



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดย
บูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6

Development of Constructivist Web-Based Learning Environment Model to Enhance Critical
Thinking: Integration Between Pedagogy and Neuroscience Topic on Everyday Substance
for Grade 6 Students

พิมพัลลภ นันทวิทกุล สุมาลี ชัยเจริญ และ รณวัฒน์ กำลังเลิศ

Pimwarun Nunthaitaweekul, Sumalee Chaijaroen and Romwarin Gamlunglert

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

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

บทคัดย่อ

บทความนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยโมเดล (Model Research)
(Richey & Klein, 2007) โดยมีการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (Model Development) ระยะที่ 2 การ
ตรวจสอบความตรงของโมเดล (Model Validation) ระยะที่ 3 การใช้โมเดล (Model Use) ผลการวิจัยพบว่า 1) การ
ออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่มาจากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ มี 8
องค์ประกอบ คือ สถานการณ์ปัญหา, ศูนย์คลังความรู้, ศูนย์ชุมชนใกล้เคียง, ศูนย์ช่วยเหลือ, ศูนย์ส่งเสริมการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ, ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้, ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา และศูนย์ให้คำแนะนำ 2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
ผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่าผู้เรียนทำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดเป็นร้อยละ
84.80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ คิดเป็นร้อยละ 83.87 ของ
คะแนนเต็ม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 4) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
ผู้เรียน มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ที่ระดับ 0.844 ($R = 0.844$) 5) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อม
การเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ ช่วยสนับสนุนส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6)
คลื่นไฟฟ้าของสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคลื่น
 α สูงกว่าขณะไม่ได้ปฏิบัติการ ที่ตำแหน่ง AF3, AF4, F3, F4, F7, และ F8

คำสำคัญ: การเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ, ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

*Corresponding author. Tel.:

Email address: pimwarun_n@kkumail.com

Abstract

The purpose of this research were to design and develop Constructivist learning environment model to enhance Critical Thinking. 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 8 components: Problem Bases, Resources Center, Related communities Center, Cognitive Tools, Critical thinking Center, Collaboration Center, Scaffolding Center, and Coaching Center. 2) The Critical Thinking of student learning with learning environment model was found that 84.80 percent. 3) The learning achievement scores of students found that for 83.87% of the full score, indicating that they had an achievement score of 80/80 4) The relationship between critical thinking and learning achievement of learners using the learning environment model. There was a positive correlation at the 0.844 level ($R = 0.844$) 5) The students' opinions toward the Constructivist learning environment model showed that the design and development of the Constructivist learning environment model encouraging the knowledge construction and Critical Thinking of the students. 6) The learners' EEG as perform Critical Thinking task in laboratory revealed that while learner performed Critical Thinking task found Alpha (7–13 Hz) in all areas such that AF3, AF4, F3, F4, F7, and F8.

Keywords: Constructivist web-based learning, Critical thinking, Constructivist theories.

■ บทนำ

ปัจจุบันโลกและสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีเครือข่ายเชื่อมโยงทั่วโลก สังคมเปลี่ยนเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทำให้เศรษฐกิจของโลกมุ่งไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based economy) ที่ใช้ความรู้และนวัตกรรม (innovation) เป็นปัจจัยหลักในการพัฒนา ความรู้กลายเป็นสิ่งที่มีอำนาจและมีอิทธิพลอย่างมากในการพัฒนา (สุชาติ วัฒนชัย, 2553) เครื่องมือเพื่อแสวงหาความรู้มีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาความรู้ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ มากมายและตลอดเวลาที่ต้องการ ในการพัฒนาสังคมไทยท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จึงควรเตรียมความพร้อมให้กับคนในประเทศเพื่อให้อยู่ในสังคมปัจจุบันที่มีลักษณะการแข่งขันสูง เผชิญกับกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกประเทศ ที่ปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว และรู้จักใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ใช้กับตนเองและสังคม ซึ่งสอดคล้องกับองค์การความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership For 21st Century Skills) ได้พัฒนารอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ระบุทักษะที่จำเป็นซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ทักษะที่สำคัญคือทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังมุ่งเน้นการเรียนการสอนในรูปแบบเก่า เป็นลักษณะการป้อนข้อมูล ใช้ระบบท่องจำ เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาภายในชั้นเรียน ผู้เรียนจึงขาดประสบการณ์ ขาดการศึกษาจากสิ่งรอบตัวไม่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ขาดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ ขาดความรู้ การพัฒนาทักษะทางปัญญาของผู้เรียนมีน้อย ขาดความสามารถในการสร้างความรู้ ไม่สามารถเลือกรับข้อมูลข่าวสารที่เป็นจริง รูปแบบการเรียนไม่

เน้นให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (พวงทอง เพชรโพน, 2555) จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์สำคัญประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงเป็นคุณสมบัติที่ต้องติดตัวผู้เรียนตลอดไป เพราะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยให้เกิดความกระฉับกระชวย ในการรับรู้มากขึ้น การคิดขั้นสูงจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยทักษะทางปัญญาเป็นพื้นฐานในการพัฒนา (จิตินา แคมมณี และคณะ, 2540)

จากผลการศึกษาที่ผ่านมา (พวงทอง เพชรโพน (2555), พินยารัตน์ สิงห์ และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562)) พบว่าการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียน มีความสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget คือ Cognitive Constructivist และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมของ Vygotsky คือ Social Constructivist โดยแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่าผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้มากกว่าการรับความรู้ การจัดการเรียนการสอนในแนวคอนสตรัคติวิสต์ จึงมีรูปแบบที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ จากการช่วยกันแก้ปัญหา (Collaborative Problem Solving) กระบวนการเรียนการสอนจะเริ่มต้นด้วยปัญหา ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) เมื่อบุคคลได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา จะเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) โดยโครงสร้างทางปัญญาจะมีการพัฒนาโดยกระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นการตีความ ให้ความหมาย หรือการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้อยู่ภายในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) เพื่อสนับสนุนแนวคิดหลักการเกี่ยวกับการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ตามที่ได้อธิบายมาข้างต้น จากการทบทวนผลการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์พบว่า สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ในเรื่องที่ศึกษาเพิ่มมากขึ้น ได้รับความรู้ มีความสนุกสนานในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจและสามารถนำมาบูรณาการไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียน มีความสุขในการเรียนรู้ เนื่องจากมีการปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน การได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (Andrew, 1995)

นอกจากนี้ การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่เพียงเป็นแค่เครื่องมือ แต่รวมถึงการออกแบบที่จะช่วยสนับสนุนผู้เรียนทางด้านพุทธิปัญญา สนับสนุนการคิด ทักษะความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่งเสริมการคิดรวบยอด และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Jonassen, 2003) โดยคุณลักษณะของสื่อที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งระบบสัญลักษณ์ของสื่อต่างๆ จึงมีอิทธิพลต่อการทำความเข้าใจหรือกระบวนการรู้คิด (Cognitive Process) ของผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ด้วยสื่อนั้น ๆ จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้นับเป็นเครื่องมือตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จึงเหมาะสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยที่ผ่านมา ปรากฏผลการศึกษาที่มุ่งเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในกระบวนการคิดโดยใช้ฐานการคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ แต่ยังขาดความเข้าใจกลไกหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมอง ซึ่งการศึกษาในลักษณะดังกล่าว การใช้ศาสตร์เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถทำให้กระฉับกระชวยได้ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้การศึกษาที่บูรณาการระหว่างศาสตร์การสอน (Pedagogy) กับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscience) เข้าด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประสาทวิทยาศาสตร์เชิงปัญญา (Cognitive neuroscience) ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น เซาว์นปัญญา การจำ การตั้งใจ การอ่าน การเขียน และความคิดสร้างสรรค์ โดยบูรณาการในลักษณะของวิธีการ (Methods) และเครื่องมือ (Equipment) จึงเป็นการศึกษาที่ลงสู่การปฏิบัติ นำมาออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยการบูรณาการประสาทวิทยาศาสตร์ ที่สามารถแสดงหลักฐานในการอ้างอิงที่เกิดขึ้นในกระบวนการรู้คิดโดยการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อันจะนำไปสู่การสร้างแนวทางใหม่ของการวิจัยทางการศึกษาที่มีการบูรณาการศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เป็นการช่วยยกระดับผลงานวิจัยที่ช่วยทำให้กระฉับกระชวยมาก

ขึ้น เครื่องมือที่ใช้วัด คือ เครื่อง EPOC ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจพบกิจกรรมที่ทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้สวมโดยผ่านขั้วโลหะขนาดเล็กและแบน ติดอยู่กับหนังศีรษะของผู้สวม โดยวัดกิจกรรมของเซลล์สมองที่แสดงออกมาในลักษณะของคลื่นไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นกราฟเส้น และแสดงเป็นภาพสามมิติ (Muhammad et al., 2015)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความจำเป็นในการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้และมีทักษะเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ร่วมกับหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คุณลักษณะของสื่อบนเครือข่ายที่เรียกว่าสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิชาไปพร้อมกับการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งข้อค้นพบที่ได้ จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องและมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของหลักสูตรกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 และยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการวิจัยและการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6
- 2) เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ
- 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ
- 4) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ
- 5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ
- 6) เพื่อศึกษาค้นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนในขณะปฏิบัติการกิจกรรมเกี่ยวกับการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง Emotiv EPOC+

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยการพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาใช้ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจอย่างมีความหมาย ฉะนั้นการจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับบริบทจริงที่ผู้เรียนต้องเผชิญ จึงจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งจะต้องนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา และรู้จักการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป โดยออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทจริงที่ผู้เรียนต้องเผชิญในชีวิตประจำวัน โดยนำหลักการ Cognitive Constructivist มาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา และนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา และ Social Constructivist ในส่วนของ zone of proximal development ไปใช้ในการออกแบบฐานการช่วยเหลือในโมเดลที่พัฒนาขึ้น โดยอาศัยหลักการด้าน การสนับสนุนทางสังคม (Social support) ที่ช่วย

ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในการเรียนรู้ (Collaboration) และขยายมุมมองในการสร้างความรู้ของตนเองอย่างมีความหมาย

การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

การออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการออกแบบเพื่อจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและลงมือปฏิบัติในการสร้างความรู้โดยเป็นการประสานร่วมกันระหว่างสื่อกับวิธีการ นำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบทั้งคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา และคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม สังเคราะห์ออกมา 5 องค์ประกอบ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา (Problem base) 2) แหล่งเรียนรู้ (Resourch) 3) ฐานการช่วยเหลือ (Schaffoding) 4) การโค้ช (Coaching) 5) การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration)

ทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี

ระบบสัญลักษณ์ของสื่อส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคิดและสร้างภาพในสมองแทนความรู้ต่าง ๆ จากเนื้อหาในบทเรียนได้ง่ายขึ้น ฉะนั้นการออกแบบสื่อ จึงต้องมีสัญลักษณ์ของสื่อที่หลากหลาย เพื่อเป็นช่องทางให้ผู้เรียนเลือกและสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎีระบบสัญลักษณ์ของสื่อมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ ซึ่งจากหลักการดังกล่าว สื่อบนเครือข่ายมีระบบสัญลักษณ์ของสื่อที่ใช้ส่งผ่านความรู้ในลักษณะคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ข้อความหลายมิติ (Hypertext) ที่นำเสนอ ทั้งภาพเคลื่อนไหว (Animation) คลิปวิดีโอ (VDO Clip) โดยภาพจะกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและเสียงจะช่วยเพิ่มเติมรายละเอียด โดยที่ภาพเคลื่อนไหวจะมีการออกแบบให้มีปุ่มที่สามารถควบคุมให้เคลื่อนไหวได้ช้าเร็ว เพื่อให้สอดคล้องกับการประมวลผลของผู้เรียน นอกจากนี้ได้ออกแบบโดยใช้ตัวอักษร ภาพกราฟิก เสียง ซึ่งการออกแบบในลักษณะข้อความและภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ อ่านซ้ำ ย้อนกลับไปได้ และมีเวลาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และการออกแบบที่เป็นการเชื่อมโยงหลายมิติ โดยสามารถเชื่อมโยงโหนดความรู้ที่มีอยู่อย่างหลากหลาย ทำให้ช่วยขยายโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน และยังเอื้อประโยชน์ในการร่วมมือกันแก้ปัญหา รวมทั้งการแลกเปลี่ยนมุมมองที่หลากหลาย ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวของระบบสัญลักษณ์ของสื่อสามารถที่จะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลในการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดควรทำ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของผู้เรียน โดยสังเคราะห์กรอบแนวคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของ Ennis (2011) ด้านความสามารถ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1) พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่าง (Elementary Clarification) คือ การมุ่งเน้นคำถาม การวิเคราะห์ข้อโต้แย้งต่างๆ โดยใช้เหตุผล และการตั้งคำถามและตอบคำถามเพื่อให้เกิดความกระจ่าง ผลการศึกษาความสามารถด้านการทำให้กระจ่างขั้นพื้นฐานของผู้เรียน ได้จากการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการวิเคราะห์โปรดคอลจากการสัมภาษณ์

2) พื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ (Bases for a Decision) ประกอบด้วย 2 หลักการ คือ การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต การพิจารณาตัดสินใจรายงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สังเกต

การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Judge the credibility of source) เป็นกระบวนการเปรียบเทียบข้อเท็จจริงจากแหล่งข้อมูลที่ได้รับ เพื่อตัดสินใจที่น่าเชื่อถือว่าเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยมีหลักการที่เป็นเกณฑ์พื้นฐานสำหรับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ดังต่อไปนี้ มีความเชี่ยวชาญ ไม่มีการขัดแย้งภายในตนเอง มีความสอดคล้องของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เป็นแหล่งข้อมูลที่มีชื่อเสียง ความสามารถในการใช้เหตุผล พฤติกรรมที่ควรระวัง

การสังเกต การพิจารณาตัดสินใจรายงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สังเกต (Observe and judge observation reports) เป็นกระบวนการในการสังเกต และบันทึกข้อเท็จจริงในช่วงเวลาของการสังเกตตามคำให้การ มีพื้นฐานมาจากบันทึกที่เป็นลายลักษณ์อักษร และผู้สังเกตจะต้องเป็นผู้บันทึกด้วยตนเองหรือเป็นคนคนเดียวกันอย่างน้อยอาชีพ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของรายงานการสังเกตโดยมีหลักการ ดังต่อไปนี้ ผู้สังเกตต้องสามารถสรุปอ้างอิงได้ ผู้สังเกตใช้เวลาน้อยในการสังเกต

และรายงาน ผู้สังเกตจะต้องเป็นผู้ที่เขียนรายงาน, ผู้สังเกตมีการเตรียมการสำหรับการบันทึก ผู้สังเกตมีการร่วมมือระหว่างผู้สังเกตและการบันทึกผลการสังเกตและการรายงานผล ผู้สังเกตมีความเป็นไปได้ของการร่วมมือกัน

3) พื้นฐานสำหรับการอ้างอิงนำไปสู่การสรุป (Inference) ประกอบด้วย 3 หลักการ คือ การให้เหตุผลเชิงอุปมาน และตัดสินใจลงสู่การอุปมาน, การให้เหตุผลเชิงอุปมานและตัดสินใจลงสู่การอุปมาน และการประเมินคุณค่าและการตัดสินใจ

การให้เหตุผลเชิงอุปมานและตัดสินใจลงสู่การอุปมาน (Deduce, and judge deduction) เป็นกระบวนการที่ใช้ความเข้าใจเชิงอุปมานในการตีความและใช้เหตุผลในการสรุป และการใช้เหตุผลให้ผลพิสูจน์ได้โดยปราศจากข้อสงสัยอันสมเหตุสมผล โดยมีหลักการ ดังต่อไปนี้ การให้เหตุผลเชิงตรรกะ การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ แบบมีเงื่อนไขการใช้คำเพื่อช่วยในการสรุป เช่น เพียงแค่ ... ถ้า ... หรือ ถ้า...ไม่ เป็นต้น

การให้เหตุผลเชิงอุปมานและตัดสินใจลงสู่การอุปมาน (Induce, and judge induction) เป็นกระบวนการแจกแจงการอุปมานและการอธิบายเหตุผลที่ดีที่สุด สำหรับการป้องกันความแตกต่างระหว่างการแจกแจงการอุปมานทั่วไป ในมุมมองที่ขัดแย้งกัน การแจกแจงการอุปมานเป็นกรณีพิเศษของการอุปมานที่ให้คำอธิบายที่ดีที่สุด สามารถพบการสนทนาทั่วไปเกี่ยวกับการให้เหตุผลที่ดีที่สุด โดยมีหลักการ ดังต่อไปนี้ การสรุปอ้างอิงไปสู่หลักทั่วไป ซึ่งต้องพิจารณาเงื่อนไขดังต่อไปนี้ (1) ประเภทของข้อมูล จะมีตัวแทนที่เหมาะสม เช่น ต้องได้ตัวแปรที่ดี (2) ความครอบคลุมของข้อมูล (3) การยอมรับซึ่งหลักฐานต่างๆ และการสรุปอธิบายตามสมมติฐาน ซึ่งประกอบด้วย ประเภทของการตั้งคำถามเชิงสรุปและการอธิบาย เช่น การอ้างอิงเงื่อนไข การกล่าวอ้างถึงทัศนคติของตน การตีความข้อความที่ผู้เขียนต้องการสื่อความหมาย การกล่าวอ้างอิงเชิงประวัติศาสตร์ การให้คำนิยาม มีการกล่าวอ้างว่าการกล่าวบางอย่างเป็นการให้เหตุผลไม่ระบุชัดเจน แต่มันมีเหตุผลนี้ไม่ระบุ

4) พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่างขึ้นสูง (Advanced clarification) ประกอบด้วย 2 หลักการ คือ การนิยามศัพท์ได้ชัดเจนและประเมินการนิยามศัพท์ และการกำหนดหรือระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวไว้

การนิยามศัพท์ได้ชัดเจนและประเมินการนิยามศัพท์ (Define terms and judge definitions) เป็นกระบวนการนิยามศัพท์ที่ทำให้สามารถดำเนินการต่อเพื่อพิสูจน์ข้อเสนอสอดคล้องสมเหตุสมผลโดยปราศจากข้อสงสัย เพื่อเสนอหลักฐานที่เพียงพอในการสนับสนุนว่าจะเกิดความไม่เหมาะสมถ้าปฏิเสธข้อเสนอนั้น โดยการจัดรูปแบบบางรูปแบบที่เป็นประโยชน์ เช่น การนิยามศัพท์ การแสดงกึ่งกลางที่เท่าเทียมกัน และรูปแบบการจัดกลุ่ม โดยมีหลักการ ดังต่อไปนี้ รูปแบบ (Form. Some useful forms are) ได้แก่ คำเหมือน การจัดกลุ่ม การจัดเรียง การแสดงกึ่งกลางที่เท่าเทียมกัน การปฏิบัติการตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

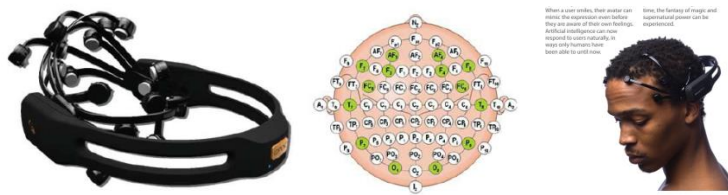
การกำหนดหรือระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวไว้ให้เกิดความกระจ่างได้ (Attribute unstated assumptions (an ability that belongs under both clarification and, in a way, inference) เป็นกระบวนการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการกำหนดสมมติฐานและโครงสร้างประเภทของสมมติฐานและเกณฑ์สำหรับการกำหนดสมมติฐาน เกี่ยวกับการแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติและตัดสินสมมติฐานที่ไม่ระบุ

5) พื้นฐานสำหรับสมมติฐานและการบูรณาการ (Supposition and integration) การคำนึง การชี้แจงเหตุผลจากหลักฐาน ข้อสนับสนุน ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อมูลที่เรา ไม่เห็นด้วย/เคลือบแคลงสงสัย โดยไม่มีผลต่อความไม่เห็นด้วย ไม่มีการรวบรวมความคิด และการบูรณาการความสามารถและลักษณะอื่นๆ ในการทำการตัดสินใจ และการปกป้องการตัดสินใจของตนเอง

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการบันทึกสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากผลรวมของกระแสไฟฟ้าของกลุ่มเซลล์ในสมอง ผลการตรวจจะปรากฏเป็นรูปกราฟในจอภาพ เครื่อง Emotiv EPOC เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งจะตรวจพบกิจกรรมที่ทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้สวมโดยผ่านขั้วโลหะขนาดเล็ก

เล็กและแบนติดอยู่กับหนังศีรษะของผู้สวมโดยวัดกิจกรรมเซลล์แสดงออกมาในลักษณะของคลื่นไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นกราฟเส้น โดยสามารถเกิดได้ตลอดเวลาแม้ในขณะหลับ (Emotiv, 2015) โดยจะวางบนตำแหน่งศีรษะ 14 ช่อง ได้แก่ AF3, F7, F3, PC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC4, F4, F8, AF4



ภาพที่ 1. ภาพเครื่อง Emotiv EPOC+ (Emotiv, 2015)

■ วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ใช้รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยโมเดล (Model Research) โดยอาศัยกรอบแนวคิดของ Richey and Klein (2007) ซึ่งมุ่งเน้นศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนาโมเดล โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ (Phase) ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (Model Development) ระยะที่ 2 การตรวจสอบความตรงของโมเดล (Model Validation) ระยะที่ 3 การใช้โมเดล (Model Use)

1) กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ในระยะที่ 1

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบคุณภาพของโมเดลฯ ด้านต่างๆ และตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของโมเดลฯ ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอน 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน

2) ผู้เรียน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านนาแกเหนือ อำเภอกู่เวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน เพื่อสำรวจคุณลักษณะของผู้เรียน และสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสภาพบริบทการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ ความรู้เดิมด้านการใช้เทคโนโลยี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) ผู้สอน เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับสำรวจคุณลักษณะของผู้สอนเกี่ยวกับสภาพบริบทการจัดการเรียนรู้ ที่มีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และออกแบบการเรียนรู้ที่อาศัยหลักการทฤษฎีเป็นพื้นฐาน จำนวน 1 คน

4) ผู้ออกแบบโมเดล ฯ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีการศึกษา ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบโมเดลฯ สำหรับการตรวจสอบคุณลักษณะของผู้ออกแบบโมเดลฯ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบโมเดล สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ เกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคในการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ จำนวน 1 คน

5) ผู้พัฒนาโมเดล ฯ เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ สำหรับตรวจสอบคุณลักษณะของผู้พัฒนาโมเดลฯ และความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาโมเดลฯ โดยเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ จำนวน 1 คน

กลุ่มเป้าหมาย ในระยะที่ 2

1) ผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบคุณภาพของโมเดลฯ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบโมเดล ฯ จำนวน 3 ท่าน

2) ผู้เรียน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนภูเวียงวิทยายน อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เพื่อทดลองเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ฯ

กลุ่มเป้าหมาย ในระยะที่ 3

1) ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมิน จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากระบวนการใช้โมเดล เงื่อนไขที่ส่งเสริมการใช้โมเดลที่ประสบความสำเร็จ และผลสำเร็จของการใช้โมเดล

2) ผู้เรียน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านนาถ่านเหลียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการใช้โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ฯ

3) ผู้สอน ที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านนาถ่านเหลียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผู้สอนที่ส่งผลต่อการใช้โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ฯ จำนวน 1 ท่าน

4) ผู้ออกแบบและพัฒนาโมเดล เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผู้ออกแบบและผู้พัฒนาที่ส่งผลต่อการใช้โมเดล ผู้ออกแบบ จำนวน 1 ท่าน ผู้พัฒนาโมเดล จำนวน 1 ท่าน

2) เครื่องมือการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการออกแบบ

2.2.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.3 แบบสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.5 แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลฯ

2.2.6 เครื่อง Emotiv EPOC+ ใช้วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

3.2 ศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนเพื่อศึกษาพื้นฐานที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเดิมของผู้เรียน และนำผลมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย ฯ

3.3 สร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ฯ

3.4 นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินตามแบบประเมินสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ฯ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการออกแบบ และนำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดย แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ความตรงภายใน และความตรงภายนอก

1) ความตรงภายในนำแบบประเมินคุณภาพโมเดล ๓ ทั้ง 3 ด้านเพื่อตรวจสอบความตรงภายใน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและระบบสัญลักษณ์ของสื่อ 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 3 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

2) ความตรงภายนอก โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งได้จากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ๓ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

2.4 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความ

2.5 คลื่นไฟฟ้าของสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่อง Emotiv EPOC+ ใช้วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียน

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

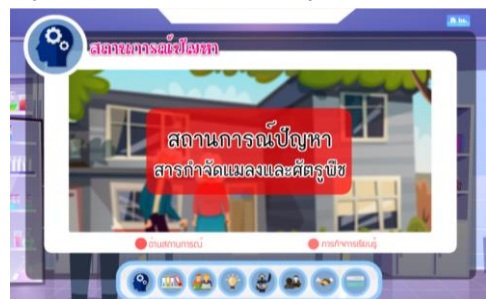
1. ความตรงภายใน พบว่า โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย ผลการตรวจสอบความตรงภายในของโมเดลพบว่า องค์ประกอบและหน้าที่ของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ทำงานสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำมาออกแบบ ทำให้เชื่อว่าโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถส่งเสริมกระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียนรวมไปถึงส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้

2. ความตรงภายนอก

2.1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่มาจากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ มี 8 องค์ประกอบ คือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) ศูนย์คลังความรู้ 3) ศูนย์ชุมชนใกล้เคียง 4) ศูนย์ช่วยเหลือ 5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 7) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา 8) ศูนย์ให้คำแนะนำ



ภาพที่ 2. ภาพหน้าจอหลักของสถานการณ์ปัญหา



ภาพที่ 3. ภาพหน้าจอของสถานการณ์ปัญหา



ภาพที่ 4. ภาพหน้าจอของศูนย์คลังความรู้



ภาพที่ 5. ภาพหน้าจอของศูนย์การช่วยเหลือ



ภาพที่ 6. ภาพหน้าจอของศูนย์เครื่องมือทางปัญญา

ภาพที่ 7. ภาพหน้าจอของศูนย์ส่งเสริมการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ

ภาพที่ 8. ภาพหน้าจอของศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้



ภาพที่ 9. ภาพหน้าจอของศูนย์ให้คำแนะนำ

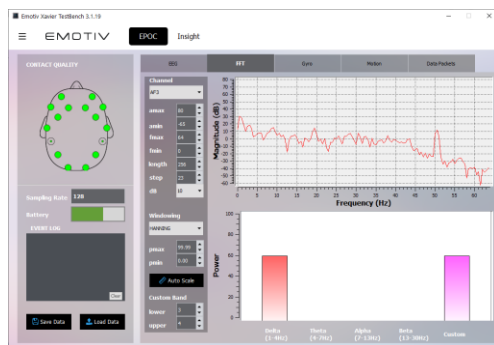
2.2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่าผู้เรียนทำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 42.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.11 คิดเป็นร้อยละ 84.80 โดยการวิเคราะห์โปรโตคอลและสรุปตีความ พบว่า ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 องค์ประกอบ คือ 1) พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่าง 2) พื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ 3) พื้นฐานสำหรับการอ้างอิงนำไปสู่การสรุป 4) การทำให้กระจ่างขั้นสูง และ 5) พื้นฐานสำหรับสมมติฐานและการบูรณาการ

2.3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่า ผู้เรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 41.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.87 คิดเป็นร้อยละ 83.87 ของคะแนนเต็ม แสดงว่ามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และผู้เรียนร้อยละ 86.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.4) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ที่ระดับ 0.844 ($R = 0.844$) โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.5) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ มีการออกแบบที่เหมาะสมและช่วยสนับสนุนส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

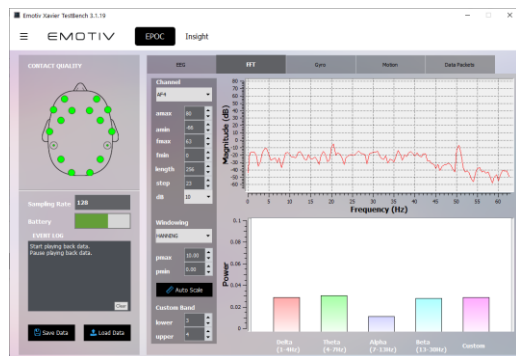
2.6) คลื่นไฟฟ้าของสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ พบว่า ขณะผู้เรียนปฏิบัติการการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการพบคลื่น Alpha (7–13 Hz) ทุกตำแหน่งที่วัด คือ AF3, AF4, F3, F4, F7, และ F8 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะไม่ได้ปฏิบัติการการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยให้ผู้เรียนนั่งนิ่ง ๆ พบว่า คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการการคิดมีค่าเฉลี่ยของคลื่น alpha สูงกว่าขณะไม่ได้ปฏิบัติการการคิด ซึ่งทำให้เชื่อได้ว่าผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งก็คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในขณะปฏิบัติการการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ ดังภาพต่อไปนี้



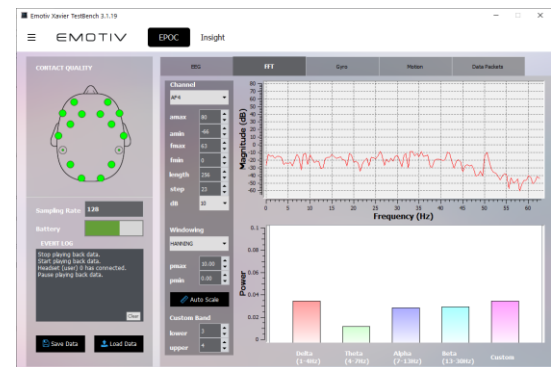
ภาพที่ 10. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง AF3



ภาพที่ 11. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง AF3



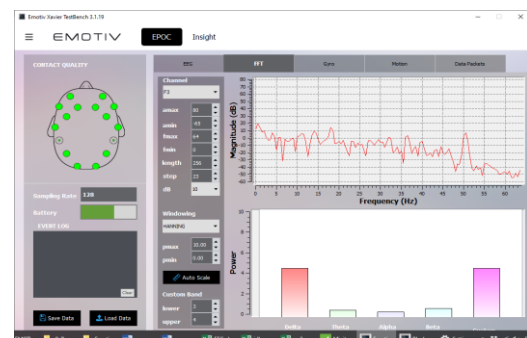
ภาพที่ 12. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง AF4



ภาพที่ 13. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง AF4



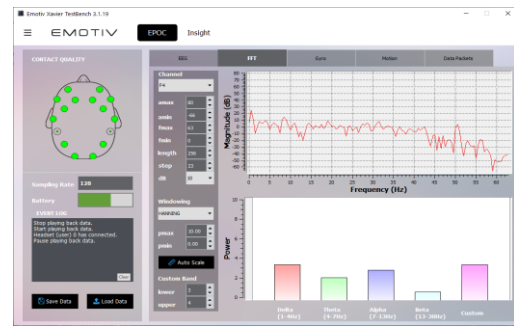
ภาพที่ 14. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง F3



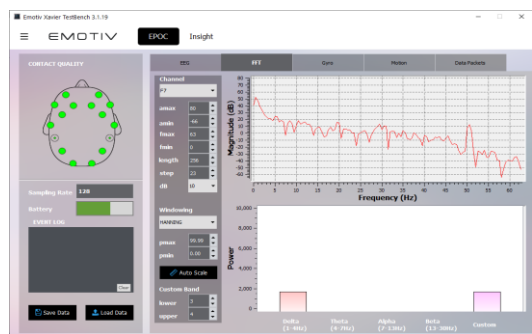
ภาพที่ 15. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติการการคิด ที่ตำแหน่ง F3



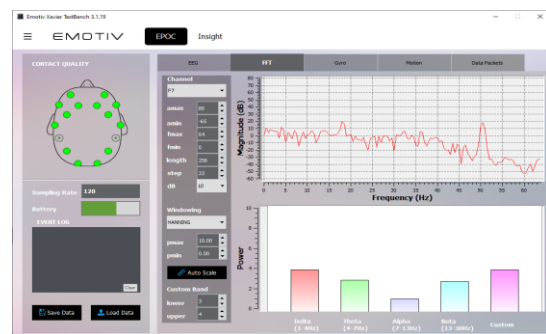
ภาพที่ 16. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F4



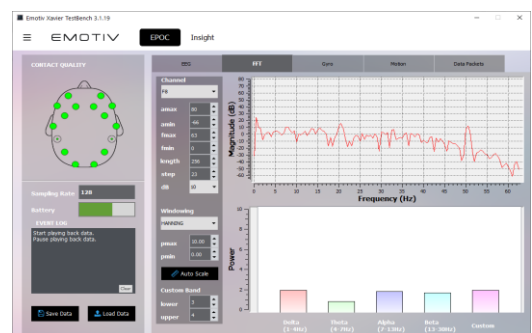
ภาพที่ 17. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F4



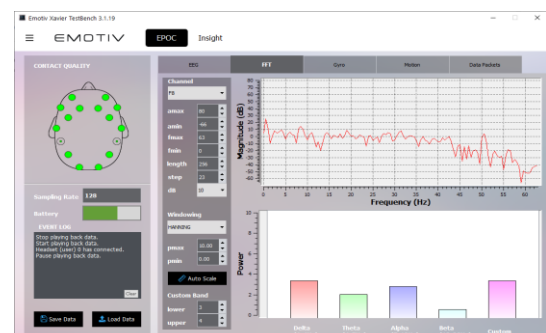
ภาพที่ 18. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F7



ภาพที่ 19. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F7



ภาพที่ 20. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะไม่ได้ปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F8



ภาพที่ 21. คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจ ที่ตำแหน่ง F8

การอภิปรายผล

1) ผลการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้มีความสอดคล้องทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ โดยงานวิจัยนี้สอดคล้องกับ พิญญารัตน์ สิงหะ และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562) พรพุดิ คำแก้ว และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562) ศรีสุดา ดวงใต้ และสุมาลี ชัยเจริญ (2563) ที่พบว่า โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้มีความตรงในด้านเนื้อหาที่ออกแบบจากทฤษฎีวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้เนื้อหามีความชัดเจน สัมพันธ์กับหัวข้อที่เรียน เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ด้านสื่อ ออกแบบป้อนสื่อความหมายขององค์ประกอบได้เหมาะสม มีการสนับสนุนในการเรียนรู้ของผู้เรียน ออกแบบองค์ประกอบทางศิลป์ มีความน่าสนใจต่อการเรียนรู้ และด้านการออกแบบ ที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนเกิดความคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ประกอบไปด้วย

8 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) ศูนย์คลังความรู้ (3) ศูนย์ชุมชนใกล้เคียง (4) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา (5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (6) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (7) ศูนย์การช่วยเหลือ และ (8) ศูนย์ให้คำแนะนำ

2) ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและจากผลการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ได้จากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 42.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.11 คิดเป็นร้อยละ 84.80 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พวงทอง เพชรโพน (2555), วันวิสาข์ ไชรัมย์. (2554) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการประยุกต์การคิดอย่างมีวิจารณญาณของ (Ennis, 2011) ที่ประกอบด้วย 1) พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่าง (Elementary Clarification) 2) พื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ (Bases for a Decision) 3) พื้นฐานสำหรับการอ้างอิงนำไปสู่การสรุป (Inference) 4) พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่างขั้นสูง (Advanced clarification) 5) พื้นฐานสำหรับสมมติฐานและการบูรณาการ (Supposition and integration) การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นและพัฒนาให้เพิ่มมากขึ้นได้ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็น แบบฝึกทักษะ การเรียนบนเครือข่าย การจัดกิจกรรม หรือจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการที่ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อาจจะเป็นผลมาจากการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่า ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 83.87 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 และการนำหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุมาลี ชัยเจริญ (2559), สุชาติ วัฒนชัย (2553), ปินา สุขเจริญ (2559), อิศรา ก้านจักร (2547), จารุณี ขา มาตย์ (2552) พบว่า จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎี การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยการพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาใช้แก้ปัญหา และสร้างเป็นความรู้ และสร้างเป็นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยการออกแบบองค์ประกอบในสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และเหมาะสมกับผู้เรียน

4) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ที่ระดับ 0.844 ($R = 0.844$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงจะมีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงไปด้วย และในทางตรงกันข้ามถ้าผู้เรียนมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำจะมีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำไปด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พวงทอง เพชรโพน (2555); วันวิสาข์ ไชรัมย์. (2554) ที่พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

5) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่ พบว่า มีความเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุมาลี ชัยเจริญ (2559) สุชาติ วัฒนชัย และคณะ (2553) ปินา สุขเจริญ และสุมาลี ชัยเจริญ (2561) ที่พบว่า ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้มีความเหมาะสมสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

6) คลื่นไฟฟ้าของสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ พบว่า ขณะผู้เรียนปฏิบัติภารกิจการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการพบคลื่น Alpha (7–13 Hz) ทุกตำแหน่งที่วัด คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจมีค่าเฉลี่ยของคลื่น alpha สูงกว่าขณะไม่ได้ปฏิบัติภารกิจ ซึ่งทำให้เชื่อได้ว่าผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งก็คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ L.A. Dikaya, E.B. Pokyl. (2012) ที่พบว่า ความแตกต่างโดยทั่วไปในการเชื่อมโยงกันของ EEG ของผู้เรียนที่มีสัญญาณความสามารถพิเศษในระหว่างการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการทำงานเชื่อมโยงและยังพบว่าสำหรับงานทางวนภาษา (verbal) และด้านอวัจนภาษา มีการบูรณาการที่สูงและมีความเชี่ยวชาญในการทำงานในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาที่มีความแตกต่างกันซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ

■ บทสรุปจากการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความตรงภายใน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อยืนยันองค์ประกอบของโมเดล ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับตรวจสอบความตรงภายนอกโมเดล ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านนาگانเหลือง ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน วิเคราะห์โปรโตคอล สรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความตรงภายในทั้ง 3 ด้าน มีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบที่นำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโมเดล 2) ความตรงภายนอก พบว่า ผลกระทบของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อม คือ (1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา, ศูนย์คลังความรู้, ศูนย์ชุมชนใกล้เคียง, ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา, ศูนย์ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ, ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้, ศูนย์การช่วยเหลือ และ , ศูนย์ให้คำแนะนำ (2) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์โปรโตคอล พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนมี 5 องค์ประกอบ คือ พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่าง , พื้นฐานสำหรับการตัดสินใจ, พื้นฐานสำหรับการอ้างอิงนำไปสู่การสรุป, พื้นฐานสำหรับการทำให้กระจ่างขั้นสูง, พื้นฐานสำหรับสมมติฐานและการบูรณาการ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 83.87 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 (4) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation analysis) ด้วยวิธี Pearson correlation พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.844 หมายถึงมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (5) ความคิดเห็นของผู้เรียน พบว่า โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ (6) คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้เรียนขณะปฏิบัติภารกิจมีค่าเฉลี่ยของคลื่น alpha สูงกว่าขณะไม่ได้ปฏิบัติภารกิจ ซึ่งทำให้เชื่อได้ว่าผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งก็คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในขณะปฏิบัติภารกิจการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องปฏิบัติการ

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ควรศึกษาเกี่ยวกับผลขององค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของโมเดลสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้บนเครือข่ายฯ เพื่อที่จะได้นำมาออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) ผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำผลการศึกษเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ไปใช้เป็นแนวทางในบริบทของตนเองได้
- 2) ผู้สอนสามารถนำผลการศึกษาคิดอย่างมีวิจารณญาณไปออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณได้
- 3) ผู้สอนสามารถนำผลการศึกษาคิดอย่างมีวิจารณญาณไปออกแบบ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมไปใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในบริบทใหม่ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

References

- กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สาธิตพัชรบุรี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จารุณี ชามาตย์. (2552). *การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.
- ทิตินา แคมมณี และคณะ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิณา สุขเจริญ และ สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). *การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว*. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(2), 12-23
- พวงทอง เพชรโพน. (2555). *การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมทักษะทางปัญญาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรวิมล คำแก้ว และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562). *การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักศึกษาระดับอนุปริญญา*. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 30(1), 1-10.
- พิชญารัตน์ สิงห์ และ สุมาลี ชัยเจริญ (2562). *การตรวจสอบความตรงของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาโดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์*. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 30(1), 22-31.

- วิรัชรอง ทองวิเศษ. (2545). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วันวิสาข์ โชรรัมย์. (2554). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรีสุตา ดวงไธดี และสุมาลี ชัยเจริญ (2563). การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการกำกับตนเอง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 11(1), 68-77.
- สุชาติ วัฒนชัย. (2547). ผลของการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องการบาดเจ็บของข้อเข่าสำหรับผู้เรียนสัตวแพทยศาสตร์ชั้นปีที่ 5. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุชาติ วัฒนชัย. (2553). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและการถ่ายโยงการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุชาติ วัฒนชัย และคณะ. (2551). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การออกแบบและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2544). แนวโน้มของการวิจัยสื่อทางปัญญา. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (เอกสารอัดสำเนา).
- สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ. (2559). เทคโนโลยีการศึกษา: หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อิศรา ก้านจักร. (2547). ผลการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวConstructivism: Open Learning Environment (OLEs) สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อิศรา ก้านจักร. (2552). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมทาโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Adrews, S. (1995). *The effects of a constructivism learning environment on Student condition of mechanics and attitude toward science: a case study (attitude toward science)*. [n.p.]: The University of North Carolina At Greensboro.
- Ennis, R.H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skill. *Educational Leadership*, 43(2), 45-48.
- Ennis, R.H. (2000). *Super-Streamlined Conception of Critical Thinking (1)*. Retrieved July 25, 2007, from <http://tonydude.net/NaturalScience1000/Topics/1Universe/zzcriticalthinking.html>
- Jonassen, D.H., Jane, H., Joi, M. & Rose, M.M. (2003). *Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective*. 2nd ed. [n.p.]: Prentice Hall.
- L.A. Dikaya, E.B. Pokyl. (2012) Features of EEG coherence during divergent problems solving ingifted individuals. *International Journal of Psychophysiology*, 85, 361-430.

- Lord, T., Travis, H., Magill, B. & King, L. (2002). Comparing Student-centered instruction in college biology labs. Retrieved September 25, 2008, from <http://www.k12sPhast.umass.edu/steemtec/pathways/Preceedings/Lord-p.doc>
- Mayer, R.E. (1992). Cognition and instruction: On their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84(1), 405-412.
- Muhammad, N.F., Edwin, R. & Hatma, S. (2015). EEG Wave Identification in Human Brain with Emotiv EPOC for Motor Imagery. *Procedia Computer Science*, 72, 269-276.
- Richey, R. C., & Klein, J. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.