



วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวล สารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลด คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เรื่องอาการเจ็บป่วย สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับประสาทวิทยาศาสตร์

The Development of Constructivist Web-Based Learning Environments to Enhance Learners' Information Processing and Reduction of Cognitive Load On the Topic of Illness Vocabulary for Fifth – Grade Students Integration Between Pedagogy and Neuroscience

ณัฐ ชัยเจริญ^{1*} สุมาลี ชัยเจริญ¹ และ ศราวุธ จักรเป็ง²

Nat Chaijaroen^{1*}, Sumalee Chaijaroen¹, and Sarawut Jakpeng²

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น¹ โรงเรียนสาธิตศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น²

Department of Education Technology, Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand¹

Demonstration School of Khon Kaen University²

Received: March 02, 2023 Revised: April 06, 2023 Accepted: August 29, 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศของผู้เรียน ศึกษาการประมวลสารสนเทศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คอกนิตีฟโหลด ความคิดเห็นของผู้เรียน และคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยโมเดล (Model Research) (Richey & Klein, 2007) โดยมีกรวิจัย 3 ระยะ (Phase) ดังนี้ ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (Model Development) ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล (Model Validation) ระยะที่ 3 การใช้โมเดล (Model Use) ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายๆ ที่มาจากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ มี 7 องค์ประกอบ คือ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) คลังคำศัพท์ (3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา (4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (5) ศูนย์ฐานการช่วยเหลือ (6) ศูนย์ฝึกหัดทางปัญญา และ (7) ศูนย์ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลด 2) การประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายๆ โดยการวิเคราะห์โปรโตคอลและสรุปตีความ พบว่า ผลการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ๆ พบว่า นักเรียนมีความสามารถประมวลสารสนเทศตามหลักการของ Klausmeier (1985) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) การบันทึกผัสสะ 2) ความจำระยะสั้น และ 3) ความจำระยะยาว 3) คอกนิตีฟโหลดของผู้เรียนในขณะปฏิบัติการกิจกรรมประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ๆ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการลดคอกนิตีฟโหลด 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายๆ พบว่า ผู้เรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียน $\bar{x} = 29.40$,

*Corresponding author. Tel.: 081 081 0081

Email address: author@kku.ac.th

$S.D. = 3.55$ (คิดเป็นร้อยละ 84.00 ของคะแนนเต็ม แสดงว่ามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และผู้เรียนร้อยละ 86.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 5) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ มีการออกแบบที่เหมาะสมและช่วยสนับสนุนส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิทีฟโหลด 6) คลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นในตำแหน่งพื้นที่สมองที่มีความจำเพาะกับการประมวลสารสนเทศในขณะที่ผู้เรียนทำภารกิจ พบว่า คลื่นแอลฟาในตำแหน่งของพื้นที่สมองที่มีความจำเพาะกับการประมวลสารสนเทศในพื้นที่สมองส่วนหน้า เกิดในตำแหน่ง AF3, AF4, F3, F4, F7, F8 ซึ่งเป็นพื้นที่สมองที่มีความจำเพาะกับการประมวลสารสนเทศ

คำสำคัญ: การเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ การประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิทีฟโหลด ประสาทวิทยาศาสตร์

Abstract

The purpose of this research was to design and develop Constructivist learning environment model to enhance Learners Information Processing, to examine the students' Learners Information Processing, to study the student' learning achievement and the opinion of the students toward the Constructivist learning environment model Learners Information Processing and to study brain waves of the students while they were performing the Learners Information Processing tasks. Model Research (Richey & Klein, 2007) was employed in this study. There were three phases: 1) Model Development 2) Model Validation and 3) Model Use. The result revealed that 1) The design and development of the Constructivist learning environment model, based on Designing framework consisted of 7 components: (1) Problem Bases, 2) Vocabulary center 3) Cognitive tools center 4) Collaboration center 5) Scaffolding center 6) Cognitive apprenticeship center and 7) Enhance information processing and reduction of cognitive load center. 2) The learners' information processing learning with cognitive innovation to enhance knowledge construction and memory process base on Klausmeier (1985) consist of 3 processes: 1) sensory register, 2) short-term memory, and 3) long-term memory. 3) The student's COGNITIVE LOAD while performing the information processing task of the learners who studied with the Learning Environment Model found that the students had the ability to reduce the COGNITIVE LOAD. 4) The learning achievement scores of students found that the mean of the achievement scores $\bar{x} = 29.40$, $S.D. = 3.55$ accounted for 84.00% of the full score, indicating that they had an achievement score of 70 percent of the full score, and students 86.67% of the total number of students. Passed 80 percent of the total number of students. 5) Learner's opinions toward Learning Environment Model found that: the design and development of learning environment model were appropriated in all aspects such as learning contents, web-based learning environments, and supporting and encouraging them to enhancing knowledge construction, information processing and Reductive of Cognitive load. 6) The brain wave of students in the specified position of the brain areas specific to Learners Information Processing while they were performing the Learners Information Processing task in the Constructivist learning environment model showed that Alpha waves were found associated with intellectual as Learners Information Processing activity in the scalp area in position AF3, AF4, F3, F4, F7, and F8.

Keywords: Constructivist web-based learning, Information processing and reduction cognitive load, Neuroscience

■ บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจ สังคม และฐานความรู้ ซึ่งทำให้ปรัชญาความรู้เปลี่ยนมาสู่การแสวงหา การสร้างความรู้ และมนุษย์จำเป็นต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต มีการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์เพื่อเข้าสู่ยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Society) จำเป็นที่ประเทศต่างๆ ต้องพัฒนาประเทศของตนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยหนึ่งซึ่งเป็นเสมือนแรงขับเคลื่อนให้กระบวนการพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็ว คือ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพทางการเรียน ซึ่ง ICT มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารที่มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคสังคมข้อมูลสารสนเทศ การแพร่กระจายข้อมูลข่าวสารเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการนำ ICT มาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชน การสร้างสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ (Knowledge Base Society) ที่เป็นตัวจักรสำคัญในการสร้างความเจริญให้กับสังคม ตลอดจนสร้างความมั่นคงให้แก่ประเทศ ซึ่งประเทศที่พัฒนาแล้ว ส่วนใหญ่ต่างมุ่งเน้นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ให้เป็นพื้นฐานสำคัญ ด้วยการพัฒนาด้านการศึกษา สังคมและเศรษฐกิจ เพื่อรองรับการพัฒนาและการสร้างขีดความสามารถเพื่อการแข่งขันในระดับสากล (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2565) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 9 (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562) ได้กำหนดบทบาทหน้าที่เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา โดยกำหนดขอบเขตครอบคลุมไปถึงการจัดโครงสร้างพื้นฐาน การส่งเสริมให้มีการผลิต พัฒนาแบบเรียน สื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆ วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา การพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต ผู้ใช้เทคโนโลยี อีกทั้งผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนา การผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา จัดตั้งกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562)

จากสภาพปัญหาในปัจจุบันทำให้คุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ของคนไทยยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ภาษาอังกฤษอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งภาษาอังกฤษมีบทบาทสำคัญในประชาคมอาเซียนที่เชื่อมโยงไปสู่ประชาคมโลก เมื่อพิจารณาศักยภาพการใช้ภาษาอังกฤษของคนไทย ประสิทธิภาพที่มาพร้อมกับค่าแรงหรือเงินเดือนที่สูงขึ้น กลับไม่มีทักษะภาษาอังกฤษ แม้ว่าเด็กไทยจะมีโอกาสเรียนรู้ภาษาอังกฤษมากขึ้นทั้งจากครูผู้สอนและสื่อหลากหลาย ซึ่งเด็กไทยปัจจุบันมีตัวช่วยมากมาย มีโอกาสได้สัมผัสและพัฒนาภาษาอังกฤษมากกว่าเมื่อก่อน แต่จากการประเมินโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ) กลับยังคงอยู่ในกลุ่มวิชาที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (23.98) ภาษาอังกฤษเป็นเครื่องมือจำเป็นในการ ติดต่อสื่อสารในโลกยุคปัจจุบัน การติดต่อสื่อสารมีขอบข่าย ที่ขยายกว้างขวาง และยังเป็นสังคมโลกที่มีการแข่งขันสูง เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ได้เปรียบในการแข่งขันในระดับนานาชาติ ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเกิดเนื่องมาจากผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำศัพท์ได้ หรือบันทึกคำศัพท์ลงในความจำระยะยาวและสามารถค้นคืนคำศัพท์นั้นมาใช้ได้ อาจเป็นเพราะภาษาที่ไม่คุ้นเคยตั้งนั้นจึงจำเป็นต้องมีกลยุทธ์ หรือกระบวนการในการช่วยให้ผู้เรียนจดจำหรือบันทึกคำศัพท์ลงในหน่วยความจำ (ประม ขววงเมือง, 2559)

จากหลักการและปัญหาที่พบในข้างต้น การพัฒนาศักยภาพของมนุษย์เพื่อพัฒนาให้สู่ยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ ให้เกิดคุณลักษณะที่ตอบสนองต่อสารสนเทศต่างๆที่มาพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างรวดเร็ว และเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน การสร้างความรู้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ และเพื่อให้สอดคล้องกับยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ การสร้างความรู้เป็นส่วนที่สำคัญ การนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนซึ่งเรียกว่าเป็นผู้สร้างความรู้ จากความสัมพันธ์ที่พบเห็นกับความรู้ความเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ ได้มีการเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการศึกษาปัจจัยภายนอกมาเป็นสิ่งเร้าภายใน ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจหรือกระบวนการรู้คิด กระบวนการคิดที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยภายในมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) และทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (Information Processing) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้บันทึกลงในหน่วยความจำ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่มุ่งเน้นที่มุ่งเน้นกระบวนการพุทธิปัญญา (Cognitive Process) ลำดับขั้นตอนของการประมวลสารสนเทศ และการค้นคืน (Retrieve) จากความจำระยะยาวมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีกระบวนการจัดเก็บข้อมูลใน 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การบันทึกผัสสะ (Sensory Register) คือการจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้นที่ตรงตามสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติของสิ่งเร้าได้แก่ หู ตา จมูก ปาก ลิ้น ผิวหนัง ข้อมูลนี้จะอยู่ระยะสั้นเพียง 1-3 วินาที และถ้าข้อมูลที่รับเข้ามานั้นรู้จัก และใส่ใจที่จะ

เรียนรู้ ก็จะเข้ารหัสเก็บไว้ในความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ซึ่งกระบวนการควบคุมให้เกิดความจำระยะสั้นคือ การระลึกได้ (Recognition) ถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และความใส่ใจ (Attention) ต่อข้อมูลที่รับรู้ 2) ความจำระยะสั้น (Short-term Memory หรือ working memory) คือเป็นความจำที่เกิดขึ้นหลังจากการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้เข้ารหัสแล้วจะคงอยู่ในความจำระยะสั้น และมีความจุได้ในปริมาณจำกัด จึงต้องใช้วิธีการแบ่งกลุ่ม (Chunking) เพื่อให้ช่วยจำได้ปริมาณที่มากขึ้น หากไม่ได้รับการจัดกระทำใดๆ เช่น การท่องซ้ำๆหรือการทบทวน (Rehearsal) ข่าวสารข้อมูลนั้นก็จะถูกลืมและหายไป 3) ความจำระยะยาว (Long-Term Memory) คือการจัดเก็บเข้าสู่ความจำระยะยาวหรือความจำที่มีความคงทนถาวรด้วยวิธีการเข้ารหัส (Encode) โดยวิธีการขยายความคิด (Elaborate) คือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย (Klausmeier, 1985) และวิธีการจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ (Organization) ด้วยตัวผู้เรียนเอง จะช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้ตลอดไป หรือสามารถบันทึกคำศัพท์เหล่านั้นลงในหน่วยความจำระยะยาวและสามารถค้นกลับมาใช้ได้ ดังแสดงได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ นุชนาง พลายนธ์ (2548) ที่ศึกษาผลของมัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวพุทธิปัญญาที่ใช้ Keyword Method และจัวร์ตัน เพียสสาร (2549) ได้ทำการศึกษา ผลของมัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์รายวิชาภาษาอังกฤษ จากงานวิจัยดังกล่าว ได้มีการนำหลักการทฤษฎีการประมวลสารสนเทศมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ และปรีศนียา กองอาษา (2547) ทำการเข้ารหัสให้คำศัพท์บันทึกในในความจำระยะยาวโดยการขยายความคิด (Elaboration) ผลของงานวิจัยพบว่า สามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีกระบวนการรู้ประมวลสารสนเทศ ช่วยให้ผู้เรียนเข้ารหัสความจำคำศัพท์ลงในหน่วย และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่า มีการนำหลักการเกี่ยวกับการเข้ารหัส เช่น keyword method Loci และ Elaboration มาใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนบันทึกในหน่วยความจำระยะยาว นอกจากนั้น ประมะ แขวงเมือง (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน ผลของงานวิจัยพบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการประมวลสารสนเทศตามหลักการของ Klausmeier (1985) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) การบันทึกผัสสะ 2) ความจำระยะสั้น และ 3) ความจำระยะยาว

อย่างไรก็ตามจะพบว่างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ ทั้งกระบวนการยังมีการศึกษาไม่มากนัก ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้ จะเห็นว่าการนำหลักการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้และช่วยให้ผู้เรียนได้บันทึกลงในหน่วยความจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นภาษาที่ไม่คุ้นเคยและคำศัพท์ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปสร้างประโยคและเรียนรู้ภาษาอังกฤษต่อไป

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษควรส่งเสริมกระบวนการบันทึกสารสนเทศลงในหน่วยความจำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำคำศัพท์ และค้นคืนคำศัพท์ (Retrieve) ได้เมื่อต้องการ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาศักยภาพด้านการใช้ภาษาอังกฤษของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ผวนกับ คุณลักษณะของสื่อ (Media attribution) และระบบสัญลักษณ์ของสื่อ (Media symbol system) ของมัลติมีเดีย ดังเช่น ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ผลของสื่อที่มีต่อ การเรียนรู้ โดยที่สื่อแต่ละประเภทจะมีระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ส่งผ่านความรู้ (Symbol systems) ในลักษณะที่เป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ที่นำเสนอได้ทั้ง ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพกราฟิก (Graphic) ตัวอักษร (Text) เสียง (Sound) รวมทั้งที่เป็นการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hypertext) เป็นต้น เนื่องจากความแตกต่างของระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ส่งผ่านความรู้ของสื่อแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive process) ของผู้เรียนในขณะที่กำลังเรียนจากสื่อเหล่านั้นแตกต่างกันอันจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและเอื้อต่อการขยายโครงสร้างทางปัญญาและส่งเสริมการสร้างความรู้และการบันทึกในหน่วยความจำของผู้เรียน (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) ดังแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ สุชาติ วัฒนชัย และคณะ (2551) ที่ทำการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-Based Learning และจาร์ณิ ชามาตย์ (2552) ที่มีการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา และประมะ แขวงเมือง (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน จากผลวิจัยดังกล่าว พบว่า มีการนำคุณลักษณะของสื่อ รวมถึงระบบสัญลักษณ์ของสื่อมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ และสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้นทางด้านสร้างความรู้ การ

คิด และการประมวลสารสนเทศ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คุณลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย รวมทั้งระบบสัญลักษณ์ของสื่อช่วยในการประมวลสารสนเทศ ตั้งแต่การใส่ใจจนถึงการบันทึกในหน่วยความจำระยะยาว รวมทั้งช่วยลดคognitive load ของผู้เรียนในกระบวนการประมวลสารสนเทศ

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นที่จะศึกษาการบันทึกสารสนเทศลงในหน่วยความจำและการค้นคืนจากหน่วยความจำระยะยาวมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการจดจำ เช่น คำศัพท์ ในวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง อาการเจ็บป่วย ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่ค่อนข้างยากและผู้เรียนไม่คุ้นเคย ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาด้านภาษาอีกด้วย โดยอาศัยพื้นฐานในการพัฒนาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) ที่ได้จากหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและจากการศึกษางานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับการสร้างความรู้ และกระบวนการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาไปพร้อมกับการพัฒนากระบวนการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load ของผู้เรียน ซึ่งข้อค้นพบที่ได้จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถในการสร้างความรู้ตลอดจนการประมวลสารสนเทศ อันจะส่งผลต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load
- 2) เพื่อศึกษาการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load
- 3) เพื่อศึกษาการลดคognitive load ของผู้เรียนในขณะปฏิบัติการกิจกรรมประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load
- 4) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load
- 5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคognitive load
- 6) เพื่อศึกษาค้นคว้าของสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการกิจกรรมประมวลสารสนเทศ

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้กระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีความหมายจากสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ สิ่งที่พบเห็นมาจัดระเบียบสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา หรือที่เรียกว่า สกีม่า ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือโครงสร้างความรู้ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของสิ่งต่างๆ ซึ่งอาจจะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ซึ่งเป็นประสบการณ์ ความรู้และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ไม่สามารถจัดการแก้ปัญหาได้ลงตัวพอดี ผู้เรียนต้องแสวงหาสารสนเทศ หาเหตุผลมาเพิ่มเติม เพื่อขจัดความขัดแย้งทางปัญญา โดยการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งเป็นการนำสิ่งแวดล้อมภายนอกหรือความรู้ใหม่เข้ามา ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้างทางปัญญา” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา” (Cognitive restructuring) โดยการจัดกิจกรรมหรือภารกิจให้ผู้เรียนได้ค้นหา

สารสนเทศ ความรู้ทดลอง จนกระทั่งหาเหตุผล หรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเองและระหว่างบุคคลได้ เพื่อให้โครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลเข้าสู่สมดุล (Equilibrium) หรือเกิดการเรียนรู้

โมเดลการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Design Instruction for Constructivist Learning) SOI โมเดล

ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย Richard E.Mayer (2005) เป็นรูปแบบที่ช่วยส่งเสริม การสร้างความรู้ โดยการ เรียนรู้ที่ใช้สิ่งพิมพ์เป็นฐาน (Textbook-based learning) ที่มุ่งการสร้างความรู้ที่เข้าใจที่มี ลักษณะเป็นเมนทอลโมเดล (Mental Model)

ขั้นตอนในการสร้างความรู้ที่เป็นกระบวนการทางพุทธิปัญญาที่เกิดขึ้นภายใน (Mental Process) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

S การเลือก (Selection) O การจัดหมวดหมู่ (Organization) I การบูรณาการ (Integrating)

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) การเลือกสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง (Selecting relevant information) กระบวนการแรกคือ กระบวนการเลือกสารสนเทศเมื่อคำพูด และรูปภาพ ถูกนำเสนอไปยังผู้เรียนโดยการออกแบบสารในสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนจะสร้างสิ่งแทนข้อมูลเหล่านั้นแบบย่อในความจำขณะเกิดการรับรู้ (Sensory memory) เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความจุของระบบการประมวลผลสารสนเทศ ทำให้มีข้อมูลบางส่วนเท่านั้นที่จะถูกเก็บเอาไว้ในความจำในขณะที่ทำงานเพื่อจะเข้าสู่กระบวนการที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ดังนั้นกระบวนการรู้ทางพุทธิปัญญาที่สำคัญ คือ การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปเก็บรักษาไว้ในความทรงจำขณะทำงานของผู้เรียน ซึ่งสามารถส่งเสริมผู้เรียนในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยใช้เทคนิคต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

- การเน้นสารสนเทศที่มีความสำคัญสำหรับผู้เรียนโดยการใช้หัวเรื่อง (Headings) ตัวเอียง (Italics) ตัวพิมพ์หนา (Boldface) ขนาดตัวอักษร (Font Size) สี (Colour) เครื่องหมาย หน้าข้อความ (Bullets) ลูกศร (Arrows) ไอคอน (Icons) การขีดเส้นใต้ (Underlining) การย่อหน้า (Margin Notes) การทำซ้ำ (Repetition) การเว้นช่องว่าง (White space) คำบรรยายภาพ การกระพริบของข้อความ การทำกรอบ และทำไฮไลต์ข้อความ
- การใช้จุดประสงค์การสอน หรือการใช้คำถามเพิ่มเติม
- การจัดเตรียมข้อสรุป
- การกำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

(2) การจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่ได้รับ (Organizing incoming information) กระบวนการต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งที่สร้างขึ้นแทนเสียง (Auditory representation) ที่ถูกเลือกให้เข้าไปในลักษณะของ Coherence verbal representation และการจัดหมวดหมู่ของสิ่งที่สร้างขึ้นแทนภาพ (Visual representation) ที่ถูกเลือกให้เข้าไปในลักษณะของ Coherence pictorial representation

Kintsch (1988) ได้กล่าวว่าการจัดหมวดหมู่ที่เกิดขึ้นนี้เป็นการสร้างความเข้าใจที่เป็นรูปแบบ สถานการณ์ (Situation Model) เกิดขึ้นที่ความจำขณะงานซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณของทรัพยากร สำหรับการประมวลผลโดยผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือ การสร้างสิ่งที่ใช้แทนความเข้าใจที่เป็นรูปภาพที่มีความเชื่อมต่อกัน (Coherence Pictorial Representation) หรือเมนทอลโมเดลที่เป็นรูปภาพ (Pictorial Mental Model) และการสร้างสิ่งแทนความเข้าใจที่เป็นคำพูดที่มีการเชื่อมต่อกัน (Coherence verbal representation) หรือเมนทอลโมเดลที่เป็นคำพูด (Verbal mental model) ซึ่งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่ได้รับโดยใช้เทคนิคต่างๆต่อไปนี้ คือ

- การใช้โครงสร้างของตารางในลักษณะต่างๆ เช่น การเปรียบเทียบ/ ความตรงกันข้ามของโครงสร้าง การจัดจำแนกโครงสร้าง การยกตัวอย่าง การสรุปหลักการ และโครงสร้างเชิง สาเหตุและผล (Cause Effect Structure)
- การใช้โครงร่าง (Outlines)
- การใช้หัวข้อหลัก (Signaling headings)
- การใช้คำชี้แนะ (Pointer words/signal words)

- การนำเสนอด้วยภาพกราฟฟิก (Graphic representation)

(3) การบูรณาการสารสนเทศที่เข้ามา (Integrating incoming information) ในกระบวนการที่สาม ผู้เรียนมีการเชื่อมต่อบางหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกันของสิ่งที่สร้างขึ้นแทนภาพและสิ่งที่สร้างขึ้นแทนคำพูด (Pictorial and verbal representation) ที่ผู้เรียนได้สร้างโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม (Prior Knowledge) ซึ่งในขั้นตอนนี้ถูกนำเสนอให้เห็นได้จากลูกศร “Integrating” ในภาพโดยผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือ การบูรณาการสิ่งที่สร้างขึ้นแทนเนื้อหาที่นำเสนอ ซึ่งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการบูรณาการสารสนเทศที่เข้ามาเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้โดยใช้วิธีการ ต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

- การจัดมโนติลวงหน้า
- การใช้ภาพประกอบหลายๆ ภาพ และมีข้อความกำกับ
- การใช้ภาพเคลื่อนไหวและมีการบรรยายประกอบ
- การยกตัวอย่าง
- คำถามแบบขยายความคิด

สำหรับขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเรียนรู้คือ การเข้ารหัส ซึ่งสิ่งสร้างขึ้นแทนความรู้ในหน่วยความจำขณะทำงานจะถูกจัดเก็บในความจำระยะยาวเพื่อเก็บไว้อย่างคงทนถาวร ถึงแม้ว่าระยะนี้จะเน้นของการการสร้างแนวความคิดเดิมของการเรียนรู้ก็ตาม ในมุมมองของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มุ่งเน้นบทบาทของกระบวนการทางพุทธิปัญญาเพื่อใช้ในการสร้างความรู้ในความจำขณะทำงาน ดังเช่น การเลือก การจัดหมวดหมู่ และการบูรณาการนอกจากที่กล่าวมาแล้วในกระบวนการสร้างความรู้ยังต้องการการเรียบเรียงและประสานองค์ประกอบของกระบวนการเหล่านี้ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดของตัวเองหรือการควบคุมเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเอง

SOI เป็นโมเดลที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มุ่งเน้นการสร้างความรู้ที่เป็นความเข้าใจ (Understanding) โดยผ่านการสอนแบบตรง (Direct instruction) ที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์ การบรรยายและสิ่งแวดลอมมีมิติเดียวเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการทางพุทธิปัญญา (cognitive processes) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการเลือก (Selection: S) สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง ต่อมาเป็นการจัดหมวดหมู่ (Organization: O) สารสนเทศที่เข้ามาเป็นการสร้างสิ่งแทน (Representation) ซึ่งอยู่ในช่วงของความจำขณะทำงาน (Working memory) และการบูรณาการ (Integrating: I) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศที่เข้ามาที่ได้ผ่านกระบวนการจัดหมวดหมู่ (Organization: O) กับความรู้เดิมที่อยู่ในความจำระยะยาว (Long-term memory)

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาในเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ ในวิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการออกแบบที่ผู้เรียนเลือกรับสารสนเทศและจัดหมวดหมู่รวมทั้งกระตุ้นเชื่อมโยง สารสนเทศกับความรู้เดิม เพื่อนำไปสร้างเป็นความเข้าใจและเก็บไว้ในความจำระยะยาวและสามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจะพบว่ามีความสอดคล้องกับหลักการของ SOI โมเดล จึงได้นำมาใช้ในการออกแบบแหล่งการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนประมวลความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความเข้าใจในเนื้อหา ที่จะช่วยให้ผู้เรียน สามารถมีการประมวลสารสนเทศที่ดียิ่งขึ้น สามารถจดจำคำศัพท์ได้มากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ และการลดคอกนิตีฟโหลด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 กลุ่มเป้าหมายงานวิจัย

3.1.1 กลุ่มเป้าหมาย ในการศึกษาระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (Model development) ประกอบด้วย

1) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอนเพื่อตรวจสอบคุณภาพการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีพื้นฐานจากหลักการทฤษฎีเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พหุปัญญา การประมวลสารสนเทศ การลดคอกนิตีฟโหลด จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสื่อบนเครือข่าย จำนวน 3 ท่าน และด้านประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน 3 ท่าน

2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาถ่านเหลือง ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน สำหรับการสำรวจคุณลักษณะของผู้เรียน และการสำรวจความคิดเห็นสำหรับผู้เรียนเกี่ยวกับสภาพบริบทการจัดการสอน

3) ผู้ออกแบบโมเดลฯ จำนวน 1 ท่าน สำรวจคุณลักษณะของผู้ออกแบบโมเดลฯ และสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ

4) ผู้พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ จำนวน 1 ท่าน สำหรับสำรวจคุณลักษณะของผู้พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ

5) ผู้สอน จำนวน 1 ท่าน สำหรับการสำรวจคุณลักษณะของผู้สอน ซึ่งมีผลต่อการออกแบบและพัฒนาโมเดล

3.1.2 กลุ่มเป้าหมาย ในการศึกษาระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรง

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสื่อบนเครือข่าย จำนวน 3 ท่านผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ เพื่อตรวจสอบคุณภาพการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน และด้านวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 3 ท่าน

3.1.3 กลุ่มเป้าหมายระยะที่ 3 การใช้โมเดล ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมิน จำนวน 3 ท่าน คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา กระบวนการใช้โมเดล (procedure) ที่ได้จากการศึกษาบริบทโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ เจื่อนใจที่ส่งเสริมการใช้โมเดลให้ประสบความสำเร็จ ผลสำเร็จของการใช้โมเดล และแบบบันทึกการสังเคราะห์แนวทางการใช้โมเดลที่ประสบความสำเร็จ

2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5/2 โรงเรียนบ้านนาถ่านเหลือง ที่เรียน จำนวน 30 คน ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ

3.2 เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการศึกษา เนื้อหาวิชาภาษาอังกฤษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เรื่อง อากาศเจ็บป่วย

3.3 ระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย ใช้ระยะเวลาในการศึกษาและเก็บข้อมูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1) ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาโมเดล แสดงดังภาพ 1 - 8 ดังนี้



ภาพที่ 1. ภาพหน้าจอหลักสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ



ภาพที่ 2. ภาพหน้าจอของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับระบบผิวหนัง



ภาพที่ 3. ภาพหน้าจอของศูนย์คลังคำศัพท์



ภาพที่ 4. ภาพหน้าจอของศูนย์การช่วยเหลือ



ภาพที่ 5. ภาพหน้าจอของศูนย์แลกเปลี่ยนการเรียนรู้



ภาพที่ 6. ภาพหน้าจอของศูนย์ฝึกทางปัญญา



ภาพที่ 7. ภาพหน้าจอของศูนย์เครื่องมือทางปัญญา



ภาพที่ 8. ภาพหน้าจอของศูนย์ส่งเสริมกระบวนการประมวลสารสนเทศและการลดคอนิที่ฟโฟลด์

2) ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล

2.1 ความตรงภายใน (Internal validation)

2.1.1 ด้านสื่อ

สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอนิที่ฟโฟลด์สำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์มีการออกแบบสื่อที่มีความเหมาะสมและน่าสนใจ เนื่องจากการออกแบบในลักษณะที่เป็นภาพการ์ตูน ภาพเคลื่อนไหวและมีเสียงประกอบ ทำให้น่าสนใจ มีการนำเสนอเนื้อหาที่มีประสิทธิภาพโดยมีการจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา และสามารถคัดเลือกเนื้อหาได้ ทำให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ดี ควรปรับสีของตัวอักษรให้อ่านง่ายขึ้น มีการใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกับเนื้อหา มีการออกแบบที่มีสีสัน ภาพ และเสียงทำให้ช่วย ดึงดูดความสนใจ รวมทั้งเครื่องหมายนำทางต่างๆ มีความคงที่ทำให้สามารถสื่อสารถึงสารสนเทศที่ต้องการได้และง่ายต่อการใช้งาน มีการเชื่อมโยงโดยการใส่คุณลักษณะของการเชื่อมโยงด้วยข้อความหรือภาพ ทำให้สามารถเข้าถึงสารสนเทศต่างๆ

2.1.2 ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกินิทโฟโหลดสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์จากการประเมิน

ผลที่ได้จากการประเมินด้วยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า โดยภาพรวมของการออกแบบและพัฒนา สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ในครั้งนี้ มีความตรงเชิงทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบกรอบแนวคิด คือ สามารถออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ได้สอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐาน โดยพัฒนา สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ในลักษณะขององค์ประกอบต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละหลักการทฤษฎีอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นได้ว่า โมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกินิทโฟโหลดสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีความตรงภายใน (Internal validation)

2.2 ความตรงภายนอก (External validation)

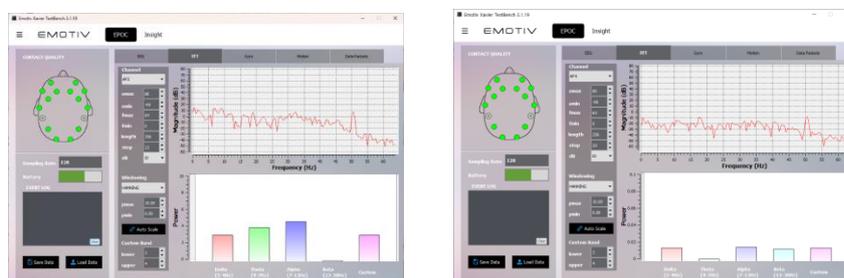
1. การประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถประมวลสารสนเทศตามหลักการของ Klausmeier (1985) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) การบันทึกผัสสะ 2) ความจำระยะสั้น และ 3) ความจำระยะยาว

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ของโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน พบว่า นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.62 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ($\bar{x} = 25.77$, S.D. = 2.65) โดยนักเรียนร้อยละ 83.33 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ตามที่กำหนดไว้

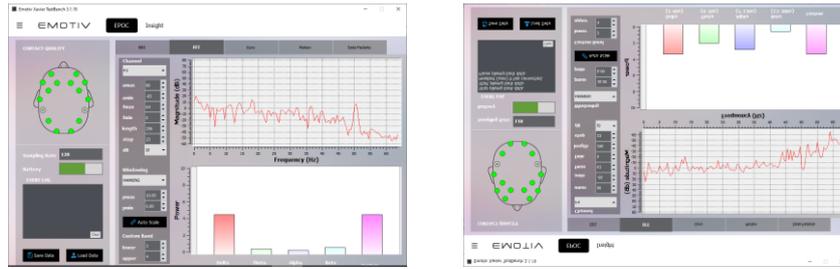
3. การลดคอกินิทโฟโหลด ของผู้เรียนในขณะปฏิบัติภารกิจการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ จากการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อศึกษาคอกินิทโฟโหลดของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ ซึ่งปรากฏว่า การลดคอกินิทโฟโหลดของผู้เรียนมีความสอดคล้องกับหลักการที่นำมาใช้เป็นพื้นฐาน

4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ มีการออกแบบที่เหมาะสมและช่วยสนับสนุนส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกินิทโฟโหลด

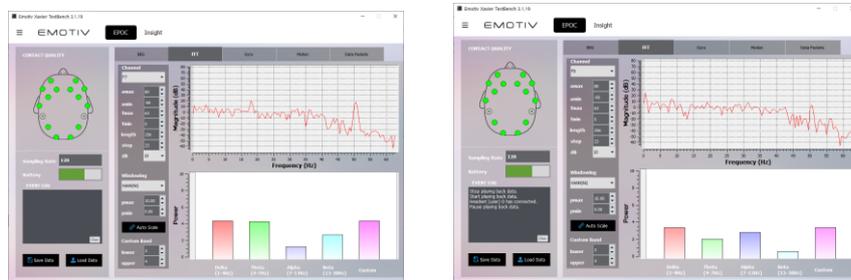
5. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจการประมวลสารสนเทศ พบว่า คลื่นแอลฟาในตำแหน่งของพื้นที่สมองที่มีความจำเพาะกับการประมวลสารสนเทศในพื้นที่สมองส่วนหน้า เกิดในตำแหน่ง AF3, AF4, F3, F4, F7, F8 ซึ่งเป็นพื้นที่สมองที่มีความจำเพาะกับการประมวลสารสนเทศ ดังภาพ



ภาพที่ 9. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง AF3 และ AF4



ภาพที่ 10. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F3 และ F4



ภาพที่ 11. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F7 และ F8

การอภิปรายผล

ผลการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลดสำหรับผู้เรียนโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลที่ออกแบบและพัฒนา คือ 1) สถานการณ์ปัญหา (Problem base) 2) คลังคำศัพท์ (Vocabulary center) 3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tools center) 4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Collaboration center) 5) ศูนย์ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding center) 6) ศูนย์ฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive apprenticeship center) 7) ศูนย์ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลด (Enhance information processing and reduction cognitive load center) ในการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาพร้อมกับการพัฒนาการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลดที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแนวทางใหม่ของการวิจัยที่บูรณาการศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscience) ผลการศึกษาที่ปรากฏดังกล่าว อาจเนื่องมาจากโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลดโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ อาศัยหลักการออกแบบที่อาศัยพื้นฐานการออกแบบการสอนที่ใช้ทฤษฎีเป็นฐาน (ID Theory) ที่นำทฤษฎีมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบในทุกองค์ประกอบที่สามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถแสดงผลปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางปัญญา (Cognitive processes) ได้แก่ พื้นฐานจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Framework) คือ (1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน (3) พื้นฐานด้านการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลด (4) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี และ (5) พื้นฐานด้านบริบทการจัดการเรียนการสอน (6) พื้นฐานด้านประสาทวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พวงทอง เพชรโทน (2555) ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาออกแบบและพัฒนาเพื่อส่งเสริมการสร้างความรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้พบว่า จากการประเมิน โมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโหลดสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1. การประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์โดยผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ (Expert reviewer) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ 2. การ

ประเมินผลผลิตการตรวจสอบคุณภาพการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อ 3) ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียนโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์ 3. การประเมินบริบทการใช้ 4. การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียน ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อ 3) ด้านการออกแบบ 5. การประเมินด้านความสามารถทางปัญญาประกอบด้วย 1) ผลการศึกษาการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ 2) ผลการศึกษาการลดคอกனிทีฟโหลดของผู้เรียน และ 6. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลการศึกษาที่ปรากฏดังกล่าว อาจเนื่องมาจาก โมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียนโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์อาศัยหลักการออกแบบที่อาศัยพื้นฐานการออกแบบการสอนที่ใช้ทฤษฎีเป็นฐาน (ID Theory) ที่นำทฤษฎีมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบในทุกองค์ประกอบ เช่น ประมวลสารสนเทศ โดยการนำทฤษฎีทางพุทธิปัญญามาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ (Practice) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้กระบวนการประมวลสารสนเทศการเพิ่มเวลาในการฝึกฝนจะทำให้เวลาในการเรียนรู้สิ่งที่เราต้องการจดจำยาวนานขึ้น นอกจากนี้การท่องซ้ำๆ (Rehearsal) เป็นการเพิ่มหรือขยายการค้นคืนกลับมาเป็นเทคนิคการท่องซ้ำๆ ที่สำคัญที่ช่วยให้เราจำสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นในการออกแบบผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการประมวลสารสนเทศของ Klausmier (1985) ที่มี 3 กระบวนการ ดังนี้คือ 1) การบันทึกผัสสะ (Sensory register) คือ การรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หูตา จมูก ปาก ลิ้น ผิวหนัง ข้อมูลนี้จะอยู่ระยะสั้นเพียง 1-3 วินาที และถ้านักเรียนใส่ใจต่อข้อมูล สารสนเทศนั้นๆ จะสามารถบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น (Short-term memory) ซึ่งกระบวนการควบคุมให้เกิดความจำระยะสั้นคือ การระลึกได้ (Recognition) สิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วและความใส่ใจ (Attention) ต่อข้อมูลที่รับรู้ 2) ความจำระยะสั้น (Short-term memory) คือ ความจำที่เกิดขึ้นหลังจากการเข้ารหัสแล้วจะคงอยู่ในความจำระยะสั้น และมีความจุได้ในปริมาณจำกัด จึงต้องใช้วิธีการแบ่งกลุ่ม (Chunking) เพื่อช่วยจำได้ปริมาณที่มากขึ้น หากไม่ได้รับการจัดกระทำใดๆ เช่น การท่องซ้ำๆหรือการทบทวน (Rehearsal) ข้อมูลหรือสารสนเทศนั้นก็ จะถูกลืมหายไป และ 3) ความจำระยะยาว (long-term memory) คือ การจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะยาว สามารถค้นคืนข้อมูล (Retrieval) นั้นมาใช้ได้ในภายหลัง ด้วยวิธีการเข้ารหัส (Encode) โดยวิธีการขยายความคิด (Elaborate) คือการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายและวิธีการจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ (Organization) ด้วยตัวผู้เรียนเอง เป็นต้น นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนาที่มุ่งเน้นกระบวนการต่างๆ ในการพัฒนา ได้แก่ กระบวนการออกแบบ กระบวนการพัฒนา และกระบวนการประเมิน ซึ่งเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้น การนำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ในกระบวนการดังกล่าวจะมีลักษณะย้อนกลับไปมา (Recursive) ทำให้นำผลด้านต่างๆ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านสื่อ มาพัฒนาปรับปรุงตลอดกระบวนการ รวมทั้ง กระบวนการต่างๆในการพัฒนาที่มุ่งเน้นการตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนทุกกระบวนการ อาจส่งผลให้โมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศสำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน และประสาทวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรมะ แวงเมือง (2556); พวงทอง เพชรทอง (2555) ที่มีการประเมินประสิทธิภาพสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยอาศัยพื้นฐานของการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งประกอบด้วย 5 มิติ ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สามารถยืนยันว่าสื่อที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มตั้งแต่ประเมินผลผลิตซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นโดยการผ่านผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการออกแบบ ด้านวัดและประเมินผล จากนั้นประเมินบริบทการใช้ โดยการนำมาทดลองใช้เพื่อหาบริบทที่เหมาะสมสำหรับการเรียนด้วยสื่อที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งศึกษาข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นประเมินความคิดเห็นของผู้เรียน โดยการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้รวมทั้งประเมินความสามารถทางปัญญาที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับผลของสื่อที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางปัญญา ได้แก่ การประมวลสารสนเทศ นอกจากนี้ยังประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากใช้สื่อแล้วว่ามีเปลี่ยนแปลงอย่างไรผนวกกับการออกแบบโดยบูรณาการระหว่าง

ศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

■ บทสรุปจากการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์ คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เรื่องอาการเจ็บป่วย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่า ม็องค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ คือ สถานการณ์ปัญหา คลังคำศัพท์ ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ศูนย์ฐานการช่วยเหลือ ศูนย์ฝึกหัดทางปัญญา และศูนย์ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผลสัมฤทธิ์หลังจากนำโมเดลมาใช้ แสดงให้เห็นว่า โมเดลช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนและช่วยส่งเสริมการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

- 1) ควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ
- 2) ควรศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์สำหรับผู้เรียนโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ เช่น ความจำขณะทำงาน (working memory) การใส่ใจ
- 3) ควรศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์สำหรับผู้เรียนโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสาระอื่น เช่น ภาษาไทย สังคม คณิตฯ เพื่อเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการประมวลสารสนเทศของผู้เรียนให้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) การนำโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์สำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ควรต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับสภาพบริบทของผู้เรียน สถานศึกษา เนื้อหาวิชาและคุณลักษณะของสื่อที่มีความเหมาะสม
- 2) สำหรับการประยุกต์การออกแบบในแต่ละองค์ประกอบในโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศและการลดคอกนิตีฟโฟลด์สำหรับผู้เรียน โดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้น ต้องพิจารณาจากความสอดคล้องกับสภาพบริบท และสภาพของผู้เรียน เช่น ถ้าใช้กับผู้เรียนระดับประถมก็ต้องเน้นรูปภาพที่เป็นรูปการ์ตูนรวมทั้งภาพเคลื่อนไหว ที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แต่ต้องมีภาพที่เป็นภาพเสมือนจริง เพราะเด็กในวัยนี้จะได้เห็นถึงรายละเอียดต่างๆ ของภาพและสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ แต่ถ้าเป็นระดับมัธยม หรืออุดมศึกษา ต้องศึกษาสภาพบริบทของผู้เรียนก่อนการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เป็นต้น

■ กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาگانเหลือง จังหวัดขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

References

- จารุณี ชามาตย์. (2552). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิณา สุขเจริญ และ สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(2), 12-23
- พรุฒิ คำแก้ว และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562). การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาระดับอนุปริญญา. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 30(1), 1-10
- พิญญารัตน์ สิงหะ และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562). การตรวจสอบความตรงของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 30(1), 22-31.
- วัชรภรณ์ ถ้ำกลาง และสุมาลี ชัยเจริญ (2560) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเมตาคognitionชั้นของนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 28(3), 1-13.
- ศรเพชร สีหะราช และ สุมาลี ชัยเจริญ (2561). กรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศลาว. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29, 9-20.
- ศรีสุตา ดวงไธด์ และสุมาลี ชัยเจริญ (2563). การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการกำกับตนเอง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 11(1), 68-77.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สุชาติ วัฒนชัย และคณะ. (2551). รายงานการวิจัย เรื่อง การออกแบบและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพ การเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ *Brain-Based Learning*. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). *การออกแบบการสอน: หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คลังนานา.
- Klausmeier, H.J. (1985). *Educational Psychology*. 5th ed. New York: Harper & Row.
- Richey, R.C. & Klein, J. (2007). *Design and developmental research*. New Jersey: Lawrence.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. (pp. 224-238). New York: Cambridge University Press.