

การศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ เรื่องไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียน ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตาม แนวคอนสตรัคติวิสต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 Grade 9 students' mental model about electricity in learning with constructivist web - based learning environment

เทวฤทธิ์ จันเสริม (Tevarit Chanserm)*

จารุณี ชามาตย์ (Charuni Samat)**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นมีรูปแบบการวิจัยแบบเบื้องต้น เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ เรื่องไฟฟ้าของผู้เรียนที่เรียน กลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องไฟฟ้า กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 44 คน โรงเรียน พุทโธสง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ปีการศึกษา 2553

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องกระแสไฟฟ้าจำนวน 3 รูปแบบ และมีรูปแบบย่อยจำนวน 6 รูปแบบ รูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องกฎของโอห์มจำนวน 2 รูปแบบ และมีรูปแบบย่อยจำนวน 6 รูปแบบ รูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมจำนวน 6 รูปแบบ และมีรูปแบบย่อยจำนวน 8 รูปแบบ รูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบขนานจำนวน 5 รูปแบบและมีรูปแบบย่อยจำนวน 12 รูปแบบ
2. ลักษณะโครงสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) ทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) Simple to Complex 2) Detail to General และ 3) Concrete to Abstract ในเนื้อหาเรื่องกระแสไฟฟ้า กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้า ตามลำดับ
3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ($\bar{X}_{PRE} = 17.02$, $\bar{X}_{POST} = 21.34$) และพบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 70.45
4. ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องไฟฟ้าอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: รูปแบบการทำความเข้าใจ ลักษณะโครงสร้างไฟฟ้า

Keyword: Mental Model, Electricity

* นักศึกษาลัทธิศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract

The Study employed pre-experimental design, based on the web- based learning environments developed on CLEs in the science course The target group consisted of 44 grade 9 students in Phutthaisong School under the Office of Secondary Education District 32, Buriram Province during semester of the academic year 2010. The study aimed to 1) learners' mental model of electricity 2) learners' mental model of electricity that explained according to Merrienboer (1997) such as Declarative Knowledge 3) learning achievement in science course of electricity and 4) the learners' opinion.

The findings:

1. Learners' mental model of electricity, we founded three types and six subtypes in electric circuits, two type and six subtype in Ohm's law, six type and eight subtype in series circuits and five type and eight subtype in parallel circuits.
2. Founded three categorized of learners' mental model of electricity that explained according to Merrienboer (1997) such as Declarative Knowledge that Simple to Complex, Detail to General and Concrete to Abstract in this study.
3. Results of the learning achievement showed average posttest score was higher ($\bar{X}_{PRE} = 17.02$, $\bar{X}_{POST} = 21.34$) than the average pretest score that over than 70% after student learned through web-based learning environment developed on CLEs.
4. The learners' opinion showed average score equal 4.39 ($\bar{X}_{Avg} = 4.39$) which was good level.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ มนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีความคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ในกระบวนการของการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งตระหนักว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง (Bell, 1993) ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเพื่อจะให้เหตุผล บรรยาย อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ หรือสร้างแบบจำลองในหลาย ๆ รูปแบบเพื่อสื่อสารแนวคิดของตนเองกับบุคคลอื่นหรือเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เรียกว่า รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) หมายถึง สิ่งที่แสดงถึงความเข้าใจของบุคคลนั้น ๆ ที่อาจสื่อออกมาในรูปของการบรรยาย

การอธิบาย การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุ อุปกรณ์ และอื่น ๆ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งแต่ละบุคคลอาจมีรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการเรียนรู้และอายุของบุคคลนั้น ๆ (Norman, 1983 อ้างถึงใน เทวฤทธิ์ จันเสริม และ โชคชัย ยืนยง, 2549) การสร้างสิ่งขึ้นแทนความรู้ (Representation) ของมนุษย์ในลักษณะของ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) ประกอบด้วย 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) Simple to Complex 2) Detail to General และ 3) Concrete to Abstract

จากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2552 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทไธสง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับจังหวัด ระดับสังกัดและระดับประเทศ ตามลำดับ และการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฝ่ายวิชาการ โรงเรียนพุทไธสง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 พบว่า

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 2.72 ซึ่งต่ำกว่าเป้าที่โรงเรียนตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.07 ซึ่งต่ำกว่าเป้าที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เช่นกัน จากสภาพปัญหาดังกล่าวจึงเป็นปัญหาสำหรับครูผู้สอนในการที่จะหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นการผนวกวิธีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ประสานร่วมกับคุณลักษณะสื่อบนเครือข่ายซึ่งจะเน้นกระบวนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ควบคู่กับกระบวนการเรียนรู้บนเครือข่าย คือนักเรียนมีโอกาสแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ด้วยตนเองจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายทั้งด้านคุณลักษณะของสื่อ (Media Attribution) และระบบสัญลักษณ์ของสื่อ (Media Symbol System) นักเรียนมีโอกาสแสวงหาความรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ทุกที่และทุกเวลา นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีการอภิปรายกลุ่มเล็ก และการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนผ่านเวบบอร์ด (Web board) เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

บทบาทของครูในปัจจุบันจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้สั่งสอนหรือถ่ายทอดความรู้มาเป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกเป็นการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วและสร้างความรู้เองได้ เพื่อให้ผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) จะเห็นว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) (อิสรา ก้านจักร, 2547; สุชาติ วัฒนชัยนิล, 2547) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของผู้เรียนเนื่องจากเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญทำให้ผู้เรียนรู้จักการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มเพื่อนและครูเกิดความรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) ของผู้เรียน เรื่อง ไฟฟ้า
2. ศึกษาลักษณะโครงสร้างของรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge
3. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เรื่อง ไฟฟ้า
4. ศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายที่จัดทำในรูปแบบของข้อความหลายมิติหรือสื่อหลายมิติที่มีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย โดยมีหลักการที่สำคัญในการออกแบบประกอบด้วย 1) สถานการณ์ปัญหา 2) การร่วมมือกันแก้ปัญหา 3) ธนาคารข้อมูล และ 4) ฐานให้ความช่วยเหลือ
2. รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นแทนความรู้ที่ใช้ในการทำ ความเข้าใจเนื้อหาหรือบทเรียนนั้น ๆ อาจอยู่ในลักษณะของการบรรยาย การอธิบาย การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุอุปกรณ์ และอื่น ๆ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่ Declarative Knowledge และ Procedural Knowledge (Merrienboer, 1997)
3. Declarative Knowledge หมายถึง ลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งจะอธิบายวิธีการสร้างความรู้ของผู้เรียนในลักษณะของโครงสร้างทางปัญญาลึก (Schema) ประกอบด้วย 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) Simple to Complex 2) Detail to General และ 3) Concrete to Abstract
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเทียบกับเกณฑ์ 70% ของคะแนนเต็ม

5. ความคิดเห็นของผู้เรียน หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เรียนต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) เขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

$T_1 \quad X \quad T_2$

เมื่อ T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน
X แทน การเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

2. **กลุ่มเป้าหมาย** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 44 คน โรงเรียนพุทไธสง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

3. **ตัวแปรที่ศึกษา** ได้แก่ รูปแบบการทำความเข้าใจ, Declarative Knowledge, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่
 - 1) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องไฟฟ้า และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องไฟฟ้า จำนวน 3 แผน เวลา 12 ชั่วโมง
 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 1) แบบสอบถามปลายเปิด 2) การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังนี้ 1) เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2) เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนตอบแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแนวการตอบแบบสอบถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์นำมาจัดกลุ่มของรูปแบบการทำความเข้าใจ และนำแต่ละรูปแบบมาวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างในลักษณะของ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) บนพื้นฐานทฤษฎีสเกมา (Schema) ซึ่งประกอบด้วย 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) Simple to Complex 2) Detail to General และ 3) Concrete to Abstract) ตามลำดับ
2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความคิดเห็นของผู้เรียนจากการตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นมาตรวัดประเมินค่า (Rating Scale) ชนิด 5 อันดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยมาก ตามลำดับ โดยการแปลค่าคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์การให้คะแนน (จักรยาทุท พลทะสอน, 2549)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. **รูปแบบการทำความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียน** พบรูปแบบการทำความเข้าใจ เรื่องกระแสไฟฟ้าทั้งหมดจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) Model 1: กระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลทางเดียว 2) Model 2: กระแสไฟฟ้า

มีทิศทางการไหลสองทาง และ 3) Model 3: ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล ตามลำดับ และพบรูปแบบการทำความเข้าใจย่อย จำนวน 6 รูปแบบ จะเห็นว่า ผู้เรียนมีรูปแบบที่หลากหลายทั้งนี้เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้น ผู้เรียนจึงพยายามอธิบายและให้เหตุผลโดยใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์ที่มีอยู่ของผู้เรียนเองด้วยการเขียนบรรยาย ประกอบกับการอธิบายด้วยรูปภาพและเป็นที่น่าสังเกตว่า ก่อนเรียนนั้นผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ว่ากระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลสองทาง คิดเป็นร้อยละ 43.19 (จำนวน 19 คน) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผิดไปจากรูปแบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า และพบว่าหลังเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่กลับมีแนวคิดที่เปลี่ยนไปจากเดิม โดยพวกเขาเชื่อว่ากระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลทางเดียว คิดเป็นร้อยละ 59.10 (จำนวน 26 คน) โดยเฉพาะ Model 1-1 ที่ผู้วิจัยพบว่ามีความเพิ่มขึ้นซึ่งรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า นั่นคือ “กระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลทางเดียวออกจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของถ่านไฟฉาย” และผู้วิจัยไม่พบ Model 3 หลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนรูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องกฎของโอห์ม พบรูปแบบทั้งหมดจำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) Model NF การอธิบายและการให้เหตุผลไม่มีรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และ 2) Model F การอธิบายและการให้เหตุผลมีรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และพบรูปแบบย่อยจำนวน 6 รูปแบบ ได้แก่ Model NF-1, Model NF-2, Model NF-3, Model NF-4, Model F-1 และ Model F-2 นอกจากนี้ยังพบคำร้อยละของผู้เรียนลดลงใน Model NF-1, Model NF-2, Model NF-3, Model NF-4 และ Model F-1 หลังจากเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีเพียง Model F-2 เท่านั้นที่มีคำร้อยละของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นรูปแบบที่ถูกต้องตามแนวคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ พวกเขาอธิบายและให้เหตุผลโดยใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการอธิบายเกี่ยวกับกฎของโอห์ม ซึ่งการอธิบาย

และให้เหตุผลในลักษณะเช่นนี้เป็นที่นิยมมากสำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักฟิสิกส์ เช่น การใช้แคลคูลัสขั้นสูงในการอธิบายและจำลองการเกิดหลุมดำ การใช้เรขาคณิตวิเคราะห์ในการอธิบายแสงเชิงเรขาคณิตในวิชาฟิสิกส์ เป็นต้น

รูปแบบการทำความเข้าใจ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ผู้วิจัยพบรูปแบบทั้งหมดสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chiu & Lin (2005) กรณีการศึกษาวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมพบรูปแบบทั้งหมด 6 รูปแบบ ได้แก่ 1) Model A: Uni-polar 2) Model B: Bipolar 3) Model C: Attenuation 4) Model D: Scientific 5) Model E: Bulb itself has electricity และ 6) Model F: No light และพบรูปแบบย่อยทั้งหมด 8 รูปแบบ ได้แก่ 1) Model B-1 2) Model B-2 3) Model B-3 4) Model B-4 5) Model C-1 6) Model C-2 7) Model D-1 และ 8) Model D-2 โดยรูปแบบ Model A: Uni-polar, Model C: Attenuation, Model D: Scientific และ Model E: Bulb itself has electricity มีแนวคิดที่ว่ากระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลทางเดียวซึ่งจะไหลออกจากด้านใดด้านหนึ่งของถ่านไฟฉายเท่านั้น และ Model B: Bipolar มีแนวคิดที่ว่ากระแสไฟฟ้ามีทิศทางการไหลสองทางซึ่งจะไหลออกจากทั้งสองด้านของถ่านไฟฉาย ส่วน Model F: No light มีแนวคิดว่าจะไม่มีอะไรเกิดขึ้นเนื่องมาจากวงจรไฟฟ้าไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าหลังเรียนไม่พบผู้เรียนที่เหลืออยู่ใน Model E และ Model F เลย อีกประเด็นที่น่าสนใจคือ มีร้อยละของผู้เรียนใน Model D: Scientific เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะ Model D-2 ที่มีแนวความคิดว่า “กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางการไหลออกจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ หรือไหลจากศักย์สูงสู่ศักย์ต่ำและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลแต่ละจุดในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมีค่าคงที่และมีค่าน้อยกว่าวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย” ซึ่งเป็นรูปแบบที่ถูกต้องตามแนวคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ส่วนกรณีวงจรไฟฟ้าแบบขนาน พบรูปแบบทั้งหมด 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) Model BO: Bouncing 2) Model B: Bipolar 3) Model S: Loop 4) Model C: Attenuation และ 5) Model D: Scientific และพบรูปแบบย่อย 12 รูปแบบ

ได้แก่ 1) Model B-(1) 2) Model B-(2) 3) Model B-(3) 4) Model S-(1) 5) Model S-(2) 6) Model S-(3) 7) Model S-(4) 8) Model C-(1) 9) Model C-(2) 10) Model C-(3) 11) Model D-(1) และ 12) Model D-(1) โดยรูปแบบ Model S: Loop, Model C: Attenuation และ Model D: Scientific มีแนวคิดว่าการไหลไฟฟ้ามีทิศทางการไหลทางเดียว ซึ่งจะไหลออกจากด้านใดด้านหนึ่งของถ่านไฟฉายเท่านั้น และ Model B: Bipolar มีแนวคิดว่าการไหลไฟฟ้ามีทิศทางการไหลสองทาง ซึ่งจะไหลออกจากทั้งสองด้านของถ่านไฟฉาย ส่วน Model BO: Bouncing มีแนวคิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแบบขนานที่ไม่สมบูรณ์

อีกประเด็นที่น่าสนใจคือมีร้อยละของผู้เรียนใน Model D: Scientific เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ Model D-(3) ที่มีแนวความคิดว่า “กระแสไฟฟ้าจะมีทิศทางการไหลออกจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ หรือไหลจากศักย์สูงสู่ศักย์ต่ำและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าแบบขนานมีค่าคงที่และเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย” ซึ่งเป็นรูปแบบที่ถูกต้องตามแนวคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะพบว่าหลังเรียนมีร้อยละของผู้เรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น นั่นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจากสถานการณ์ปัญหาที่จัดขึ้นบนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่ายในบริบทแวดล้อมที่หลากหลายโดยการเชื่อมโยงจากความรู้เดิมหรือบริบทที่ใกล้เคียงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ เป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการการเรียนรู้ โดยการจัดให้มีกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการโยงความรู้จากกรณีตัวอย่างเหล่านั้นนำมาปรับเข้าสู่สภาพปัญหา และมีแหล่งข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาหาความรู้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและเสนอแนะผลของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้แล้วใช้เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแปลความหมายและจัดกระทำกับปัญหา ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ปรับรูปแบบที่ไม่ถูกต้องของตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน ครู และผู้เชี่ยวชาญให้มีรูปแบบที่ถูกต้องตามแนวคิดแบบนักวิทยาศาสตร์

จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเผชิญนั้นจะต้องรู้จักใช้ความคิดเพื่อหาเหตุผลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น และที่สำคัญจะต้องรู้จักการใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา นั้น ไม่ว่าจะเป็นความรู้จากโลกกว้างผ่าน World wide web หรือการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับคนอื่นซึ่งการเรียนแบบนี้เป็นอีกวิธีหนึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

2. ลักษณะโครงสร้างของรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge
รูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) บนพื้นฐานทฤษฎีสเกมา (Schema) ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ 1) Simple to Complex 2) Detail to General และ 3) Concrete to Abstract ซึ่งพบลักษณะทั้งหมดนี้ในเนื้อหาเรื่องกระแสไฟฟ้า กฎของโอห์ม และวงจรไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะ Declarative Knowledge ในแบบที่ง่ายที่สุด ไม่มีความซับซ้อน เป็นเพียงหลักการและทฤษฎี นั่นคือ Simple to Complex และถ้าหากว่าผู้เรียนสามารถอธิบายและให้รายละเอียดได้เพิ่มมากขึ้นแต่ยังไม่ถูกต้องและสมบูรณ์เหมือนรูปแบบการทำความเข้าใจแบบนักวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า Detail to General ซึ่งผู้วิจัยสามารถพบลักษณะเช่นนี้ได้พอ ๆ กับลักษณะ Simple to Complex ส่วนลักษณะ Concrete to Abstract ผู้วิจัยพบเฉพาะกลุ่มผู้เรียนที่มีรูปแบบการทำความเข้าใจ ที่ถูกต้องแบบนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน (17.02 คะแนน) เทียบกับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (21.34) พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มสูงขึ้นด้วย (ร้อยละ 70.45) สอดคล้องกับการศึกษาของอิศรา ก้านจักร (2547) และ

จักรายุทธ พลทะสอน (2549) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวนั้นอาจเนื่องมาจากการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้นบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน เกิดกระบวนการ การสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการมีโอกาสดำเนินข้อมูลอย่างหลากหลายหรือประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ กลั่นกรองข้อมูลเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่และสร้างความหมายของข้อมูลความรู้ด้วยตนเองจากการที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามคุณลักษณะของสื่อบนเครือข่ายที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลายที่ถูกจัดไว้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนในรูปแบบของแหล่งข้อมูลเว็บอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับประเด็นหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะประมวลความรู้ที่ได้รับมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตั้งขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากการศึกษาในข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมไว้ในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้นบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้ว ผู้เรียนยังสามารถเข้าไปสอบถามหรือขอคำแนะนำจากฐานข้อมูลช่วยเหลือซึ่งจัดไว้และยังสามารถสนทนาหรือขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญผ่านกระดานสนทนา อย่างไรก็ตามการที่ผู้เรียนได้ร่วมมือกันแก้ปัญหาแล้วยังมีส่วนทำให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเพื่อหาข้อสรุปในการตอบปัญหาของสถานการณ์ที่พวกเขากำลังเผชิญอยู่ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนได้ขยายแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนรู้แตกความคิดรวบยอดที่เป็นความเข้าใจให้กว้างขวางขึ้นจากการแลกเปลี่ยนเรื่องที่ตนเองเข้าใจกับเพื่อน ทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้น และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย ซึ่งการเรียนโดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์ รวมทั้งผู้เรียนมีการวิเคราะห์การเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งในด้านเนื้อหาสาระที่เรียนและกระบวนการทำงานร่วมกัน (ทิศนา แคมมณี และคณะ, 2540) ผู้เรียนจะสร้างความรู้ที่เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

ในการทำความเข้าใจในความรู้ที่ได้รับมาและนำมาใช้เชื่อมโยงและปรับความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถสร้างความรู้ใหม่ที่ใช้ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้ จึงอาจทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. ความคิดเห็นของผู้เรียน พบว่า อยู่ในระดับ

ความคิดเห็นมาก ($\bar{X}_{Avg} = 4.39$) ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นจำนวน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหามีความถูกต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ครอบคลุมและเอื้ออำนวยต่อการศึกษาค้นคว้าทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้ง่าย มีการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี 2) ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วด้วยการเชื่อมโยง (Links) ไปยังสารสนเทศต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย อีกทั้งคุณลักษณะของสื่อต่าง ๆ เช่น รูปแบบการนำเสนอภาพ กราฟิกและภาพเคลื่อนไหวที่จะช่วยตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลต่อแนวคิดที่ถูกต้องตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เมื่อผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายนั้นผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาด้วยตัวเองด้วยการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้อย่างง่าย เพื่อนำมาใช้เพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์สามารถไตร่ตรองวิเคราะห์ถึงปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งฐานให้ความช่วยเหลือที่จัดไว้ในรูปของผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำในลักษณะของข้อความที่ช่วยเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาและกระดานสนทนา ที่ผู้เรียนสามารถติดต่อพูดคุย สอบถามหรือขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาได้ โดยอย่างกระตือรือร้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของดวงใจ สอนนำ (2546), จักรายุทธ พลทะสอน (2549) ซึ่งพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้นบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาในการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยสถานการณ์ปัญหาที่เข้าใจง่ายและเป็นเรื่องใกล้ตัว เพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการแสวงหาคำตอบมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากข้อมูลเชิงคุณภาพกับเชิงปริมาณ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำความเข้าใจกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น
- 2) ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เนื้อหาอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาที่เป็นนามธรรมในรายวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จักรายุทธ พลทะสอน. (2549). **ผลของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องความโน้มถ่วง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบึงโขงหลงวิทยาคม จังหวัดหนองคาย**. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดวงใจ สอนนำ. (2546). **ผลของการใช้สื่อบนเครือข่ายร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง วิชา 212 501 เทคโนโลยีการสอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทศนา ขมมณี และคณะ. (2540). **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- เทวฤทธิ์ จันเสริม และโชคชัย ยืนยง. (2549). **รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ธรรมชาติของแสง**. เอกสารประชุมวิชาการ เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุชาติ วัฒนชัยนิล. (2547). **ผลของการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบาดเจ็บของข้อเข่า สำหรับนักศึกษาลัทธิวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 5**. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อิสรา ก้านจักร. (2547). **ผลของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว Constructivism: Open End Learning Environment (OLEs) สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Bell B. F. (1993). **Children's science, Constructivism and Learning in Science**. Gelong: Deaking University Press.

- Chiu, M. H. & Lin, J. W. (2005). Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies. **Journal of Researching Education**, 6, 429-464.
- Merrienboer, J. G. (1997). **Training Complex Cognitive Skill: A four- Components Instructional Design Model for Technician Training**. Newjersy: Educational.