

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถาม
ระดับสูงที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถ
ในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมี**

Effects of Learning Using Concept Attainment Model and
Higher Order Questions on Chemistry Concepts and Analyzing
Ability for Students Program in Chemistry Teaching

ภัทรภร ชัยประเสริฐ*

Pattaraporn Chaiprasert*

Corresponding Author, E-mail: pattarapornc@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับการตั้งคำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตเอกการสอนเคมี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการสอนรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ซึ่งวัดมโนทัศน์ทางเคมี 5 สารระ ได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี 3) แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัยพบว่า

1. มโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในภาพรวมทุกสาระเคมี

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจำแนกตามสาระ ได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี พบว่านิสิตเอกการสอนเคมีหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่ม 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 78.26, 82.0, 78.26, 73.91, 78.26 ตามลำดับ

* อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

** งานวิจัยนี้ได้รับทุนในการทำวิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

นิสิตสามารถตอบคำถาม และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ในขณะที่นิสิตมีมีโนทัศน์ทางเคมีในกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด และกลุ่มที่ 4 มีจำนวนลดลงมากที่สุด กล่าวคือ ไม่มีนิสิตที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน

คำสำคัญ: โมเดลการได้มาซึ่งมีโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง, มีโนทัศน์ทางเคมี, ความสามารถในการวิเคราะห์

Abstract

The purposes of this research were to compare chemistry concepts and analytical ability of students majoring in chemistry teaching before and after learning by means of using concept attainment model and higher order questions. The participants were 23 students majoring in chemistry teaching. The students were enrolled in course of 41140659 Chemistry Concepts in School II in the second semester of 2017. The participants were selected using purposive sampling. The research instruments consisted of: 1) lesson plans of the course 41140659 Chemistry Concepts in School II by virtue of using concept attainment model and higher order questions 2) chemistry concepts test which was composed of 5 chemistry contents: chemical bonding, stoichiometry, acid-base, chemical equilibrium, and electrochemistry 3) analyzing ability test. The data were analyzed by mean, standard deviation, t-test for dependent sample and content analysis for qualitative

The results of this study indicated that:

1. The chemistry concepts of students after learning with concept attainment model and higher order questions were higher than those before learning at a level of .05 in the whole of 5 chemistry contents.
2. The analytical ability of students after learning with concept attainment model and higher order questions was higher than those before learning at a level of .05
3. The results of qualitative analysis classified by chemistry contents: chemical bonding, stoichiometry, acid-base, chemical equilibrium, and electrochemistry revealed that the chemistry concepts of students majoring in chemistry after learning using concept attainment model and higher order questions were at the high level and were at the first group. The numbers of students in group 1 had increased at the first rank 78.26, 82.0, 78.26, 73.91, 78.26 respectively. They were capable of answering the questions correctly. In addition, they can provide the reasons for all significant components with completely logical explanation for each of chemistry concepts. In comparison, the numbers of students who had chemistry concepts in group 2 and group 3 had significantly decreased. At the same time, the numbers of students in group 4 were the most reduced. This demonstrates that no one had the misconceptions in chemistry after learning.

Keywords: Concept attainment model, chemistry concepts, analyzing ability

บทนำ

การพัฒนา นิสิตครูวิทยาศาสตร์ให้มีความสามารถในการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนิสิตครูจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในโรงเรียนในระดับต่างๆ คณะศึกษาศาสตร์ซึ่งเป็นหน่วยงานการศึกษาในการผลิตครู จึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพอันจะเป็นกำลังสำคัญต่อการพัฒนาประเทศชาติ การจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาจำเป็นต้องพัฒนาให้นิสิตเกิดการเรียนรู้ด้วยความหมายและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับบัณฑิตให้มีความสามารถในการจัดระบบความคิด คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้ (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2554) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต สาขาเคมี เพื่อผลิตบัณฑิตให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน มีความเชี่ยวชาญในการสอนเคมี มีคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ มีมาตรฐานผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เข้าใจหลักการพื้นฐานทางเคมี ด้านทักษะทางปัญญา มีความสามารถการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สามารถประยุกต์ความรู้ให้เกิดประโยชน์ต่อวิชาชีพครูได้ (ภัทรภร ชัยประเสริฐ และคณะ, 2558)

จากการที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนในรายวิชาเคมีระดับโรงเรียนในปีการศึกษา 2556-2559 พบว่านิสิตเอกการสอนเคมีสรุปและอธิบายมโนทัศน์ทางเคมีไม่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนและไม่สามารถให้เหตุผลเพื่ออธิบายองค์ประกอบของข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางเคมีประกอบกับผู้วิจัยได้นิเทศนิสิตฝึกปฏิบัติการสอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รายวิชาเคมี โรงเรียน

ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่านิสิตฝึกปฏิบัติการสอนส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นเนื้อหาสาระมากกว่าการลงมือปฏิบัติ ขาดเทคนิคที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ และคิดสังเคราะห์ นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์นิสิตฝึกปฏิบัติการสอน พบว่านิสิตมีการเตรียมความพร้อมด้านการสอนด้วยเวลาที่น้อยประกอบกับเนื้อหาที่มีมาก ทำให้ขาดความแม่นยำในเนื้อหาที่สอน เน้นการท่องจำการท่องสูตรไปใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา มากกว่าการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ในเนื้อหาอย่างถูกต้อง ทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สูงขึ้นและไม่สามารถอธิบาย แก้ปัญหา หรือประยุกต์ความรู้ได้ สอดคล้องกับชาติรี ฝ่ายคำตา (2549) ได้กล่าวไว้ว่า สถาบันผลิตครูควรปรับปรุงหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในการเตรียมความพร้อมด้านเนื้อหาวิชา ก่อนออกฝึกสอน และควรมีความแม่นยำในเนื้อหาวิชาที่สอน

มโนทัศน์ทางเคมีเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเคมีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสำคัญ ความหมาย การเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเพื่ออธิบายทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ จากการศึกษาพบว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อนเข้าใจยากและเป็นนามธรรม ธรรมชาติของวิชาเคมีต้องใช้จินตนาการในการคิดเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์และชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนจำนวนมากมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551; กฤษญา พันนชัย และคณะ, 2561) การเรียนรู้มโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้อันถึงระดับสูงสุดในเรื่องนั้น เริ่มจากความเข้าใจในเนื้อหาพื้นฐาน ต่อเนื่องไปจนถึงเนื้อหาที่ยากขึ้นจนนำไปสู่การประยุกต์ใช้ ดังที่ บราวน์ (Brown, 1992) อธิบายว่ามโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนจะทำให้มีปัญหาในการเรียนรู้ที่สูงขึ้นไป หากผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนก็จะส่งผลกระทบต่อการศึกษา การแสดงวิธีทำและการเรียนรู้เนื้อหาที่สูงขึ้นต่อไป และสอดคล้องกับ วรรมทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวไว้

ว่าการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์เป็นกระบวนการส่งเสริมให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องให้ถูกต้อง

การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดเป็นเรื่องสำคัญ การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Palgrave study skills) ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์และการคิดวิพากษ์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดแก้ปัญหา จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การพัฒนากระบวนการคิดเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา นักศึกษาใหม่ในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ ผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งในและนอกชั้นเรียน (ศรเนตร อารีโสภณพิเชษฐ, 2557) ประกอบกับการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบันที่มุ่งเน้นการบรรยายเนื้อหาสาระ ครูขาดแนวทางหรือกลยุทธ์ด้านการสอนคิดวิเคราะห์ การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมีความสำคัญต่อผู้เรียน (วิศนี ใจนก และจุไรรัตน์ สุตรุ่ง, 2562) สอดคล้องกับ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ที่กล่าวไว้ว่าการคิดวิเคราะห์ถือเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิต ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มา ซึ่งมโนทัศน์ (Concept attainment model) พัฒนามาจาก Joyce & Weil (1996) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่ส่งเสริมและพัฒนาการคิด โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้จัดกระทำกับข้อมูลจนกระทั่งสามารถค้นหาคุณสมบัติที่สำคัญเฉพาะของเรื่องนั้น และให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มา ซึ่งมโนทัศน์ของลาสเลย์และแมทซินสกี (Lasley & Matczynski, 2002) โดยพัฒนามาจากแนวคิดของ Burner Goodnow และ Austin (Burner et al., 1967)

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดมโนทัศน์ (Concept identification) ขั้นนี้ผู้สอนจะเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar identification) ผู้สอนให้ตัวอย่างลักษณะที่ใช่และไม่ใช่ของมโนทัศน์ ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) ผู้สอนเพิ่มเติมตัวอย่างและให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปมโนทัศน์ (Closure) เป็นขั้นหาข้อสรุปของลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ (Application) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นนิสิตให้เกิดกระบวนการคิดจนนำมาสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับทิสนา เขมมณี (2555) ที่อธิบายว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบมโนทัศน์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์จากการคิดวิเคราะห์ และตัวอย่างที่หลากหลาย ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรงคือ ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการทำความเข้าใจมโนทัศน์อื่นๆ ต่อไปได้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบมโนทัศน์ในวิชาเคมี (Rajwinder 2017; Mahesh, 2014; Sreelekha & Nayar, 2004) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากความสำคัญ สภาพปัญหา และเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางเคมี และความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตครุศึกษาศาสตร์ยังมีน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอนโดยการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มา ซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ ในด้านการ

พัฒนาการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา และการพัฒนานิสิตให้มีโมทัศน์ที่ถูกต้อง สามารถอธิบายความหมาย ประยุกต์ความรู้ แก้ไขปัญหาทางเคมีได้อย่างถูกต้อง และยังเป็นส่งเสริมความสามารถในการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นกับนิสิตซึ่งทักษะการคิดเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนานิสิตครูให้มีความแม่นยำในเนื้อหาวิชาที่จะสอนสำหรับนิสิตที่จะต้องจบไปเป็นครูเคมี ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนการสอนในโรงเรียนมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบโมทัศน์ทางเคมีของนิสิตเอกการสอนเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง

สมมติฐานของการวิจัย

1. โมทัศน์ทางเคมีของนิสิตเอกการสอนเคมีหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมีหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นิสิตเอกการสอนเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัฐแห่งหนึ่ง ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นิสิตเอกการสอนเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัฐแห่งหนึ่ง ปีการศึกษา 2560 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง

2.2 ตัวแปรตาม คือ โมทัศน์ทางเคมี และความสามารถในการวิเคราะห์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้วิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาเคมีในรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 เป็นการวิเคราะห์โมทัศน์เคมีระดับมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 5 สาร ได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แบ่งเป็นทดสอบก่อนเรียน

2 ชั่วโมง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 14 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาศัยโมเดลการได้มาซึ่งโมทัศน์ร่วมกับการตั้งคำถามระดับสูง โดยพัฒนามาจากแนวคิดของ Lasley and Matczynski (2002) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดมโนทัศน์ ผู้สอนจะเลือกและวิเคราะห์รายละเอียดของมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในชั่วโมงเรียน โดยผู้สอนจะสนทนาซักถามเกี่ยวกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยการใช้คำถามระดับสูงประกอบการทบทวน

ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง ผู้สอนให้ตัวอย่างทางบวกและทางลบ ตัวอย่างทางบวกประกอบด้วยคุณลักษณะที่ครบของมโนทัศน์และตัวอย่างทางลบประกอบด้วยคุณลักษณะที่ไม่ครบของมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างได้ ผู้สอนใช้คำถามระดับสูงประกอบการให้ตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างทางบวกและทางลบที่ผู้สอนนำเสนอและให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน จากนั้นผู้สอนเพิ่มเติมตัวอย่างอีก โดยผู้สอนจะใช้คำถามระดับสูงเพื่อช่วยให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น หรือเพื่อกำจัดสมมติฐานอันเป็นเท็จออกไป ผู้สอนถามด้วยคำถามระดับสูงเพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวอย่างต่างๆ ในแง่ของความเหมือนหรือความแตกต่าง

ขั้นที่ 4 ขึ้นสรุปมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ผู้สอนตรวจสอบทบทวนการตั้งสมมติฐานของผู้เรียนที่ได้จากขั้นที่ 3 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ช่วยกันคิดหาข้อสรุปของลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ ผู้สอนจะใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสังเคราะห์รายละเอียด เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ ผู้สอนจะใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความเข้าใจที่สร้างขึ้นสร้างตัวอย่างเพิ่มเติมด้วยตนเอง และผู้สอนตรวจสอบว่าผู้เรียนแต่ละ

คน นิยามลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ได้ถูกต้องหรือไม่ และผู้สอนให้สถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นๆ

2. มโนทัศน์ทางเคมี หมายถึง ความคิดรวบยอดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมี โดยสามารถสรุปความเข้าใจนั้น ออกมาในรูปของความหมาย การขยายความ การอธิบาย การคำนวณ การให้เหตุผลตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเคมี ออกเป็นส่วนๆ ค้นหาประเด็นสำคัญของข้อมูล บอกความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยย่อยเหล่านั้น จนนำไปสู่การลงข้อสรุปและหลักการตามแนวคิดของ Bloom (1956) ดังนี้

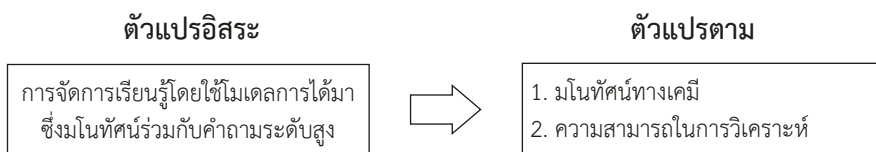
3.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นแยกแยะส่วนของข้อมูลที่รวมอยู่ในเรื่องราวสั้นๆ เพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญของข้อมูล วิเคราะห์ได้ว่าเป็นชนิดใดลักษณะใด เพราะเหตุใด

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆ หรือองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ว่ามีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

3.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างหลักการ แล้วลงข้อสรุปจากการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนย่อยต่างๆ เพื่อสรุปเป็นคำตอบหลัก

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ประกอบด้วย เนื้อหา 5 สาร ได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยการเขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 37 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.41-0.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40-0.76 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

2. แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นแบบวัดปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามซึ่งครอบคลุมกับการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตอนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลสนับสนุนการเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.28-0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31-0.82 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

3. แผนการสอนรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 5 แผนการสอน ใช้เวลา 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญได้แผนการสอนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และประมวลรายวิชา (course syllabus) 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 เพื่อกำหนดและวิเคราะห์มโนทัศน์ทางเคมีจำนวน 5 สาร ได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี

2. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการสอนรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 จำนวน 5 แผน โดยแต่ละแผนการสอนประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ ตัวอย่างประเด็นปัญหาและสถานการณ์ สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี และ 3) แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน เคมีระดับมหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมีระดับมัธยมศึกษา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pretest) ด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี จำนวน 37 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ แล้วดำเนินการสอนตามแผนการสอนวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 ใช้เวลา 14 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน (posttest) ด้วยข้อสอบชุดเดิมและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ดำเนินการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีและแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ร้อยละ (%) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติค่าที (t-test)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากคำตอบและการอธิบายเหตุผล และนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง (n = 23)

สาระเคมี	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	Mean	SD	Mean	SD	
พันธะเคมี	11.52	2.410	18.96	1.665	15.827*
ปริมาณสารสัมพันธ์	11.46	3.462	21.04	3.212	15.304*
กรด-เบส	10.52	1.253	19.13	3.389	14.618*
สมดุลเคมี	9.57	2.501	18.65	1.191	19.870*
ไฟฟ้าเคมี	10.39	3.461	19.17	1.614	16.468*
รวม	10.783	3.105	19.42	2.068	34.810*

* $p < .05$

ตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง เท่ากับ 10.78 และ 19.42 ตามลำดับ นิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนมโนทัศน์ทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง 5 สาระเคมี

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตเอกการสอนเคมี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 41140659 เคมีระดับปริญญาตรี 2 จำนวน 23 คน เป็นเพศชาย 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78 และเพศหญิง 15 คน คิดเป็นร้อยละ 65.22

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง

กลุ่มตัวอย่าง	n	Mean	SD	df	t	p
ก่อนเรียน	23	20.60	2.808	22	31.379*	.000
หลังเรียน	23	32.61	2.658			

* $p < .05$

ตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง เท่ากับ 20.60 และ 32.61 ตามลำดับ นิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบ ร้อยละของนิสิตที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามกลุ่มมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนแยกตามสาระ

สาระเคมี		มโนทัศน์ทางเคมี			
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
พันธะเคมี	ก่อนเรียน	17.39	60.87	21.74	0.00
	หลังเรียน	78.26	21.74	0.00	0.00
ปริมาณสารสัมพันธ์	ก่อนเรียน	21.74	30.43	21.74	26.09
	หลังเรียน	82.60	17.40	0.00	0.00
กรด-เบส	ก่อนเรียน	0.00	34.78	26.09	39.13
	หลังเรียน	78.26	21.74	0.00	0.00
สมดุลเคมี	ก่อนเรียน	0.00	39.13	47.82	13.05
	หลังเรียน	73.91	21.73	4.36	0.00
ไฟฟ้าเคมี	ก่อนเรียน	21.74	39.13	17.39	21.74
	หลังเรียน	78.26	21.74	0.00	0.00

ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเป็น 4 กลุ่ม จำแนกตามความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมี ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ความสมบูรณ์ของคำตอบประกอบด้วยมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ คำตอบถูกและให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด

กลุ่มที่ 2 ความสมบูรณ์ของคำตอบประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนของแต่ละมโนทัศน์

กลุ่มที่ 3 ความสมบูรณ์ของคำตอบประกอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 4 ความสมบูรณ์ของคำตอบประกอบด้วยความเข้าใจผิด คำตอบผิดหรือไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบแสดงร้อยละของนิสิตที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางเคมีจำแนกตามกลุ่มมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนแยกตามสาระ ดังนี้

สาระพันธะเคมี ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 2 มากที่สุด ร้อยละ 60.87 นิสิตตอบคำถามถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 1 ร้อยละ 21.74 และร้อยละ 17.39 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนกลุ่มที่ 1 มากที่สุด ร้อยละ 78.26 นิสิตสามารถตอบคำถามถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดมีจำนวนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60.87 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีจำนวนลดลง โดยกลุ่มที่ 2 มีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่านิสิตที่มีมโนทัศน์ทางเคมีที่ไม่สมบูรณ์มีจำนวนลดลง คิดเป็นร้อยละ 39.13 และกลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดแสดงให้เห็นว่าหลังเรียนไม่มีนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเลย

สาระปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 2 มากที่สุด ร้อยละ 30.43 นิสิตสามารถตอบคำถามถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ รองลงมาคือ กลุ่มที่ 4 ร้อยละ 26.09 กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 3 ร้อยละ 21.74 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่ม 1 เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนกลุ่มที่ 1 มากที่สุด ร้อยละ 82.60 นิสิตสามารถตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60.86 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่ม

ขึ้นมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีจำนวนลดลงโดยกลุ่มที่ 4 มีจำนวนลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 26.09 รองลงมาคือกลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงคิดเป็นร้อยละ 21.74 แสดงให้เห็นว่าไม่มีนิสิตที่มีความเข้าใจผิดและไม่มีนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

สาระกรด-เบส ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.13 นิสิตตอบคำถามผิด หรือไม่ตอบคำถาม รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ร้อยละ 34.78 และร้อยละ 26.09 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนกลุ่มที่ 1 มากที่สุด ร้อยละ 78.26 นิสิตสามารถตอบคำถามถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 78.26 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีจำนวนลดลง โดยกลุ่มที่ 4 มีจำนวนลดลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.13 รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.09 แสดงให้เห็นว่าไม่มีนิสิตที่มีความเข้าใจผิดและนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

สาระสมดุลเคมี ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด ร้อยละ 47.82 นิสิตสามารถตอบคำถามถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ร้อยละ 39.13 และร้อยละ 13.05 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนกลุ่มที่ 1 มากที่สุด ร้อยละ 73.91 นิสิตสามารถตอบคำถามถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 73.91 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีจำนวนลดลงโดยกลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 43.46 รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 มีจำนวนลดลงคิดเป็นร้อยละ 17.40 แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และนิสิตที่

มีมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ลดลง และหลังเรียนไม่มีนิสิตที่มีมโนทัศน์ในกลุ่มที่ 4

สาระไฟฟ้าเคมี ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 2 มากที่สุด ร้อยละ 39.13 นิสิตตอบคำถามและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนของสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ รองลงมาคือ

กลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 1 ร้อยละ 21.74 เมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ใน

กลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด ร้อยละ 78.26 นิสิตสามารถตอบคำถามและให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่านิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีจำนวนลดลงโดยกลุ่มที่ 4 มีจำนวนลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 21.74 รองลงมาคือ กลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงคิดเป็นร้อยละ 17.39 แสดงให้เห็นว่าไม่มีจำนวนนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและนิสิตที่มีความเข้าใจผิดเลย จากตารางที่ 3 สรุปในภาพรวมทั้ง 5 สาระ พบว่า นิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มากที่สุด ในขณะที่หลังเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุด และมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 70 ของผู้เรียนทั้งหมด กล่าวคือ หลังเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีที่สมบูรณ์สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดในทั้ง 5 สาระเคมี

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัยพบว่ามโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสะท้อนได้จากผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางเคมีที่ได้จากการที่นิสิตตอบคำถามโดยจำแนกตามความถูกต้องและความสมบูรณ์ของคำตอบ ผู้วิจัยจะยกตัวอย่างแยกตามตามเนื้อหาสาระดังนี้

1. สาระพันธะเคมี ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างคำถาม “จงเปรียบเทียบความยาวพันธะระหว่างอะตอมของ C กับ O ในโมเลกุลต่อไปนี้ HNCO CO_2 CH_3OH COF_2 พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ” คำตอบก่อนเรียนของนิสิตในกลุ่มที่ 3 มีการอธิบายคำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่านิสิตมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลและความยาวของพันธะ นิสิตในกลุ่มที่ 2 มีการอธิบายคำตอบและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนของสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ นิสิตสามารถวาดรูปร่างและบอกชนิดของพันธะได้ถูกต้องว่า CH_3OH มีความยาวของพันธะมากที่สุดเพราะพันธะระหว่าง C-O เป็นพันธะเดี่ยวซึ่งยาวกว่าพันธะคู่ และคำตอบหลังเรียน พบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นิสิตสามารถวาดรูปร่างโมเลกุล ระบุรายละเอียดโครงสร้างของโมเลกุลและเปรียบเทียบความยาวของพันธะ C-O ในโมเลกุลแต่ละชนิดได้ถูกต้อง ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด

2. สาระปริมาณสารสัมพันธ์ ผลการศึกษามโนทัศน์ทางเคมีก่อนเรียนพบว่า นิสิตในกลุ่มที่ 2 มีจำนวนมากที่สุด ร้อยละ 30.43 นิสิตสามารถตอบคำถามและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนของสำคัญของแต่ละมโนทัศน์ เช่นบอกคำตอบแต่ไม่แสดงวิธีการคำนวณ นิสิตในกลุ่มที่ 3 ตอบคำตอบถูกต้องบางส่วนและมีการคำนวณบางส่วนที่คลาดเคลื่อน การแทนค่าผิด และเมื่อเปรียบเทียบหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 82.60 โดยกลุ่มที่ 4 มีจำนวนลดลงมากที่สุด คำตอบหลังเรียน พบว่า นิสิตสามารถคำนวณหาสารกำหนดปริมาณและสารอื่นๆ ในสมการเคมีได้อย่างถูกต้อง มีความคลาดเคลื่อนในการแปลงหน่วยลดลง แสดงให้เห็นว่านิสิตเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องของสารกำหนดปริมาณ และสามารถเชื่อมโยงหาปริมาณสารอื่นๆ ในสมการเคมีได้

3. สารกรด-เบส ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 4 มากที่สุด ร้อยละ 39.13 ส่วนใหญ่นิสิตตอบผิดในส่วนที่เป็นการคำนวณหาค่า pH ของกรดเบสและเกลือ รองลงมาคือ กลุ่ม 2 นิสิตมีมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 34.78 กลุ่มที่ 3 ร้อยละ 26.09 และไม่มีจำนวนนิสิตที่มีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1

หลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด ร้อยละ 78.26 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับทฤษฎีกรดเบสมากขึ้น สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจนนำไปสู่การคำนวณหาค่า pH ได้ถูกต้อง โดยกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 3 มีจำนวนลดลงเหลือร้อยละ 0 แสดงให้เห็นว่าไม่มีนิสิตที่มีความเข้าใจผิดและนิสิตที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

4. สารสมดุลเคมี ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด ร้อยละ 47.82 นิสิตสามารถตอบคำตอบถูกต้อง เช่น ทำนายทิศทางของปฏิกิริยาตามหลักการของเลอชาเตอลิเยร์ได้ แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง เช่น “ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นคงที่ ทำให้ไม่เกิดผลิตภัณฑ์หรือมองเห็นการเปลี่ยนแปลง” นิสิตในกลุ่มที่ 4 ตอบคำถามไม่ถูกต้อง เช่น “ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์” และ “ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นคงที่ เพราะไม่เกิดปฏิกิริยาแล้ว” หลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่ม 1 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 73.91 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับสมดุลเคมีและหลักการของเลอชาเตอลิเยร์ จึงตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้นโดยกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีจำนวนลดลง คิดเป็นร้อยละ 43.46 และ 17.40 ตามลำดับ และหลังเรียนไม่มีนิสิตที่มีมโนทัศน์ในกลุ่มที่ 4

5. สารไฟฟ้าเคมี ก่อนเรียนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 2 มากที่สุด ร้อยละ 39.13 นิสิตตอบคำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ เช่น ขาดการอธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดและแคโทด รองลงมาคือ

นิสิตในกลุ่มที่ 4 คำตอบผิดไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดและแคโทด และมีนิสิตไม่ตอบคำถาม เช่น ไม่สามารถอธิบายหลักการช้อนสังกะสีให้เป็นขั้วเงินได้ นิสิตในกลุ่มที่ 3 ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน แต่มีการอธิบายคำตอบที่คลาดเคลื่อน เช่น เขียนแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชันที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าไม่ถูกต้อง และหลังเรียนพบว่า จำนวนนิสิตมีมโนทัศน์ทางเคมีอยู่ในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุดร้อยละ 78.26 แสดงให้เห็นว่านิสิตมีความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์ การดุลสมการรีดอกซ์ และปฏิกิริยาอิเล็กโทรลิซิสได้ถูกต้องมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากการการศึกษามโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงของนิสิตเอกรการสอนเคมี สรุปประเด็นการอภิปรายออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางเคมี

มโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตเอกรการสอนเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับคำถามระดับสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากนิสิตได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Lasley & Matczynski (2002) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นิสิตสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดมโนทัศน์ ขั้นนี้ผู้สอนจะเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการให้นิสิตได้เรียนรู้ในช่วงโมงเรียน โดยผู้สอนจะซักถามเกี่ยวกับความรู้เดิมของนิสิต เพื่อตรวจสอบพื้นฐานความรู้ เช่น การใช้คำถาม รูปภาพสถานการณ์ในการกระตุ้นนิสิต ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินพื้นฐานความรู้เดิมของนิสิตได้

ขั้นที่ 2 การให้ตัวอย่าง ผู้สอนให้ตัวอย่าง ทางบวกและทางลบ ตัวอย่างทางบวกประกอบด้วย คุณลักษณะที่ครบของมโนทัศน์และตัวอย่างทางลบ ประกอบด้วยคุณลักษณะที่ไม่ครบของมโนทัศน์ ในขั้นนี้ ผู้สอนจะต้องหาตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อให้ให้นิสิตสังเกต เปรียบเทียบและแยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ ยกตัวอย่าง เช่น ผู้สอนกำหนดมโนทัศน์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ผู้สอนยกตัวอย่างโมเลกุลที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ เพื่อให้นิสิตบอก ลักษณะที่สำคัญของพันธะโคเวเลนต์ได้ การให้ตัวอย่างทั้ง ทางบวกและทางลบจะช่วยให้นิสิตมีมโนทัศน์ที่ชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ให้นิสิต สังเกตตัวอย่างทางบวกและทางลบที่ผู้สอนนำเสนอและ ให้นิสิตตั้งสมมติฐาน จากนั้นผู้สอนเพิ่มเติมตัวอย่าง อีก โดยผู้สอนจะใช้คำถามระดับสูงเพื่อช่วยให้นิสิตตั้ง สมมติฐานใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น หรือเพื่อกำจัดสมมติฐานอันเป็นเท็จออกไป ผู้สอนถามด้วยคำถาม ระดับสูงเพื่อให้นิสิตฝึกการคิดวิเคราะห์ สามารถเปรียบเทียบตัวอย่างต่างๆ ในแง่ของความเหมือนหรือความแตกต่าง ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนสามารถทำซ้ำในขั้นที่ 2 และ 3 เป็นวงจรร้อยภายในโมเดล ผู้สอนให้ตัวอย่างเพิ่มเติม หากนิสิตยังไม่สามารถตั้งสมมติฐานที่ได้ถูกต้องออก ได้ การที่ผู้สอนให้ตัวอย่างที่หลากหลายและให้ตัวอย่าง เพิ่มเติมจะช่วยให้นิสิตสามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องและ รวดเร็วมากขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ นิสิตนำเสนอสมมติฐานของตนเองที่ได้จากขั้นที่ 3 ด้วยการอธิบายเหตุผล บรรยาย อภิปราย หรือ สรุปร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น ขั้นนี้นิสิตได้เรียนรู้แลกเปลี่ยนความคิดและมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้ สถานการณ์หรือปัญหาอื่นๆ เพื่อให้นิสิตนำมโนทัศน์ไป

ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ ตัวอย่างเช่น มโนทัศน์ เรื่อง การเกิดสนิม นิสิตสามารถนำเสนอวิธีการ ป้องกันการเกิดสนิมได้ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับหลักการของ สมดุลเคมี นิสิตสามารถอธิบายสมดุลเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ เป็นต้น

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มา ซึ่งมโนทัศน์ (concept attainment model) มีความ สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาและคำอธิบายรายวิชา 41140659 เคมีระดับโรงเรียน 2 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์มโน ทัศน์เคมีระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาเนื้อหาเคมีจำนวน 5 สารได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี จากผลการศึกษาในภาพรวม พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ ร่วมกับคำถามระดับสูงของนิสิตเอกรการสอนเคมีส่งผลให้ มโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงาน วิจัยของมาเฮช (Mahesh, 2014) ได้ศึกษาผลของการ สอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายเกรด 11 จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียน กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่ง มโนทัศน์มีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีสูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยายและ งานวิจัยของราชวินเดอร์ (Rajwinder, 2017) ที่ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่ มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้นเกรด 9 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ผลการศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่ง มโนทัศน์สูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ แนวคิดของทิสนา แชมมณี (2555) ที่กล่าวว่าว่าการเรียน รู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ทำให้นักเรียน

เกิดการเรียนรู้โน้ตทัศน์จากการคิดวิเคราะห์และตัวอย่างที่หลากหลาย ดังนั้นนักเรียนจะเกิดความเข้าใจในโน้ตทัศน์นั้นและได้เรียนรู้ทักษะการสร้างโน้ตทัศน์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการทำความเข้าใจในโน้ตทัศน์อื่นๆ ต่อไปได้ รวมทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลในการอุปนัย

2. ความสามารถในการวิเคราะห์

ความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ ร่วมกับคำถามระดับสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงมาใช้โดยมีการสอดแทรกคำถามระดับสูงในทุกๆ ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 5 ขั้นตอน ซึ่งคำถามระดับสูงที่ผู้วิจัยใช้ประกอบด้วย คำถามให้อธิบาย คำถามให้เปรียบเทียบ คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้วิเคราะห์ และคำถามให้สังเคราะห์ ซึ่งคำถามเหล่านี้เป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นิสิตได้ใช้ความคิดระดับสูง ในการตอบคำถามหรืออธิบาย เป็นการกระตุ้นให้นิสิตได้พัฒนาทักษะการคิดและนิสิตแสดงความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ประเภท ดังนี้

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ นิสิตสามารถแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ทางเคมี เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุที่มีอยู่ในสารประกอบ การระบุงค์ประกอบของเซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) และเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic cell) สามารถระบุชนิดพันธะได้ว่าเป็นพันธะไอออนิก โควเวเลนซ์

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ นิสิตสามารถระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแต่ละส่วนว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เช่น การคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสารตั้งต้นที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาและปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากสมการเคมีได้อย่างถูกต้อง

3) การวิเคราะห์หลักการ นิสิตสามารถที่จะระบุหลักการทางเคมี และอธิบายสรุปหลักการได้ เช่น หลัก

การของเลอชาเตอลิเ (Le Chatelier) ในการทำนายทิศทางของปฏิกิริยา ทฤษฎีกรดเบส เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง จะเป็นการกระตุ้นให้นิสิตได้ฝึกทักษะการคิดซึ่งเป็นความคิดระดับสูง ต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยผู้สอนได้ใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง และยกตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อให้ นิสิตฝึกคิดและพัฒนาจนเป็นความเข้าใจของตนเองสอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552) ที่กล่าวไว้ว่าการใช้คำถามเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยครูผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามที่ดี สามารถพัฒนาความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ หรือประเมินค่า เพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง ส่งผลให้ความสามารถในการวิเคราะห์ของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิจัยพบว่า นิสิตสามารถพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ ในภาพรวมได้ครบทั้ง 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ สอดคล้องกับพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นผู้ตอบใช้ความคิด ทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้ตอบเกิดทักษะการคิดอย่างมีระบบ ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงเป็นสิ่งสำคัญในการจุดประกายให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้เพื่อตอบคำถามอย่างมีเหตุผล

ข้อค้นพบจากผลการวิจัย

1. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ทำให้นิสิตมีความเข้าใจในเนื้อหาเคมีมากขึ้น และมีมโนทัศน์ทางเคมีที่ถูกต้อง เกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญของมโนทัศน์ จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถ

พัฒนามโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ยังไม่พบว่าม้งานวิจัยเรื่องใดที่ศึกษาเนื้อหาเคมีในบริบทอุดมศึกษาที่ครอบคลุมเนื้อหาเคมีทั้ง 5 สารได้แก่ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ กรด-เบส สมดุลเคมี และไฟฟ้าเคมี

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนิสิตในระดับอุดมศึกษา การพัฒนารายวิชาที่สอน จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนการที่ผู้สอนใช้คำถามระดับสูงถามคำถามอย่าง ต่อเนื่องและยกตัวอย่างที่หลากหลาย เป็นการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการทางเคมีได้ การที่นิสิตได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดซึ่งเป็นทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ครเนตร อารีโสภณพิเชฐ (2557) ได้ศึกษากลยุทธ์การเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์: แผนที่มีนทัศน์ ได้สรุปไว้ว่า ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา

ต้องพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีความเหมาะสมในการพัฒนามโนทัศน์ทางเคมีของนิสิตให้สามารถสรุปมโนทัศน์ได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น และนิสิตได้ฝึกใช้ความคิดวิเคราะห์ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดระดับสูง
2. ผลการวิจัยนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนารายวิชาและปรับหลักสูตร

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทำวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเคมีกับรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ วิชาแกนหรือวิชาเอกของนิสิตเอกการสอนเคมี
2. ควรมีการทำวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์สอดแทรกในทุกรายวิชา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดให้แก่นิสิต

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษฎา พนนชัย, พนัสดา มาตราข, สุภาพ ตามเมือง และศักดิ์ศรี สุภาขร. (2561). ความเข้าใจโมเดลและแบบจำลองทางความคิด เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการทำนาย สังเกต-อธิบาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*. 1(1), 49-60.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสุวรรณสง และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2549). การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครุวิทยาศาสตร์. *วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)*. 27(1), 10-25.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551).แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 9(2), 11-28.

- ทิตนา แชมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2554). *กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย: จากการวิจัยสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2558). *ศาสตร์การคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ภัทรภร ชัยประเสริฐ และคณะ. (2558). การประเมินหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สาขาวิชาการสอนเคมี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 26(3), 127-140.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิศนีย์ ใจฉกาจ และจุไรรัตน์ สุดรุ่ง. (2562). กลยุทธ์การพัฒนาครูด้านการสอนคิดวิเคราะห์ โรงเรียนมัธยมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 47(1), 337-356.
- ศรเนตร อารีโสภณพิเชฐ. (2557). กลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์: แผนที่มีโนทัศน์. *วารสารครุศาสตร์*. 42(3), 194-210.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Cognitive domain*. New York: McKay, 20-24.
- Brown, D.E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Faculty influencing conceptual change. *Journal of Research in Science and Teaching*, 29(1), 17-34.
- Bruner, J., Goodnow, J.J., & Austin, G.A. (1967). *A Study of thinking*. New York: Science Editions.
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Model of teaching*. London: Allyn and Bacon.
- Lasley, T.J., & Matczynski, T.J. (1997). *Strategies for Teaching in a Diverse Society Instructional Models*. Belmont, CA: Wadworth.
- Lasley, T.J., & Matczynski, T.J. (2002). *Instructional Models: Strategies for Teaching in a Diverse Society*. (2nd ed.). Belmont, CA: Wadworth.
- Mahesh, P. (2014). Effect of Concept Attainment Model of Teaching on Achievement in Chemistry at Higher Stage. *International Journal for Research in Education*. 3(7), 22-26.

Rajwinder, K. (2017). To Study the Effectiveness of Concept Attainment Model of Teaching on Achievement of Secondary School Students in Chemistry. *Scholarly Research Journal for Humanity Science & English Language*, 6858-6863. Retrieved from <http://oaji.net/pdf.html?n=2017/1201-1529054318.pdf>

Sreelekha, S., & Nayar, A.K. (2004). *The Effectiveness of Concept Attainment Model in Learning Chemistry at Secondary level*. New Delhi: NCERT publication.

วารสารศึกษาศาสตร์