



ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์
ที่หลากหลายที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

EFFECTS OF INSTRUCTION BASED ON THE CONSTRUCTIVIST APPROACH WITH
MULTIPLE SCIENTIFIC REPRESENTATIONS OF CONCEPTS ON MATTER AND PROPERTIES
AND ANALYZING THE ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นางสาววิฉัตร พูนพิพัฒน์ *

Wiyachat Poonpipat

ผศ.ดร.อลิสรา ชูชาติ **

Asst. Prof. Alisara Chuchat, Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย (2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (3) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย และ (4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 44 คน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 และ 0.83 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร ร้อยละ 75.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: uupo@hotmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: Alisara.C@chula.ac.th

ISSN 1905-4491

Abstract

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were (1) to study the concepts of matter and properties of students who learned through the instruction based on the constructivist approach with multiple scientific representations, (2) to compare the concepts of matter and properties of students between an experimental group that learned through the instruction based on constructivist approach with multiple scientific representations and a control group that learned through a conventional teaching method, (3) to compare the analyzing ability of students between before and after learning through the instruction based on the constructivist approach with multiple scientific representations, and (4) to compare the analyzing ability of students between an experimental group and a control group. The samples were two classes of Mathayom Suksa 1 students at the extra large co-educational secondary school in Chachoengsao province. The samples were divided into two groups of 46 and 44 students for experimental and control groups, respectively. The data were collected before and after the experiment. The research instruments were tests on concepts about matter and properties, and analyzing ability, with reliability at 0.83 and 0.72, respectively. The collected data were analyzed by arithmetic mean, means of percentage, standard deviation and t-test. After the experiment, it was found that (1) the experimental group had mean scores of concepts of matter and properties of matter at 75.08 percent, which was higher than the criterion score set. (2) The experimental group had mean scores of concepts of matter and properties of matter higher than the control group, at a .05 level of significance. (3) The experimental group had mean scores of analyzing ability higher than before learning at a .05 level of significance. (4) The experimental group had mean scores of analyzing ability higher than the control group at a .05 level of significance.

คำสำคัญ: การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์/ ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย/ มโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร/ ความสามารถในการวิเคราะห์

KEYWORDS: INSTRUCTION BASED ON CONSTRUCTIVIST APPROACH / MULTIPLE SCIENTIFIC REPRESENTATIONS / CONCEPTS OF MATTERS AND PROPERTIES / ANALYZING ABILITY

บทนำ

โลกปัจจุบันเป็นโลกแห่งวัตถุ สิ่งต่างๆ มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นความเข้าใจวิทยาศาสตร์และความรอบรู้เป็นสิ่งสำคัญกับทุกคน (Barke, Hazari, and Yitbarek, 2009: 1) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ การค้นคว้าหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและใช้ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ด้วยเหตุนี้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92)

อย่างไรก็ตามจากการทดสอบในระดับนานาชาติ แสดงให้เห็นถึงความต้องการพัฒนาอย่างเร่งด่วนของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กล่าวคือ 1) ผลการประเมินในโครงการ TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่ดำเนินการโดยสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ IEA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษา พบว่า จากการประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2554 ภาพรวมทั้งประเทศของไทยมีคะแนนเฉลี่ย 471 และ 451 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ ซึ่งมีค่า 500 คะแนน และ 2) ผลการประเมินในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพการศึกษาด้านการเตรียมความพร้อมของระบบการศึกษาแต่ละประเทศ ซึ่งจะประเมินสมรรถนะ 3 ด้าน คือ การรู้หนังสือในเรื่องความสามารถในการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยในปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2552 และพ.ศ. 2555 ผลการประเมินการรู้หนังสือในเรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย คือ 421, 425 และ 444 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ ซึ่งมีค่า 500 คะแนน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554: 2-11; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 18)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ซึ่งทดสอบตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554 ถึง 2556 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.19, 35.37 และ 37.95 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยร้อยละไม่ถึง 50 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 6 (ฉะเชิงเทรา-สมุทรปราการ) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ พบว่าปีการศึกษา 2554 ถึง 2556 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.28, 35.40 และ 38.04 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 เช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557)

จากผลการทดสอบทั้งในระดับนานาชาติและระดับชาติแสดงให้เห็นถึงความต้องการในการพัฒนาความคิดและความรู้ของนักเรียน และจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษารอบแรกและรอบสอง พบว่าสัดส่วนสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกในระดับดี ในมาตรฐานด้านผู้เรียนเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และมีวิจรรณญาณ มีเพียงร้อยละ 12 เท่านั้น (สำนักงานเลขาธิการการศึกษา, 2552)

การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความซับซ้อน (Bransford, Brown, and Cocking, 2000: 8) เนื่องจากปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าที่นั้นยากที่จะทำความเข้าใจ ดังนั้นทฤษฎีทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้จำแนกระดับของตัวแทนความคิดที่ใช้แทนปรากฏการณ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ 1) ตัวแทนความคิดในระดับมหภาคหรือตัวแทนความคิดที่สามารถสังเกตได้ง่าย (Macroscopic representations) เช่น การอธิบายถึงลักษณะปรากฏ (Phenotype) ของสิ่งมีชีวิต คุณสมบัติที่จับต้องได้ ปรากฏการณ์ที่สามารถมองเห็นได้ในประสบการณ์ประจำวัน อีกทั้งการสำรวจการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของสสาร 2) ตัวแทนความคิดในระดับเล็กกว่าจุลภาคหรือตัวแทนความคิดที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Submicroscopic representations) เช่น การอธิบายลักษณะทางพันธุกรรม (Genotype) การอธิบายสสารในระดับอนุภาค และ

3) ตัวแทนความคิดในระดับสัญลักษณ์ (Symbolic representations) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้อักษร สัญลักษณ์ สูตร สมการ (Treagust, 2008: 7) นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลาย เช่น เครื่องหมาย สัญลักษณ์ เพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แต่สำหรับนักเรียน ลักษณะของตัวแทนความคิดที่หลากหลายอาจขัดขวางความสามารถในการทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นได้ (Kozma, 2003: 206)

อีกทั้งนักเรียนเข้าสู่ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยมุมมองและประสบการณ์ที่หลากหลาย เนื่องจากนักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน แต่บางครั้งความรู้เหล่านั้นมีข้อจำกัดทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ (Branford and Donovan, 2005: 399) ซึ่งความรู้ที่เกิดจากสร้างของนักเรียนเองอาจไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ตามหลักวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เรียกว่ามโนทัศน์ทางเลือก (Alternative Conception) ซึ่งอาจเกิดจากการสังเกตธรรมชาติของนักเรียนในชีวิตประจำวัน หนังสือที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมีรูปภาพที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองของนักวิทยาศาสตร์ ภาษาที่นักเรียนใช้สื่อสารอาจนำไปเปรียบเทียบกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือครูผู้สอนที่มีมโนทัศน์ทางเลือกในสิ่งที่ตนเองสอนนักเรียน เป็นต้น (Barke et al., 2009: 21-33) มโนทัศน์ทางเลือกนี้มีผลต่อการแปลความหมายประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนของนักเรียน ซึ่งจากงานวิจัยของ Wandersee, Mintzes and Novak (1994: 181) ได้สรุปจากงานวิจัยเรื่องมโนทัศน์ทางเลือกจำนวน 400 การศึกษา พบว่านักเรียนได้นำมโนทัศน์ทางเลือกมาสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระบบ และความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนกับความรู้ที่นำเสนอในการเรียนการสอนในระบบนั้นแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องมโนทัศน์ทางเลือกของนักเรียนในประเทศไทยซึ่งระบุว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางเลือกในเรื่องต่างๆ (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และณณมล ยุตาคม, 2548; ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสุวรรณศรีสง และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2549; จรรยา ดาสา และคณะ, 2549) ซึ่งมีมโนทัศน์ทางเลือกดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการเข้าใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

ดังนั้นเพื่อให้เป็นผู้มีความสามารถในการวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้สำหรับใช้และแปลความหมายของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ นักเรียนต้องเข้าใจความสำคัญระหว่างมโนทัศน์หลักทางวิทยาศาสตร์และการใช้มโนทัศน์หลักเพื่อสร้างและวิจารณ์การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Michaels, Shouse, and Schweingruber, 2008: 19) ซึ่งการให้ความสำคัญในความเข้าใจนำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งกล่าวถึงมนุษย์ผู้มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ และเข้าสู่การศึกษาในระบบด้วยความรู้เดิม ทักษะ ความเชื่อและมโนทัศน์ ซึ่งมีอิทธิพลสำคัญต่อการสังเกตสิ่งแวดล้อม ตลอดจนจัดการและแปลความหมายสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการจำ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการได้รับความรู้ใหม่ (Bransford et al., 2000: 10)

การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา โดยจัดสภาพให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นสถานะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 47) ซึ่งการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นี้ จะส่งผลให้นักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ทางเลือกมาสู่มโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (Jia, 2010: 198) ดังผลการวิจัยของ Uzuntiryaki (2003) และ Kadayifci, Atasoy, and Geban (2010) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน ผลการวิจัยสรุปว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

สอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในทัศน์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

แนวทางสำคัญในการทำความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง คือ การใช้ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวแทนความคิดในวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการสร้างสิ่งที่อ้างอิงเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งความสามารถในการสร้างและการแปลความหมายข้อความทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการแสดงความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์ นักวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีผลอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความรอบรู้วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการรู้วิทยาศาสตร์นี้ได้รวมถึงสิ่งที่เป็ปฏิบัติการทางภาษาของวาทกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ภาษาพูด ภาษาซึ่งมองเห็นได้ ภาษาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนความเข้าใจในเป้าหมายและความสามารถในการนำเสนอและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติ และกระบวนการ รวมถึงการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ และการเขียนข้อความซึ่งจำเป็นต่อการนำเสนอกระบวนการและการยืนยันทางวิทยาศาสตร์ (Tytler and Prain, 2010) โดยความรอบรู้วิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการบูรณาการตัวแทนความคิดที่หลากหลาย เช่น ตาราง แผนภาพ ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และ การรายงานการอ้างอิงและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Hand, Yore, Jagger, and Prain, 2010: 49)

อีกทั้งแนวคิดหนึ่งในการใช้ตัวแทนความคิดในการส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ Ainsworth (1999) ได้กล่าวถึงหน้าที่หลัก 3 ประการ ในการใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลายเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และความเข้าใจ ดังนี้ 1) การเติมเต็ม (Complement) กล่าวคือ ตัวแทนความคิดที่หลากหลายทำให้นักเรียนมีโอกาสร่างองค์ความรู้เดียวกันจากมุมมองที่หลากหลาย ดังนั้นตัวแทนทางความคิดหนึ่งที่ไม่สามารถเข้าใจได้สามารถแทนที่ได้โดยอีกตัวแทนหนึ่ง 2) การผลักดัน (Constrain) หนึ่งในตัวแทนของการนำเสนอหลายรูปแบบอาจจะง่ายในการแปลความของสิ่งที่เป็นามธรรมซึ่งยากในการนำเสนอ ดังนั้นความยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนในตัวแทนความคิดที่ไม่คุ้นเคย จะถูกผลักดันโดยตัวแทนทางความคิดที่นักเรียนคุ้นเคย 3) การสร้าง (Construct) การใช้ตัวแทนความคิดหลายรูปแบบจะช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง (Deep understanding) ในเนื้อหา ถ้านักเรียนถูกสอนให้มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดที่ใช้ และมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมจะกลายเป็นรูปธรรมที่มีความหมายสำหรับนักเรียน

ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการทำความเข้าใจ เชื่อมโยง และใช้ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์หลักทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการวิเคราะห์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หาระบบและการแสดงสัญลักษณ์ในการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่นักเรียนสามารถมองเห็น และสิ่งซึ่งเป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ อีกทั้งการใช้ตัวแทนความคิดในการจัดการเรียนรู้สามารถมีได้หลายรูปแบบและหลายหน้าที่ การจับคู่ที่ตรงระหว่างชนิดของตัวแทนความคิดและความต้องการในการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ และช่วยให้ความสามารถในการปฏิบัติและความเข้าใจนั้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหลายปีที่ผ่านมามีหลายงานวิจัยที่พยายามศึกษาผลของตัวแทนความคิดที่มีต่อการเรียนรู้ ซึ่งผลการศึกษาแสดงอย่างชัดเจนว่าต้องมีเงื่อนไขเพื่อให้ตัวแทนความคิดที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ (Ainsworth, 2006)

จากสภาพปัญหา แนวคิด และงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงสนใจการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนานวัตกรรมเรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ดีของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษานวัตกรรมเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย
2. เพื่อเปรียบเทียบนวัตกรรมเรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายและกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนในจังหวัดฉะเชิงเทรา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 6 (ฉะเชิงเทรา-สมุทรปราการ) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 6 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ดำเนินการเลือกโรงเรียนและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบเจาะจง จากนั้นเลือกห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม. 1/1 จำนวน 46 คน เป็นกลุ่มทดลอง และห้อง ม. 1/9 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

- 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้อยู่ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอน 7 ชั้น คือ ชั้นสังเกตปรากฏการณ์ ชั้นอธิบายปรากฏการณ์ด้วยการวาดภาพและบรรยาย ชี้นำเสนอและอภิปราย

ภายในกลุ่ม ชั้นศึกษาสถานการณ์จำลอง ชั้นตรวจสอบความแตกต่างระหว่างภาพวาดและสถานการณ์จำลอง ชั้นเชื่อมโยงความรู้ และชั้นปรับปรุงยุคต้นโนทัศน์ ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป มีการจัดการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป ซึ่งใช้สำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบ ครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่อง สารรอบตัว จำนวน 8 แผน ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 18 คาบ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบวัดประกอบด้วยสถานการณ์ และให้นักเรียนประเมินสถานการณ์แล้วค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ใช้วัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.62 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.60 และแบบวัดมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบแบบอธิบายโดยวาดภาพและเขียนบรรยาย จำนวน 16 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.73

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวัดความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความหลากหลายของตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไปกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนทั้งสิ้น 18 คาบ คาบละ 50 นาที เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นทั้งสองกลุ่ม ทำการทดสอบหลังเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยใช้เวลา 50 นาที และ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร โดยใช้เวลา 100 นาที จากนั้นนำคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์และคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์ จากนั้นดำเนินการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยโมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร และความสามารถในการวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่าง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยโมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร หลังเรียนร้อยละ 75.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยโมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่มีต่อโมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร ของนักเรียน และ 2) ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียน ดังนี้

1. ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่มีต่อโมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยโมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายสามารถพัฒนาโมโนทัศน์ของนักเรียนได้ ทั้งนี้สามารถอภิปรายได้ใน 2 ประเด็น คือ

1) นักเรียนได้เรียนรู้บทเรียนผ่านตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่ใช้แทนปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถสังเกตได้ง่ายหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ในเรื่องอุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร นักเรียนได้เรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อได้รับความร้อนจากภาพการทดลองซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำเมื่อได้รับความร้อน เรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของสารจากภาพวาดและสถานการณ์จำลองแอนิเมชันซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของน้ำเมื่อได้รับความร้อน และได้สรุปเชื่อมโยงความรู้ด้วยแผนภาพการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเมื่อได้รับความร้อน การเรียนรู้ผ่านตัวแทนความคิดที่หลากหลายดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในโมโนทัศน์ เข้าใจในโมโนทัศน์ได้ง่าย และช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเองด้วยความเข้าใจ ดังแนวคิดของ

Ainsworth (1999) ที่กล่าวว่า ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนใจ และทำให้เข้าใจโมทัศน์ได้ง่าย เนื่องจากตัวแทนความคิดที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้จาก มุมมองที่หลากหลาย สามารถแทนความรู้ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนสร้าง ความรู้ด้วยความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tsui and Treagust (2004) ที่พบว่า การเรียนรู้ด้วย ตัวแทนความคิดที่หลากหลายจะสามารถทำให้นักเรียนเปลี่ยนโมทัศน์ได้ เนื่องจากตัวแทนความคิดที่ หลากหลายจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนพึงพอใจและปรับโครงสร้างทางปัญญาให้สมดุล เนื่องจากโมทัศน์ที่ได้เรียนรู้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับ Prain, Tytler, and Peterson (2009) ที่พบว่า การเรียนรู้ด้วยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายจะช่วยกระตุ้น ความสนใจในโมทัศน์ของนักเรียน ทำให้ความเข้าใจของนักเรียนชัดเจนจากการสำรวจตัวแทนความคิด รูปแบบต่างๆ อีกทั้งนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นอวัจนภาษา เช่น ภาพการทดลอง ภาพวาด สถานการณ์จำลอง เป็นต้น ร่วมกับการเรียนรู้เนื้อหาซึ่งเป็นวัจนภาษา เช่น คำอธิบาย ข้อความโมทัศน์ เป็นต้น จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างอวัจน ภาษาและวัจนภาษาจะสนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ ในหน่วยความจำของมนุษย์ ดังที่ Paivio (1986 อ้างถึง ใน Clark and Paivio, 1991) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยระบบอวัจนภาษา (non-Verbal system) ช่วยเสริม การเรียนรู้ด้วยระบบภาษา (Verbal system) เพียงอย่างเดียว เนื่องจากระบบภาษาและระบบภาพใน หน่วยความจำของมนุษย์นั้นมีหน่วยของตัวแทนทางความคิดซึ่งแยกออกจากกัน ซึ่งทั้งสองระบบมีการ เชื่อมโยงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Adadan, Irving, and Trundle (2009, 2010) ซึ่งพบว่าการใช้ตัวแทนความคิด ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทั้งความรู้ที่เป็นวัจนภาษาและอวัจนภาษา และการ เชื่อมโยงที่เหมาะสมระหว่างภาษาและตัวแทนความคิด จะเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนา โมทัศน์ได้

2) นักเรียนได้แสดงโมทัศน์ที่มีอยู่ด้วยการวาดภาพตัวแทนความคิดของตนเอง จากนั้นนักเรียนได้ วิเคราะห์โมทัศน์ของตนเองโดยการอภิปรายร่วมกันในประเด็นเกี่ยวกับภาพวาดที่สามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ได้ และครูนำเสนอโมทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจนซึ่งช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์และตรวจสอบ ภาพวาดของตนเองกับตัวแทนความคิดที่ครูนำเสนอ จากนั้นนักเรียนปรับปรุงภาพวาดตัวแทนความคิดของ ตนเองให้เป็นโมทัศน์ที่ถูกต้อง เช่น ในการเรียนรู้เรื่อง สถานะของสาร นักเรียนแสดงความรู้ที่มีอยู่ด้วยการ วาดภาพการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร เปรียบเทียบภาพวาดของตนเองกับภาพวาดของเพื่อนและ สถานการณ์จำลองที่ครูนำเสนอ แล้วพิจารณาว่าภาพวาดของตนเองนั้น สามารถอธิบายสมบัติของสารแต่ละ สถานะได้หรือไม่ และลักษณะใดที่สามารถอธิบายได้ จากนั้นสรุปเป็นองค์ความรู้ สอดคล้องกับ Cooperstein and Weidinger (2003) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่า การเรียนรู้ใหม่สร้างจากความรู้ที่มี อยู่ โดยนักเรียนต้องมีการสำรวจข้อมูล และเลือกยอมรับหรือไม่ยอมรับข้อมูลหรือความเชื่อเพื่อที่จะพัฒนา และจะเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายผ่านภาระงานเชิงประจักษ์

2) ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ หลากหลายที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และสูงกว่ากับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของการวิเคราะห์ทั้ง 3 ประเภท คือ 1) การวิเคราะห์

องค์ประกอบ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ3)การวิเคราะห์หลักการ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ทุกประเภทหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1) นักเรียนได้วิเคราะห์ภาพวาดของตนเอง ภาพวาดของเพื่อน ตัวแทนความคิดที่ครูนำเสนอ และจำแนกลักษณะสำคัญที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ครูนำเสนอ เช่น นักเรียนวาดภาพการจัดเรียงตัวของอนุภาคเพื่ออธิบายสมบัติของสารที่นักเรียนสังเกตได้ จากนั้นเปรียบเทียบกับภาพวาดของเพื่อนและสถานการณ์จำลองจากแอนิเมชันที่ครูนำเสนอ และระบุว่าลักษณะใดที่ใช้อธิบายสมบัติของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบ สอดคล้องกับ Bloom (1972) ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบว่า คือ ความสามารถในการรู้ประเด็นที่ไม่ได้กล่าวถึง ทักษะในการจำแนกความจริงจากสมมติฐาน ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริง ทักษะในการบ่งชี้และแบ่งแยก และความสามารถในการจำแนกข้อสรุปจากข้อความสนับสนุน

2) นักเรียนได้อธิบายปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตได้ง่ายด้วยปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้ และแสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยตัวแทนความคิดประเภทกราฟ สัญลักษณ์และสมการ หรือชุดข้อมูล เช่น นักเรียนวาดภาพแบบจำลองอนุภาคของสารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย เพื่ออธิบายลักษณะเนื้อสาร และแสดงความสัมพันธ์ของขนาดและประเภทของสารด้วยสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Bloom (1972) ที่ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ว่าประกอบด้วย ทักษะในการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความคิด การรู้ถึงลักษณะเฉพาะที่สัมพันธ์กับการมีเหตุผลในการตัดสินใจ การรู้ความจริงหรือประเด็นซึ่งจำเป็นต่อข้อสรุปที่สำคัญ การตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับการได้รับข้อมูลและประเด็น การจำแนกความสัมพันธ์ของเหตุและผลจากความสัมพันธ์ จำแนกข้อความที่สอดคล้องออกจากข้อความที่ไม่สอดคล้องกัน การพบความผิดปกติของการโต้แย้ง และการรู้ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ความสำคัญและความไม่สำคัญของรายละเอียดในสถานการณ์

3) นักเรียนได้ สรุปและเชื่อมโยงความรู้สู่ปรากฏการณ์ใหม่ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องสถานะของสารเมื่อนักเรียนสรุปองค์ความรู้แล้ว ครูให้นักเรียนอธิบายว่า ขณะที่นักเรียนนั่งอยู่ในห้องเรียนในเวลาใกล้พักกลางวัน เหตุใดนักเรียนจึงได้กลิ่นอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bloom (1972) ที่ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักการว่าประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและวิธีการสร้างไปสู่หน่วยย่อย การรู้ถึงรูปแบบการเขียน หรือการทำความเข้าใจในความหมาย การลงความเห็นในจุดมุ่งหมายของผู้นำเสนอ การลงความเห็นในโน้ตทางวิทยาศาสตร์ การมองเห็นการใช้เทคนิคในการเผยแพร่ และการระลึกถึงมุมมองหรือจุดที่เป็นอคติของผู้นำเสนอ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายสามารถพัฒนานิสัยเรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียนและความสามารถในการวิเคราะห์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

ครูที่สนใจการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้ตัวแทนความคิดซึ่งตัวแทนความคิดที่ใช้ควรมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ เช่นในการใช้ตัวแทนความคิดแทนปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ควรเป็นภาพปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และการใช้ตัวแทนความคิดแทนปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่นการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของสาร ควรเป็นภาพปรากฏการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ควรเป็นตัวแทนความคิดเสมือนจริงที่สามารถเคลื่อนไหวได้ อีกทั้งเนื้อหาของตัวแทนความคิดควรมีความสอดคล้องกัน เช่น ในชั้นสังเกตปรากฏการณ์และชั้นศึกษาสถานการณ์จำลอง กล่าวคือ ตัวแทนความคิดขั้นตอนดังกล่าวควรสอดคล้องเป็นเหตุการณ์เดียวกันต่างกันเพียงระดับของตัวแทนความคิด เช่น ในขั้นตอนการสังเกตปรากฏการณ์ใช้การทดลองแสดงสมบัติของน้ำเมื่อเปลี่ยนภาชนะบรรจุ ในชั้นศึกษาสถานการณ์จำลองควรใช้ตัวแทนความคิดที่แสดงสถานการณ์จำลองระดับอนุภาคของน้ำเมื่อเปลี่ยนภาชนะบรรจุ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย นักเรียนได้วาดภาพ เขียนบรรยาย และนำเสนอภาพวาดของตนเองเพื่ออธิบายสิ่งที่สังเกตได้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับงานของเพื่อน ทำให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารบ่อยครั้ง อีกทั้งในกระบวนการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้ร่วมกันพิจารณาปัญหาและตัดสินใจประเด็นสำคัญต่างๆ ในชั้นอภิปรายภายในกลุ่ม ตลอดจนนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มบ่อยครั้ง ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาความสามารถด้านอื่นของนักเรียน เช่น ความสามารถในการสื่อสาร เจตคติต่อการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จรรยา ดาสา, สุธจิต สงวนเรือง, สุนันท์ สังข์อ่อง และนฤมล ยุตาคม. (2549). แนวคิดเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5. *วิทยสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 27(2), 225-233.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสุวรรณสัง และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2549). การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์. *วิทยสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 27(1), 27-38.
- ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. สถาบัน. (2557). *ผลการสอบวัดคุณภาพระดับชาติ*. สืบค้นวันที่ 10 มีนาคม 2557 จาก <http://www.niets.or.th>
- ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และนฤมล ยุตาคม. (2548). แนวคิดเรื่องสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วิทยสารเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 26(2), 146-154.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2552). *สภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพมหานคร: วิ.ที.ซี.คอมมิวนิเคชัน.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2554). *คู่มือสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหาร ครู และนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมรองรับการประเมินตามโครงการวิจัยนานาชาติ (PISA และTIMSS)*. สืบค้นวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2555 จาก <http://www.onec.go.th>

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2555 จาก <http://www.curriculum51.net/>

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิต การอ่าน และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

Adadan, E., Irving, K. E., & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1743–1775.

Adadan, E., Irving, K. E., & Trundle, K. C. (2010). Exploring Grade 11 students' Conceptual Pathways of the Particulate Nature of Matter in the Context of Multirepresentation Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 1004-1035.

Ainsworth, S. E. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33, 131-152.

Ainsworth, S. E. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representation. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198.

Barke, H., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Heidelberg: Springer.

Bloom, B. S. (1972). *Taxonomy of Education Objectives. Handbook I : Cognitive Domain* (7th ed.). New York: David Makay Company. Inc.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington DC: National Academy Press.

Bransford, J. D., & Donovan, M. S. (2005). *How Student Learn: Science in Classroom*. Washington DC: National Academy Press.

Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review* 3(3), 149-210.

Cooperstein, S. E., & Weidinger, E. (2003). Beyond active learning: a constructivist approach to learning. *Reference Services Review*, 32(2), 141 - 148.

- Hand, B., Yore, L., Jagger, S., & Prain, V. (2010). Connecting research in science literacy and classroom practice: A review of science teaching journals in Australia, the United Kingdom and the United States, 1998–2008. *Studies in Science Education* 46(1), 45-68.
- Jia, Q. (2010). A Brief Study on the Implication of Constructivism Teaching Theory on Classroom Teaching Reform in Basic Education. *International Education Studies*, 3(2), 197-199.
- Kadayifc, H. I., Atasoy, B., & Geban, O. (2010). Effectiveness of instruction based on the constructivist approach on understanding chemical equilibrium concepts. *Research in Science & Technological Education*, 21(2), 209-227
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.
- Michaels, S., Shouse, A. W., C Schweingruber, H. A. (2008). *Ready, Set, Science!: Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms*. Washington DC: The national Academics Press.
- Prain, V., Tytler, R., & Peterson, S. (2009). Multiple representation in Learning About Evaporation. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787-808.
- Treagust, D. F. (2008). The Role of Multiple Representations in Learning Science. In Lee Y. J. & Ten A. L. (Eds.), *Science Education at the Nexus of Theory and Practice*. Singapore: Sense Publisher.
- Tsui, C.Y. & Treagust, D. (2004). Conceptual Change in Learning Genetics: An Ontological Perspective. *Research in Science & Technological Education*, 22(2), 185-202.
- Tytler, R., & Prain, V. (2010). A framework for re-thinking learning in science from recent cognitive science perspectives. *International Journal of Science Education*, 32(15), 2055-2078
- Uzuntiryaki, E. (2003). *Effectiveness of Constructivist Approach on Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts*. Phd Thesis. Middle East Technical University Secondary Science and Mathematics Education, Ankara.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In Gabel Dorothy (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177-210). New York: Macmillan.