



ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีที่มีต่อ
ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of Instruction Using Visualization of Chemistry Learning Design on Scientific
Representations and Attitude towards Learning Chemistry of
Upper Secondary School Students

โชติกุล รินลา¹ และ สายรุ้ง ชาวสุภา²

Chotikun Rinla¹ and Sairoong Saowsupa²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี 2) เปรียบเทียบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีและการสอนแบบสืบสอบ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี และ 4) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีและการสอนแบบสืบสอบ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี จำนวน 44 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบ จำนวน 43 คน เครื่องมือวิจัย คือ 1) แบบวัดตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.62 และ 2) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.67 ผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีในระดับดี และ 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี / ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ /
เจตคติต่อการเรียนรู้เคมี

Article Info: Received 31 October, 2016; Received in revised form 10 March, 2018; Accepted 16 September, 2019

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: r.chotikun@gmail.com

Graduate student in Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: r.chotikun@gmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: sairoong.s@chula.ac.th

Lecturer in Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: sairoong.s@chula.ac.th

Abstract

This research aimed to 1) study the scientific representations of students by using the visualization of Chemistry learning design, 2) compare students' scientific representations between a group of students using the visualization of Chemistry learning design and ones using inquiry instruction. 3) study students' attitude towards learning chemistry by using the visualization of Chemistry learning design. 4) compare students' attitude towards learning chemistry between two groups, with one using the visualization of Chemistry learning design and the other using inquiry instruction. The samples were tenth grade students. One class of 44 students was used as the experimental group, using the visualization of Chemistry learning design, while another class of 43 students was used as the control group, using inquiry instruction. The research instruments were 1) the scientific representations test with reliability at 0.62, 2) the attitude toward learning chemistry test with reliability of 0.67. The research findings were summarized as follows: 1) The experimental group's mean score of their scientific representations was rated at a moderate level; 2) The experimental group's mean score of their scientific representations was higher than control group by a level of .05 significance; 3) The experimental group's mean score of attitude towards learning chemistry was rated at a good level; 4) The experimental group's mean score of the attitude toward learning chemistry was higher than control group by a level of .05 significance.

KEYWORDS: VISUALIZATION OF THE CHEMISTRY LEARNING DESIGN / SCIENTIFIC REPRESENTATIONS / ATTITUDE TOWARD LEARNING CHEMISTRY

บทนำ

ธรรมชาติของการศึกษาเคมีเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ 2 ระดับ คือ 1) ปรากฏการณ์ระดับจุลภาค (Microscopic world) เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น อิเล็กตรอน อะตอม โมเลกุล หรือไอออน มีความซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมสูง ยากต่อการทำความเข้าใจ และ 2) ปรากฏการณ์ระดับที่สามารถสังเกตได้ (Observable world) เช่น การทดลองและประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยปรากฏการณ์ทั้ง 2 ระดับจะสื่อสารผ่านการใช้สัญลักษณ์ (Symbol) เช่น สูตรโมเลกุล สมการเคมี (Jaber & BouJaoude, 2012) วิชาเคมีจึงเป็นวิชาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากเป็น การศึกษาสิ่งที่ยับยั้งและเป็นนามธรรม (Gudyanga & Madambi, 2014) ดังนั้น การเรียน วิชาเคมีจึงต้องอาศัยการสร้างมโนภาพ (Visualization) เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจ โทนทัศน์ ทางเคมีในรูปแบบภาพวาดและการเขียนอธิบาย (Tasker & Dalton, 2008) โดย Johnstone (1993) นักเคมีศึกษาได้เสนอแนวทางการสร้างมโนภาพทางเคมีโดยใช้ตัวแทนความคิด

ทางวิทยาศาสตร์ (Representations) แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ตัวแทนความคิดระดับมหภาค (Macroscopic representations) คือ ความเข้าใจโมทัศน์ทางเคมีของปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เช่น การทดลอง ประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2) ตัวแทนความคิดระดับจุลภาค (Microscopic representations) คือ ความเข้าใจโมทัศน์ทางเคมีของสสารจากปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น อะตอม โมเลกุล ไอออน และ 3) ตัวแทนความคิดระดับสัญลักษณ์ (Symbolic representations) คือ ความเข้าใจโมทัศน์ทางเคมีจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดระดับมหภาคและตัวแทนความคิดระดับจุลภาคโดยใช้สัญลักษณ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา เช่น สูตรทางเคมี สมการเคมี สอดคล้องกับ Tasker and Dalton (2006) ที่กล่าวว่า หากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดทั้ง 3 ระดับได้ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึกในเคมี ซึ่งเป็นความเข้าใจโมทัศน์ทางเคมีจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดทั้ง 3 ระดับ ทำให้อธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

ในการเรียนรู้วิชาเคมี นอกจากนักเรียนมีตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนจำเป็นต้องมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เคมี ซึ่งเป็นความรู้สึกที่โน้มเอียงในการตอบสนองทางบวกต่อการเรียนรู้เคมีประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) การเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี เป็นการตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของโมทัศน์ทางเคมี 2) การเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้ เป็นการตระหนักและเข้าใจถึงประโยชน์ของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน (Salta & Tzougraki, 2004) 3) ความสนใจในการเรียนรู้เคมี เป็นความชอบและความเพลิดเพลินที่ทำให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้เคมี (Savec, Sajovic, & Grm, 2009) และ 4) การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี เป็นการตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของการเรียนรู้เคมีระหว่างการเรียนรู้ทฤษฎีและการลงมือปฏิบัติ (Nyunt & Aye, 2015) หากนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เคมีจะทำให้ นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นความสำคัญในการเรียนเคมีมากขึ้น

เมื่อพิจารณาปัญหาในการเรียนเคมีที่เกี่ยวข้องกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยและต่างประเทศ พบว่า 1) นักเรียนมีปัญหาในการแสดงตัวแทนความคิด อาทิ นักเรียนขาดประสบการณ์ในแสดงตัวแทนความคิดระดับมหภาค เนื่องจาก นักเรียนขาดการฝึกปฏิบัติ (Nelson, 2002 as cited in Gilbert & Treagust, 2009) 2) นักเรียน

ไม่สามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดได้ อาทิ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ได้ (Taber & Coll, 2002) 3) นักเรียนไม่สามารถอธิบายตัวแทนความคิดในระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ได้ (ณัชรฤต เกื้อทาน, 2557) รวมทั้งนักเรียนมีรูปแบบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะ ต่ำกว่าร้อยละ 50 (ดวงกมล บำรุงบ้านท่ม, 2555) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทยและต่างประเทศประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน คือ นักเรียนมีปัญหาในการแสดงตัวแทนความคิดเนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจโมโนทัศน์ทางเคมี อีกทั้งยังพบว่า นักเรียนในประเทศไทยและต่างประเทศบางส่วนไม่ชอบการเรียนรู้เคมี เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยากและมีเนื้อหาเป็นจำนวนมาก (Yunus & Ali, 2012) รวมทั้งนักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่มองเห็นภาพยาก มีความเป็นนามธรรมสูง (Jegede, 2007) เนื้อหาของวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ซับซ้อนทำให้ผู้เรียนบางส่วนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ขาดแรงจูงใจในการเรียนวิชาเคมี (พัชรินทร์ ศรีพล, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, และ เชษฐศิริสวัสดิ์, 2556) ดังนั้น นอกจากผู้เรียนต้องอาศัยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีแล้ว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เคมี ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนเคมี 3 ประการ คือ 1) ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี 2) ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนเคมี และ 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเคมีไปสู่โมโนทัศน์ทางเคมี (Salta & Tzougraki, 2004)

แนวทางหนึ่งในการพัฒนาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี (Visualization of chemistry learning design) อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2558) รวมทั้งใช้แนวคิดของรูปแบบด้านโสตทัศนของกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Audiovisual information-processing model) โดยบุคคลรับรู้ข้อมูลจากการมองภาพเป็นตัวอักษรและรูปภาพพร้อมกับการได้ยินเสียง จากการใช้ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งข้อมูลจากการรับรู้ทางเสียงจะแปลความหมายเป็นคำในรูปแบบของภาษา ส่วนข้อมูลที่ได้รับจากภาพจะแปลความหมายเป็นคำซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถมองเห็นได้

จากนั้นจะเกิดการผสมผสานข้อมูลทั้งสองส่วนและเชื่อมโยงกับความรู้เดิม โดยการเข้ารหัสเป็นความจำระยะยาว ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ (Tasker & Dalton, 2006)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (Tasker & Dalton, 2008) ได้แก่ 1) ขั้นการสังเกตปรากฏการณ์ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ทางเคมีและให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจากการสังเกตด้วยการวาดภาพและอธิบาย ทำให้ผู้เรียนเกิดตัวแทนความคิดระดับมหภาค โดยแสดงความเข้าใจโมเลกุลทางเคมีในรูปแบบการวาดภาพและเขียนบรรยาย 2) ขั้นการบรรยายและวาดภาพตัวแทนความคิดระดับจุลภาค เป็นขั้นที่ให้นักเรียนวาดภาพและบรรยายโครงสร้างทางเคมีจากปรากฏการณ์ที่ศึกษา ทำให้ผู้เรียนเกิดตัวแทนความคิดระดับจุลภาค โดยแสดงความเข้าใจโมเลกุลทางเคมีในรูปแบบภาพวาดโครงสร้างทางเคมีระดับจุลภาคและเขียนอธิบาย 3) ขั้นการอภิปรายร่วมกับเพื่อน เป็นขั้นที่อภิปรายถึงตัวแทนความคิดในระดับจุลภาคของตนเองร่วมกับเพื่อน เพื่อรับข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อน 4) ขั้นการแสดงภาพเคลื่อนไหวและสถานการณ์จำลอง เป็นขั้นที่แสดงภาพเคลื่อนไหวของโครงสร้างทางเคมีเพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะสำคัญของโมเลกุล 5) ขั้นการสะท้อนความแตกต่างด้วยโมเลกุลที่มีมาก่อน เป็นการสะท้อนความคิดของตนเองถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างตัวแทนความคิดของตนเองและลักษณะสำคัญของภาพเคลื่อนไหว พร้อมทั้งเขียนอธิบายความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของตนเองและเขียนตัวแทนความคิดระดับจุลภาคให้ถูกต้อง 6) ขั้นการเชื่อมโยงไปสู่การคิดระดับอื่น เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดตัวแทนความคิดระดับสัญลักษณ์ โดยแสดงความเข้าใจโมเลกุลทางเคมีจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดระดับมหภาคและตัวแทนความคิดระดับจุลภาคในรูปแบบสัญลักษณ์ เช่น สูตรทางเคมีหรือสมการเคมีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และ 7) ขั้นการปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นขั้นที่นำตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ใหม่

ผลการวิจัยของ Dalton (2003) ได้ทำการศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของสสารจากการสร้างมโนภาพทางเคมีกับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาสามารถพัฒนาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางกายภาพของสสารได้ดีขึ้นและสามารถส่งผ่านความคิดจากภาพเคลื่อนไหวไปยังสถานการณ์ใหม่ได้ สอดคล้องกับการวิจัยของ Tasker and Dalton (2006) ได้ทำ

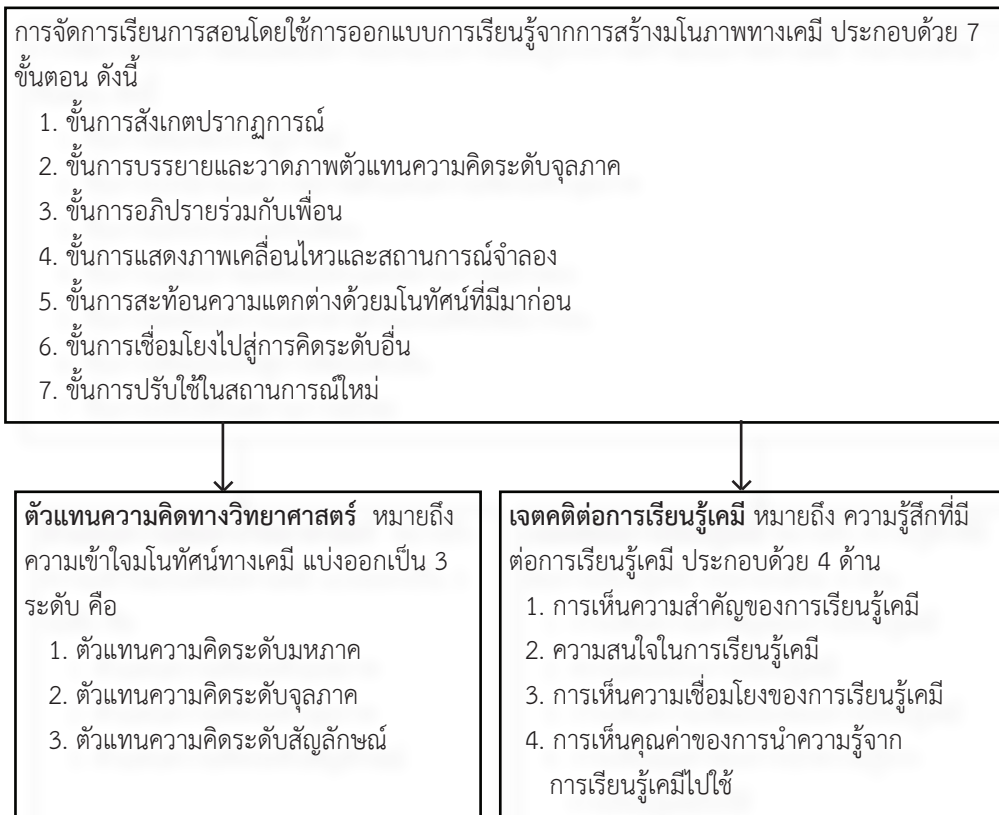
การศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีกับของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 22 คน พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาตัวแทนความคิดได้ดียิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังพบว่าการใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เคมีมากขึ้น (Tasker & Dalton, 2008) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Salta and Tzougraki (2004) พบว่า นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้เคมีมากขึ้น รวมทั้งงานวิจัยของ Savec et al. (2009) ที่ศึกษาการใช้ตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางกายภาพ พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเคมีมากขึ้น ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมี

แนวคิด สภาพปัญหา และงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำการออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมี เพื่อพัฒนาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้เคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีและกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีรูปแบบการวิจัยศึกษาสองกลุ่มวัดครั้งเดียว กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำคะแนนสอบกลางภาคเรียน วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 มาทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (Oneway ANOVA) ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ผลการทดสอบได้ห้องที่ 1 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มทดลอง และห้องที่ 2 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี ใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 11 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ใช้กับกลุ่มควบคุมจำนวน 11 แผน โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Item Objective Congruence: IOC) หากค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (วรณี แกมเกต, 2555) สามารถนำมาใช้ได้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ทุกแผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 แบบวัดตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยแบบกำหนดสถานการณ์ที่อิงเนื้อหาเรื่อง พันธะเคมี มีจำนวน 4 ข้อ ตรวจให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 3 ระดับ คือ ดี (3) พอใช้ (2) และต้องปรับปรุง (1) โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ในระดับที่ดี ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ด้วยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า ข้อสอบทั้ง 4 ข้อ สามารถนำมาใช้ได้ทุกข้อ และตรวจสอบความเที่ยง พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.62 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดมีความสอดคล้องภายในระหว่างแบบวัดตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้ออยู่ในระดับปานกลาง

2.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี มีลักษณะเป็นข้อคำถามทั้งหมด 18 ข้อ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) การเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี 2) ความสนใจในการเรียนรู้เคมี 3) การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี และ 4) การเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้ โดยใช้มาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert-type scale) ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีระดับการตอบ 5 ระดับ ได้แก่ (5) เห็นด้วยมากที่สุด (4) เห็นด้วย (3) ไม่แน่ใจ (2) ไม่เห็นด้วย (1) ไม่เห็นด้วยมากที่สุด กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 อยู่ในระดับที่ดี ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ด้วยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า ข้อคำถามทั้ง 18 ข้อ สามารถนำมาใช้ได้ทุกข้อ และตรวจสอบความเที่ยง พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.67 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดมีความสอดคล้องภายใน

อยู่ในระดับปานกลาง

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเตรียมนักเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง ผู้วิจัยอธิบายความหมายของตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจ
2. ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนกลุ่มละ 22 คาบ คาบละ 50 นาที
3. ทำการทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบวัดตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติอ้างอิง โดยทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยสถิติทดสอบที กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1) ผลการศึกษาคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี โดยเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 ของระดับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ พบว่าตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจัดอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่านักเรียนแสดงตัวแทนความคิดระดับมหาคะระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ อยู่ในระดับพอใช้ (ตาราง 1)

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ย (M), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($M_{\text{ร้อยละ}}$) และระดับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนเคมีโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีของ นักเรียนกลุ่มทดลอง ($n = 44$)

ระดับตัวแทนความคิด	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			ระดับของ ตัวแทนความคิด
		M	SD	$M_{\text{ร้อยละ}}$	
1. ระดับมหภาค	9	5.77	0.89	64.11	พอใช้
2. ระดับจุลภาค	21	13.18	1.51	62.76	พอใช้
3. ระดับสัญลักษณ์	6	3.66	0.86	61.00	พอใช้
รวม	36	22.61	2.20	62.62	พอใช้

2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($M_{\text{ร้อยละ}}$) และค่า t ของคะแนนตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ($n = 44$) และนักเรียนกลุ่มควบคุม ($n = 43$)

ระดับตัวแทน ความคิด	คะแนน เต็ม	ค่าสถิติ						t
		กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			
		M	SD	M _{ร้อยละ}	M	SD	M _{ร้อยละ}	
1. ระดับมหภาค	9	5.77	0.89	64.11	5.16	1.02	57.33	2.98*
2. ระดับจุลภาค	21	13.18	1.51	62.76	11.56	1.56	55.05	4.92*
3. ระดับสัญลักษณ์	6	3.66	0.86	61.00	3.16	0.79	52.67	2.81*
รวม	36	22.61	2.20	62.62	19.88	2.63	55.02	5.26*

หมายเหตุ: * $p < .05$

3) ผลการศึกษาคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมี โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี ความสนใจในการเรียนรู้เคมี การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี และการเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีทุกด้านอยู่ในระดับดี (ตาราง 3)

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ย (M), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($M_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ลักษณะของเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี
		M	SD	$M_{\text{ร้อยละ}}$	
1. การเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี	15	13.39	1.26	89.27	ดี
2. ความสนใจในการเรียนรู้เคมี	25	21.07	3.22	84.28	ดี
3. การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี	25	23.25	1.48	93.00	ดี
4. การเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้	25	22.48	2.40	89.92	ดี
รวม	90	80.19	6.79	89.12	ดี

4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านการเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี ความสนใจในการเรียนรู้เคมี การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี และการเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 4)

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($M_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าที (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ลักษณะของเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						t-test
		กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			
		M	SD	M _{ร้อยละ}	M	SD	M _{ร้อยละ}	
1. การเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมี	15	13.39	1.26	89.27	12.65	1.45	84.33	2.53*
2. ความสนใจในการเรียนรู้เคมี	25	21.07	3.22	84.28	19.67	2.65	78.68	2.20*
3. การเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมี	25	23.25	1.48	93.00	19.49	1.53	77.96	11.64*
4. การเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้	25	22.48	2.40	89.92	20.89	2.11	83.56	3.29*
รวม	90	80.19	6.79	89.12	72.70	5.59	81.13	5.61*

หมายเหตุ: * $p < .05$

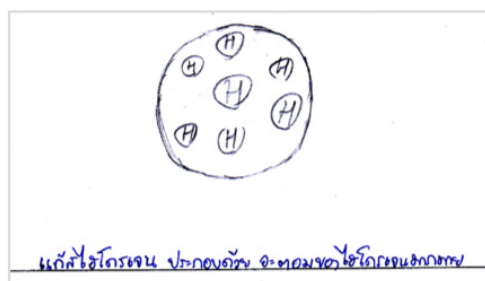
อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีที่มีต่อตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีประเด็นนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีมีตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1) นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องพันธะเคมี ทำให้แสดงความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจากครูผู้สอนไม่ได้ทำการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ ของเรื่องพันธะเคมี

ส่งผลให้นักเรียนแสดงตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐฤต เกื้อทาน (2557) ซึ่งพบว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีแบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีไม่ต้องถูกเนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการสร้างแบบจำลองที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น เมื่อให้นักเรียนวาดภาพและบรรยายโครงสร้างของแก๊สไฮโดรเจนในใบกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่แก๊สไฮโดรเจนประกอบด้วยอะตอมเดี่ยวของธาตุไฮโดรเจนอยู่เป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเรื่องอะตอมและโมเลกุลของสาร (ภาพ 1)



ภาพ 1 นักเรียนวาดภาพและบรรยายโครงสร้างของแก๊สไฮโดรเจนในใบกิจกรรม

2) นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องพันธะเคมี ทำให้แสดงความเข้าใจโมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจากในขั้นการแสดงภาพเคลื่อนไหวและสถานการณ์จำลอง สื่อแอนิเมชันที่ครูผู้สอนใช้ในขั้นนี้ยังมีองค์ประกอบไม่สมบูรณ์ ทำให้นักเรียนสังเกตลักษณะสำคัญที่ซับซ้อนของโครงสร้างโมเลกุลได้ไม่เท่าที่ควร ส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียนได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเกิดพันธะเคมีในหลอดทองแดง พบว่า นักเรียนวาดภาพประจุบวกและประจุลบจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ และอธิบายว่า หลอดทองแดงเป็นของแข็งและมีการสร้างพันธะไอออนิก (ภาพ 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Coll and Treagust (2003) ซึ่งพบว่า มีนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่าในหลอดทองแดงมีไอออนอยู่จึงทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้

ภาพ 3 เป็นผลงานนักเรียนที่แสดงการเกิดพันธะเคมีในหลอดทองแดง เมื่อพิจารณาในภาพ ก แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการเกิดพันธะโลหะ แต่ขาดการคิดเชิงจินตนาการ กล่าวคือ นักเรียนทราบว่าในหลอดทองแดงมีการกระจายตัวของอิเล็กตรอนแต่ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเกิดพันธะโลหะซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับประจุบวกในนิวเคลียสของอะตอมทองแดง โดยนักเรียนแสดงให้เห็นเพียงการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในหน้าตัดของหลอดทองแดงซึ่งไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาภาพ ข แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการเกิดพันธะโลหะและมีการคิดเชิงจินตนาการแต่ยังไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ นักเรียนทราบว่าการเกิดพันธะโลหะในหลอดทองแดงมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนแต่ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับประจุบวกในนิวเคลียสของอะตอมทองแดง โดยนักเรียนแสดงให้เห็นเพียงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและอะตอมของโลหะทองแดงซึ่งไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาภาพ ค แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการเกิดพันธะโลหะและมีการคิดเชิงจินตนาการ กล่าวคือ นักเรียนแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับประจุบวกในนิวเคลียสของอะตอมทองแดงที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ดังภาพ ง ซึ่งเป็นภาพการเกิดพันธะโลหะในหลอดทองแดงที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง

2. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีมีขั้นตอนให้นักเรียนแสดงตัวแทนความคิดระดับจุลภาคถึง 2 ครั้ง คือ ในขั้นที่ 2 การบรรยายและวาดภาพตัวแทนความคิดระดับจุลภาค และในขั้นที่ 5 การสะท้อนความแตกต่างด้วยมโนทัศน์ที่มีมาก่อน จึงช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงตัวแทนความคิดระดับจุลภาคได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับการวิจัยของ Tien (1998) ซึ่งได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลอง MORE ซึ่งมีขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองในการสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีที่ใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1) นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้เคมีจากกิจกรรมในขั้นที่ 6 การเชื่อมโยงไปสู่การคิดระดับอื่น ซึ่งนักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดทั้ง 3 ระดับ จะเห็นได้จากใบกิจกรรมซึ่งนักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Salta and Tzougraki (2004) ที่พบว่า การที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเคมีไปสู่สมโนทัศน์และสัญลักษณ์ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้เคมี

2) นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้เคมีจากกิจกรรมในขั้นที่ 1 การสังเกตปรากฏการณ์ กิจกรรมในขั้นที่ 2 การบรรยายและวาดภาพตัวแทนความคิดระดับจุลภาค กิจกรรมในขั้นที่ 3 การอภิปรายร่วมกับเพื่อน และ กิจกรรมในขั้นที่ 4 การแสดงภาพเคลื่อนไหว ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้เคมีสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มริจิ คงทรัพย์ (2553) ซึ่งพบว่าการใช้แนวเทียบในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3) นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของการเรียนรู้เคมีจากกิจกรรมในขั้นที่ 6 การเชื่อมโยงไปสู่การคิดระดับอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tasker and Dalton (2008) ที่พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีทำให้นักเรียนได้พิจารณาถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ

4) นักเรียนเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนรู้เคมีไปใช้จากกิจกรรมในขั้นที่ 7 การปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนนำตัวแทนความคิดทั้ง 3 ระดับ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ใหม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Salta and Tzougraki (2004) ที่พบว่า การที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียนเคมีไปสู่สมโนทัศน์และสัญลักษณ์ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการนำความรู้จากการเรียนเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาในส่วนของลักษณะของเจตคติต่อการเรียนรู้

เคมี พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกลักษณะ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองเกิดความสนใจในการเรียนรู้เคมีมากกว่ากลุ่มทดลอง จากการใช้กระบวนการสร้างมโนภาพทางเคมีทำให้นักเรียนฝึกการแสดงตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างมีลำดับขั้นตอนซึ่งมีความจำเพาะในการแสดงตัวแทนความคิดระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ สอดคล้องกับการวิจัยของ Tien (1998) ซึ่งได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลอง MORE ซึ่งมีขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองในการสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีไปใช้ ครูผู้สอนจะต้องสำรวจความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องพันธะเคมี แนวคิดทางเลือก แนวคิดที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนแสดงตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

2. การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีไปใช้ ต้องใช้เวลาในการพัฒนาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพอสมควร เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าในสัปดาห์ที่ 4 จะสามารถเห็นพัฒนาการในการแสดงตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนอาจจะต้องมีความอดทนในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีเพื่อพัฒนาตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างมโนภาพทางเคมีไปแก้ปัญหาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือแนวคิดทางเลือก เนื่องจากมีขั้นตอนสำคัญในการพิจารณาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน คือ ขั้นตอนการสะท้อนความแตกต่างด้วยมโนทัศน์ที่มีมาก่อนจะช่วยแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและ

แนวคิดทางเลือกในวิชาเคมีของนักเรียนได้ หรืออาจนำการจัดการเรียนการสอนนี้ไปพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. ในการศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีควรมีแบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ เพื่อช่วยสนับสนุนข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เคมี

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ณัชรฤต เกื้อทาน. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงกมล บำรุงบ้านหมื่น. (2555). *ตัวแทนความคิด เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ (Analogy) ตามแนว FAR Guide*. สืบค้นจาก http://gsmis.gs.kku.ac.th/student/student_detail/535050062
- พัชรินทร์ ศรีพล, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, และ เชษฐา ศิริสวัสดิ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 9(2), 71-82.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2558). *รู้เนื้อหาท่อนสอนเก่ง*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มริจิ คงรัตน์. (2553). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87(5), 685-707.
- Dalton, R. M. (2003). *The development of students' mental models of chemical substances and processes at the molecular level* (Doctoral Dissertation). Retrieved from <https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws:816>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (pp. 1-8). Germany: Springer, Dordrecht.
- Gudyanga, E., & Madambi, T. (2014). *Students' misconceptions about bonding and chemical structure in chemistry*. Retrieved from <http://ir.msu.ac.zw:8080/jspui/bitstream/11408/645/1/gudyanga2.pdf>
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Jegede, S. A. (2007). Students' anxiety towards the learning of chemistry in some Nigerian secondary schools. *Educational Research and Reviews*, 2(7), 193.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.
- Nyunt, N. N., & Aye, M. M. (2015). The attitude towards chemistry of grade 10 students. *Education Research Journal*, 5(1), 1-12.

- Taber, K. S., & Coll, R. K. (2002). Bonding. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 213-234). Germany: Springer, Dordrecht.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141–159.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2008). *Visualizing the molecular world—design, evaluation, and use of animations. In visualization: Theory and practice in science education*. Sydney: Springer Netherlands.
- Tien, L. T. (1998). *Fostering expert inquiry skills and beliefs about chemistry through the MORE laboratory experience* (Doctoral Dissertation). ProQuest Dissertations and Theses. (AAI9902256).
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547.
- Savec, V. F., Sajovic, I., & Grm, K. S. W. (2009). *Action research to promote the formation of linkages by chemistry students between the macro, submicro, and symbolic representational levels*. Sydney: Springer Netherlands.
- Yunus, F. W., & Ali, Z. M. (2012). Urban Students' Attitude towards learning chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68(2012), 295-304.