

รูปแบบการทำความเข้าใจเรื่องการเกิดความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ Focus –Action – Reflection (FAR) Guide Grade 11 Students Mental model about Heat through Focus –Action – Reflection (FAR) Guide

จำไพ พรหมวงษ์ (Rampai Promwong)*

โชคชัย ยืนยง (Chongchai Yuenyong, Ph.D.)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนเรื่องการเกิดความร้อน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ Focus – Action - Reflection (FAR) Guide รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงตีความ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจรูปแบบการทำความเข้าใจด้วยการตอบคำถามและนำรูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียนที่ได้มาจัดกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องกับโมเดลวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ในการสอนด้วยการเปรียบเทียบการเกิดความร้อนด้วยโดมิโนและหนังสือทำให้นักเรียนมีจินตนาการเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นความเหมือนและความแตกต่างได้ต่างกัน เนื่องจากมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นในการเลือกตัวเปรียบเทียบ (Analog) ผู้สอนต้องพิจารณาความรู้และประสบการณ์เดิมหรือความคุ้นเคยของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

The purpose of this study was to identify the characteristics of Grade 11 students' pre- and post- mental model about heat through study the Focus – Action – Reflection (FAR) Guide. Approach the study was interpretative. The data was collected by a mental model survey. The data was analyzer by comparing and categorizing the students answers into various groups.

The results were: The “Domino” and “Book” analogy of heat help students visualize the abstract concept to be more concept and the students' prior knowledge and experience affected their analyses of similarities and differences between analog and the targeted concept. Thus, the teachers should consider the prior knowledge and experience or familiarity of the students before choosing the Analog. In order to help students learn effectively.

คำสำคัญ: รูปแบบการทำความเข้าใจ ความร้อน รูปแบบการสอนแบบ FAR Guide

Keyword: Mental model, Heat, FAR Guide

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำความรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ (กรมวิชาการ, 2546) กระบวนการของการหาความรู้ ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (constructivism) ที่บอกว่า การเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียน ให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน แต่ทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ทฤษฎีนี้อธิบาย “ความรู้” ว่าเป็น สิ่งชั่วคราว มีพัฒนาการ ไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม เพื่อเป็นตัวแทนความคิด (representation) ของความจริง (reality) และอธิบาย “การเรียนรู้” ว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตัวบุคคลนั่นเอง ในการต่อสู้กับสถานการณ์และความขัดแย้ง ที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม นั่นคือ การเรียนรู้ เป็นการสร้างตัวแทนความคิดใหม่ และสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจ (mental model) ของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม ผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, อ้างถึงใน ไชยศัย ยืนยง, 2551)

สิ่งที่ทำให้ครูทราบนักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรวนั้นคือ รูปแบบการทำความเข้าใจ ซึ่งจะสื่อออกมาในรูปของการบรรยาย การอธิบาย การวาดรูป การประดิษฐ์ การสร้างวัสดุอุปกรณ์ หรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งรูปแบบการทำความเข้าใจของแต่ละบุคคลอาจไม่เหมือนกัน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการเรียนรู้และอายุของบุคคลนั้น ๆ (Glynn and Duit, 1995 อ้างถึงใน สมฤทัย สังขคราม, 2553)

รูปแบบการทำความเข้าใจ สามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) รูปแบบการทำความเข้าใจเชิงกายภาพ (physical model) และ 2) รูปแบบการทำความเข้าใจเชิงนามธรรม (conceptual model)

การสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจเชิงนามธรรมนี้ มีความสำคัญมากในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพราะเนื้อหาบางเรื่องนั้น สามารถเข้าใจได้ยาก เช่น เรื่องอุณหพลศาสตร์ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แต่มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิกส์ ความร้อน อุณหภูมิ และการถ่ายเทความร้อนให้ตรงกับนิยามของนักวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากเนื้อหาเป็นนามธรรม เข้าใจยาก มองไม่เห็นภาพ จึงควรทำให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น วิธีการหนึ่งก็คือ การใช้อุปมาอุปไมยหรือการเปรียบเทียบ เช่น เปรียบเทียบ “กระแสไฟฟ้า” เสมือนกับ “น้ำ” เป็นต้น ซึ่งจากการวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า วิธีการเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งตรงกับการสอนที่เรียกว่า Focus – Action - Reflection (FAR) Guide (Harrison, A.G., & Coll, R.K. 2008)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ FAR Guide เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้โดยให้นักเรียนใช้การเปรียบเทียบ (analogy) อธิบายนิยามที่ซับซ้อน เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรมให้เข้าใจง่ายขึ้น เช่น การเปรียบเทียบขุปเปอร์มาเก็ตกับระบบการจำแนก โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าขุปเปอร์มาเก็ตกับระบบการจำแนกมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร ซึ่งในการเปรียบเทียบนี้จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เช่นเดียวกันในรายวิชาฟิสิกส์ก็มีการเปรียบเทียบวงจรน้ำกับวงจรไฟฟ้า หรือเปรียบเทียบการนำความร้อนกับการลัมของโดมิโนและการลัมของหนังสือ เป็นต้น

คำถามการวิจัย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหารมีรูปแบบการทำความเข้าใจก่อนและหลังเรียน เรื่องการเกิดความร้อน โดยใช้รูปแบบสอนแบบ FAR Guide อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร
ก่อนและหลังเรียน เรื่อง การเกิดความร้อน โดยใช้รูปแบบ
สอนแบบ FAR Guide

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงตีความ
(interpretive paradigm) ซึ่งเป็นการวิจัยตีความมุ่งที่
จะสืบค้นเพื่ออธิบายและตีความพฤติกรรมของมนุษย์บน
พื้นฐานของการจัดกระทำตามธรรมชาติ หรือสภาพจริง
ที่เป็นอยู่ (natural setting)

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 ที่กำลัง
ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียน
มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 49 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

รูปแบบการทำความเข้าใจ เรื่องการเกิดความร้อน
ที่เกิดจากการสอนแบบ FAR Guide

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้แนวคิดการสอนแบบ FAR Guide ดังนี้

1) ขั้นเน้น (focus) โดยในขั้นนี้สิ่งที่ครู
ต้องคำนึงถึง คือ ด้านเนื้อหา โดยครูต้องเข้าใจเนื้อหา
เป็นอย่างดีว่า มโนทัศน์ที่ศึกษามีความเป็นนามธรรมหรือไม่
ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนอย่างไร
ด้านนักเรียน พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์
ที่ศึกษาเป็นอย่างไร และนักเรียนมีความคุ้นเคยกับมโนทัศน์
ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ โดยใช้แบบสำรวจหรือศึกษาเพิ่ม
เติมจากหนังสือ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาว่า
นักเรียนได้เรียนเนื้อหาใดมาก่อนและจะทำให้ให้นักเรียน
เข้าใจเนื้อหาได้อย่างไร ในขั้นตอนการเลือกสิ่งที่ใช้
เปรียบเทียบ (analog) ควรคำนึงว่า สิ่งที่เราเลือกมานั้น
นักเรียนมีความคุ้นเคยหรือไม่ ในขั้นตอนนี้สามารถ
แบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังนี้

(1) เน้นแนวคิด (focus concept) คือ
ครูต้องวิเคราะห์และคัดเลือกมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจ
ได้ยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม

(2) เน้นนักเรียน (focus student) คือ
ครูต้องวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับ
มโนทัศน์ที่ศึกษาว่าเป็นอย่างไร และนักเรียนคุ้นเคยกับ
มโนทัศน์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้โดยใช้แบบสำรวจ

(3) เน้นสิ่งเปรียบเทียบ (focus analog)
คือ ครูต้องวิเคราะห์เลือกสิ่งที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบ
สิ่งที่นำมาเปรียบเทียบต้องเป็นสิ่งที่คล้ายกับมโนทัศน์
ที่จะสอนและนักเรียนมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี

2) ขั้นกระทำ (action) ในขั้นนี้เป็นการนำ
นักเรียนอภิปรายเพื่อหาความเหมือน (like) และ
ความแตกต่าง (unlike) ระหว่างตัวเปรียบเทียบ (analog)
กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) ซึ่งครูต้องช่วยให้ นักเรียน
สามารถสรุปความเหมือนและความแตกต่างให้ได้
เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
(misconception) ไปจากมโนทัศน์วิทยาศาสตร์

3) ขั้นสะท้อน (reflection) ในขั้นตอนนี้
เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปราย
เกี่ยวกับผลการใช้ตัวเปรียบเทียบว่า สามารถทำให้นักเรียน
เข้าใจเนื้อหาที่เรียนง่ายขึ้น หรือทำให้นักเรียน มีความ
สับสน หรือควรมีการเพิ่มวิธีการอื่น ๆ ในการสอนเรื่องนี้
หรือไม่ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งที่ใช้
เปรียบเทียบในครั้งต่อไป

2. แบบวัดรูปแบบการทำความเข้าใจก่อนและ
หลังเรียน เรื่อง ความร้อน ซึ่งเป็นแบบวัดแบบปลายเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. อ่านข้อมูลจากนักเรียนทีละคน
2. นำข้อมูลที่ได้นำมาจัดกลุ่มคำตอบเพื่อวิเคราะห์
รูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียนว่า ตรงกับมโนทัศน์
วิทยาศาสตร์ หรือไม่ อย่างไร
3. หาความถี่ ร้อยละของรูปแบบการทำความเข้าใจแต่ละแบบ
4. นำข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้มาร่วมวิเคราะห์
เชิงตีความอีกรอบร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิ (peer debriefing)
เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของการวิจัย (trustworthiness)
ในประเด็นของความเชื่อถือ (credibility) ให้มากยิ่งขึ้น
(Jones, 2002 อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2552) เนื่องจาก
การตีความขึ้นอยู่กับเฉพาะตัวของผู้วิจัยและขึ้นอยู่กับผู้วิจัย

แต่ละคน (subjective) พร้อมกับหาค่าความถี่ และคิดเป็นร้อยละ นำเสนอในรูปแบบของการบรรยายเป็นข้อความ และเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของงานวิจัย ในประเด็นความพึงพาได้ (dependability) ซึ่งเชื่อได้ว่าเป็นความเที่ยงในเชิงคุณภาพ (Merriam, 1998 อ้างถึงใน โชคชัย ยืนยง, 2552) โดยเน้นการตรวจสอบเส้นทางการวิจัยได้ (audit trial) ซึ่งทำโดยการพรรณนารายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูล แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล และวิธีการได้มาซึ่งการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องรูปแบบการทำความเข้าใจเรื่อง การเกิดความร้อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร ก่อนและหลัง การใช้รูปแบบการสอนแบบ FAR Guide สรุปผลได้ดังนี้

รูปแบบการทำความเข้าใจก่อนเรียนเรื่อง การเกิดความร้อน

จากผลการสำรวจรูปแบบการทำความเข้าใจ ก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจที่

สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนใหญ่คิดว่า ความร้อนเกิดจากการเสียดสีกันของวัตถุ คิดเป็นร้อยละ 77.55 รองลงมา คือ การเสียดสีกันของวัตถุทำให้วัตถุทำให้เกิดพลังงานเสียงและพลังงานความร้อน คิดเป็นร้อยละ 12.25 และสุดท้าย คือ ความร้อนเกิดจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน คิดเป็นร้อยละ 10.20

ผลการจัดการเรียนรู้ Analog เรื่องการเกิด ความร้อน

จากผลการสำรวจรูปแบบการทำความเข้าใจ ก่อนเรียน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการสร้างแผน การจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ (analog approach) ตามแนวทาง FAR Guide และดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียน เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่าง โดมิโนและหนังสือ (analog) กับการเกิดความร้อน (target) ในใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยได้ออกแบบตารางการเปรียบเทียบ ความเหมือนและความแตกต่าง คือ มีหัวข้อกำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนเติมสิ่งที่นักเรียนคิดว่ามีความเหมือนและความแตกต่างกันลงไป ได้ผลดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปรียบเทียบความเหมือนระหว่างโดมิโนและหนังสือ (analog) กับการเกิดความร้อน (target)

ความเหมือนระหว่างสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่เป้าหมาย (target)		ความถี่	ร้อยละ
ตัวเปรียบเทียบ: โดมิโนและหนังสือ	ตัวถูกเปรียบเทียบ: การเกิดความร้อน		
โดมิโนที่ตั้งสามารถล้มได้	อิเล็กทรอนิกส์สามารถเคลื่อนที่ได้	49	100
หนังสือที่ตั้งไว้สามารถล้มได้	อะตอมหรือโมเลกุลที่มีการสั่น	49	100
การล้มของหนังสือหรือโดมิโน	พลังงานความร้อนมีการส่งต่อกันไปเรื่อย ๆ	49	100
วิธีการต่าง ๆ ที่ทำให้โดมิโนหรือหนังสือล้ม	พลังงานรูปต่าง ๆ สามารถทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรืออะตอมมีการสั่นมากขึ้น	49	100
เมื่อหนังสือหรือโดมิโนล้มจะเกิดพลังงานจลน์	ความร้อนเกิดจากการสั่นของอะตอมหรือโมเลกุลและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ทำให้เกิดพลังงานจลน์	40	81.63
*ถ้าออกแรงผลักหนังสือหรือโดมิโนมากก็จะทำให้ล้มเร็วมากขึ้น	*การให้พลังงานใดๆเข้าไปในวัตถุมากๆ จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดความร้อนมากขึ้น	33	67.35
*การล้มของโดมิโนและหนังสือจะล้มจากที่ที่มีแรงกระทำมากไปที่ที่มีไม่มีแรงกระทำ	*ความร้อนจะกระจายจากที่ที่มีความร้อนมากไปยังที่ที่มีความร้อนน้อยกว่า	49	100
โดมิโนล้มเร็วกว่าหนังสือ	วัตถุที่มีมีอิเล็กตรอนมากกว่าถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่า เช่น เหล็ก ถ่ายโอนความร้อนได้ดีกว่าไม้	49	100
เฉลี่ย		45.87	93.62

* เป็นประเด็นที่นักเรียนอธิบายนอกเหนือจากประเด็นที่ผู้วิจัยวางแผนไว้

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถสรุปความเหมือนระหว่างโดมิโนและหนังสือกับการเกิดความร้อนได้ครอบคลุมทุกประเด็น และนอกจากนี้นักเรียนยังสามารถวิเคราะห์ได้แตกต่างจากที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ คือ นักเรียนกล่าวถึงการถ่ายเทพลังงานความร้อนด้วยว่า ความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และถ้าให้พลังงานต่าง ๆ เข้าไปในวัตถุ

มากขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นในวัตถุก็จะมากขึ้นด้วย โดยนักเรียนมองว่าถ้านักเรียนผลักหนังสือหรือโดมิโนที่เรียงเป็นแถวด้วยแรงที่มากขึ้น โดมิโนหรือหนังสือจะล้มเร็วขึ้นกว่าเดิม ซึ่งประเด็นที่นักเรียนวิเคราะห์ได้นั้น มีความสอดคล้องกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมนักเรียนที่สามารถเปรียบเทียบความเหมือนของโดมิโนและหนังสือกับการเกิดความร้อน คิดเป็นร้อยละ 93.62

ตารางที่ 2 สรุปผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโดมิโนและหนังสือ (analog) กับการเกิดความร้อน (target)

ความแตกต่างระหว่างโดมิโนและหนังสือ (analog) กับการเกิดความร้อน (target)	ความถี่	ร้อยละ
การล้มของโดมิโนหรือหนังสือจะเคลื่อนที่ได้ทิศทางเดียว และล้มครั้งเดียวแต่การเกิดความร้อนเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง และมีการเคลื่อนที่หรือสั่นตลอดเวลา	49	100
จำนวนหนังสือหรือโดมิโนสามารถนับได้ แต่อิเล็กทรอนิกส์หรือโมเลกุลในวัตถุนับไม่ได้	49	100
ขนาดของอิเล็กทรอนิกส์กับอะตอมมีความแตกต่างกันมาก แต่ขนาดของหนังสือกับโดมิโนต่างกันไม่มาก	49	100
*เมื่อผลักหนังสือและโดมิโนจะล้ม เกิดพลังงานจลน์อย่างเดียว แต่พลังงานที่ได้รับสามารถเปลี่ยนรูปไปได้หลายรูปแบบ ไม่ใช่เฉพาะพลังงานความร้อน	24	48.97
*ระยะการล้มของหนังสือและโดมิโนสามารถวัดได้ แต่ระยะการเคลื่อนที่ของอิเล็กทรอนิกส์และการสั่นของโมเลกุลไม่สามารถวัดได้	33	67.35
*ลักษณะของหนังสือและโดมิโนเป็นสี่เหลี่ยม แต่อนุภาคอะตอมมีลักษณะกลม	49	100
เฉลี่ย	42.17	86.05

* เป็นประเด็นที่นักเรียนอธิบายนอกเหนือจากประเด็นที่ผู้วิจัยวางแผนไว้

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถสรุปความแตกต่างระหว่างโดมิโนและหนังสือกับการเกิดความร้อนได้ครอบคลุมทุกประเด็น และนอกจากนี้นักเรียนยังสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างได้มากกว่าจากที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ คือ นักเรียนกล่าวถึง พลังงานความร้อนที่มีค่าขึ้นอยู่กับพลังงานรูปต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในการกระตุ้นให้วัตถุมีพลังงานความร้อนมากขึ้น คือถ้าได้รับการกระตุ้นมาก วัตถุก็จะมีพลังงานความร้อนมากขึ้นด้วย และการเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ เป็นพลังงานความร้อนนั้นไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนอย่างเดียว คืออาจจะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้เช่นกัน สำหรับลักษณะ

ของอะตอมหรือโมเลกุลนั้นมีลักษณะเป็นทรงกลม แต่สิ่งที่ผู้วิจัยนำมาเปรียบเทียบมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม ระยะการเคลื่อนที่ของอิเล็กทรอนิกส์ ระยะการสั่นของโมเลกุลหรืออะตอมนั้น ไม่สามารถวัดได้ แต่ระยะการล้มของโดมิโนและหนังสือนั้นนักเรียนสามารถวัดได้ และซึ่งประเด็นที่นักเรียนวิเคราะห์ได้นั้นมีความสอดคล้องกับมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมนักเรียนที่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของโดมิโนและหนังสือกับการเกิดความร้อน คิดเป็นร้อยละ 86.05

รูปแบบการทำความเข้าใจหลังเรียนเรื่องการเกิดความร้อน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีรูปแบบ

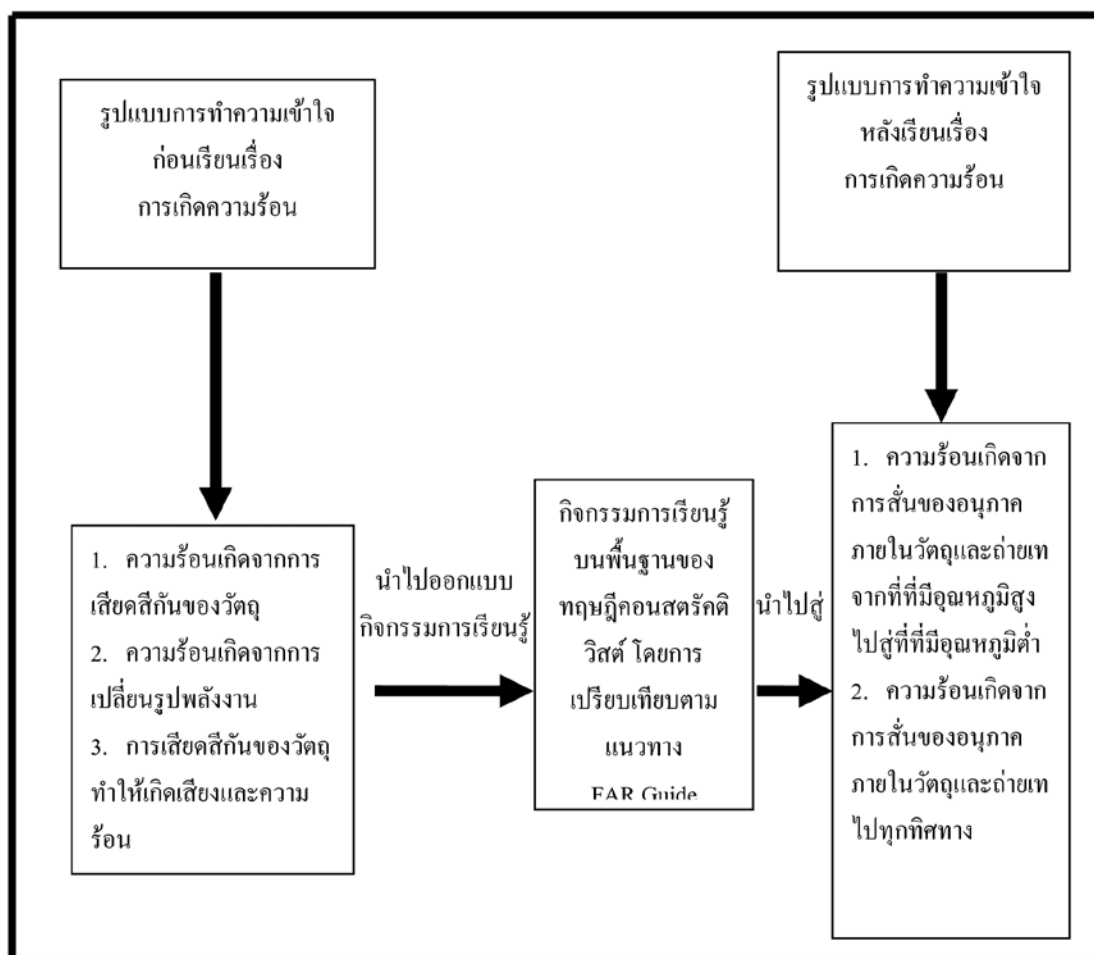
การทำความเข้าใจที่สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ เช่นกัน แต่นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้ดีขึ้น คือ นักเรียนทุกคนสามารถอธิบายได้ว่า ความร้อนเกิดจากการสั่นของอนุภาคที่อยู่ภายในวัตถุหรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปที่มีอุณหภูมิต่ำ คิดเป็นร้อยละ 89.80 และนักเรียนบางส่วนอธิบายว่าความร้อนสามารถถ่ายเทไปได้ทุกทิศทาง คิดเป็นร้อยละ 10.20

ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้ FAR Guide ในการสอน เรื่องการเกิดความร้อน

ข้อดีของการใช้ FAR Guide ในการสอนเรื่อง การเกิดความร้อน

การเปรียบเทียบการเกิดความร้อนด้วยโดมิโน และหนังสือ สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ และสามารถจดจำได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องแนวคิดของ Harrison and Coll

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการทำความเข้าใจของ นักเรียนจากการตอบคำถาม พบว่า นักเรียนมีรูปแบบ การทำความเข้าใจที่ตรงกับมโนคติวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังแสดงในแผนภาพ



ภาพการเปรียบเทียบรูปแบบการทำความเข้าใจก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการเกิดความร้อน
จากการตอบคำถาม

จากภาพจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจก่อนเรียนเรื่องการเกิดความร้อนที่สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้กิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ FAR Guide แล้ว นักเรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจที่สอดคล้องกับมโนคติวิทยาศาสตร์ และสามารถอธิบายเหตุผลในการตอบคำถามได้ชัดเจนมากขึ้น คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ความร้อนเกิดจากการสั่นของโมเลกุลในวัตถุ หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน และมีทิศทาง การถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิสูงไปอุณหภูมิต่ำ

ข้อจำกัดของการใช้ FAR Guide ในการสอนเรื่องการเกิดความร้อน

ในการนำการสอนแบบเปรียบเทียบ (analog approach) ตามแนวทาง FAR Guide ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น สิ่งสำคัญคือการเปรียบเทียบระหว่างความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบ (analog) และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ (target) ซึ่งต้องใช้เวลามาก เพราะหากเปรียบเทียบไม่ชัดเจนอาจทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ ข้อจำกัดของสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบนี้ คือต้องใช้เวลามากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเรียงโดมิโนและหนังสือให้เป็นแถว รวมถึงการอภิปรายความเหมือนและความแตกต่างสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบ และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบตามแนว FAR Guide สิ่งที่ต้องทำอันดับแรกคือ การออกแบบกิจกรรมการเปรียบเทียบที่เหมาะสมกับนักเรียน โดยพิจารณาเนื้อหาที่ครูคิดว่าเป็นนามธรรม เข้าใจได้ยาก แต่ต้องไม่ซับซ้อนจนเกินไป เช่น เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง แรงและการเคลื่อนที่เป็นต้น คำนึงถึงความรู้เดิมของนักเรียน ประสบการณ์เดิมของนักเรียน รวมถึงสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบต้องเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดีซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะบางครั้งสิ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบอาจทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากขึ้น และที่สำคัญในการพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (analog) และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ (target) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยครูต้องทำหน้าที่เป็นเพียงผู้นำในการอภิปรายเท่านั้น เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และจะทำให้ นักเรียนสามารถจดจำได้ดียิ่งขึ้น เมื่อการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการสอนแบบเปรียบเทียบตามแนวทาง FAR Guide ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม
2. ในการทำวิจัยเพื่อศึกษาการสอนแบบเปรียบเทียบตามแนวทาง FAR Guide รูปแบบการวิจัยหนึ่งที่เหมาะสมคือ การวิจัยเชิงตีความ (interpretive paradigm) เนื่องจากเป็นการศึกษาตามสภาพจริง ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และเหมาะสมกับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพราะนักเรียนแต่ละคนจะมีความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

โชคชัย ยืนยง. (2551). **เอกสารประกอบการสอน รายวิชา Representation Physics**. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2552). การวิจัยเชิงตีความ (interpretive paradigm): อีกกระบวนการหนึ่งสำหรับการวิจัยทาง วิทยาศาสตร์ศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์**. 32(3), 14 – 22.

สมฤทัย สังขคราม. (2553). **รูปแบบการทำความเข้าใจ (MENTAL MODELS) ของนักเรียน**

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบ (ANALOGY) ตามแนว

FOCUS-ACTION-REFLECTION (FAR) GUIDE. วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Harrison, A. G. and Coll, R. K. (2008). **Using analogies in middle and secondary science classroom: The FAR Guide-an interesting way to reach with analogies**. United States of America: Carwin Press.