

Pre-service Chemistry Teachers' Understanding of the Nature of Chemistry

Porntip Supatchaiyawong

M.Ed. (Science Education), Teacher

Department of Chemistry, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

Received: November 13, 2019/ Revised: March 20, 2020/ Accepted: May 26, 2020

Abstract

Nature of chemistry (NOC) is the study of thinking processes and working of chemists in order to acquire knowledge in chemistry. Focusing on students to think like a chemist is considered as goal of learning chemistry in science curriculum including training pre-service chemistry teachers to teach chemistry in its nature. The purpose of this study was to survey and analyze pre-service chemistry teachers' understanding of the NOC. The participants were 100 pre-service chemistry students in years 1-4. Data were gathered by using open-ended questionnaire with semi-structured interviews. It covered three aspects: chemical world view, chemical inquiry and chemical enterprise. The qualitative data were analyzed inductively to groups describing their understandings of NOC. The results indicated that a majority of pre-service chemistry teachers held inconsistent understanding of NOC, particularly in the aspect of chemical world view and chemical inquiry. The pre-service chemistry teachers did not understand the goal of creating model and chemical experiment. They thought that they were what chemists have created in theory or the content according to the textbook. The research findings suggested that chemistry teachers should provide activities of inquiry for chemical learning about what are some ways to create knowledge and how does society play a role for chemists in terms of benefits and social impacts from research of chemists combined with chemical content in the textbook.

Keywords: Nature of Chemistry, Pre-service Teachers, Chemistry

ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมี ของนักศึกษา ก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิชาเคมี

กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์

ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), อาจารย์

สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

วันรับบทความ: 13 พฤศจิกายน 2562/ วันแก้ไขบทความ: 20 มีนาคม 2563/ วันตอบรับบทความ: 26 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

ธรรมชาติของเคมีเป็นการศึกษากระบวนการคิดและการทำงานของนักเคมีเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางเคมี เป้าหมายของการเรียนรู้เคมีในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลายประเทศจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดอย่างนักเคมี รวมทั้งการฝึกให้นักศึกษาครูสอนเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาเคมี การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู สาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1 ถึงปีที่ 4 จำนวน 100 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างซึ่งครอบคลุม 3 ประเด็น ได้แก่ การมองโลกแบบเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมีและการทำงานและสังคมของนักเคมี วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอ่านคำตอบของนักศึกษาอย่างละเอียด แล้วตีความเพื่อจำแนกกลุ่มคำตอบของนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูเคมีทั้ง 4 ชั้นปี ส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการมองโลกแบบเคมีและการแสวงหาความรู้ทางเคมี นักศึกษาไม่เข้าใจเป้าหมายของการสร้างแบบจำลองทางเคมีหรือการทดลองทางเคมีโดยมองว่าเป็นเพียงสิ่งที่นักเคมีสร้างขึ้นตามทฤษฎีหรือตามเนื้อหาที่มีอยู่ในหนังสือแล้วเท่านั้น จากผลการวิจัยขอเสนอแนะว่าในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ครูเคมีควรจัดกิจกรรมการแสวงหาองค์ความรู้ทางเคมีว่านักเคมีมีวิธีการใดบ้างในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาและสังคมมีบทบาทต่อนักเคมีอย่างไรทั้งในแง่ประโยชน์และผลกระทบต่อสังคมจากการค้นคว้าหาความรู้ของนักเคมีผนวกกับเนื้อหาเคมีแบบเรียน

คำสำคัญ: ธรรมชาติของเคมี, นักศึกษาก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู, วิชาเคมี

บทนำ

เคมีถือเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่ออธิบายเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การจัดการเรียนรู้เคมีจึงมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้เคมี (Chemistry literate person) การรู้เคมี (Chemistry literacy) เป็นการเน้นให้ผู้เรียนคิดอย่างนักเคมี คือการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และนำความรู้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งสามารถตัดสินใจประเด็นต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและสังคมได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2558) เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literate person) เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน [สพฐ.], 2551) ซึ่งธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน รวมถึงตระหนักถึงคุณค่าและความจำเป็นของการศึกษาวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของตนได้ดียิ่งขึ้น (Driver et al., 1996) ดังนั้นจุดเริ่มต้นและหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้เคมีนอกจากสอนให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเคมีอย่างถ่องแท้แล้ว การฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างนักเคมีได้นั้นครูเคมีควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของเคมีด้วย

ธรรมชาติของเคมีเป็นการศึกษาสังคมของเคมีในด้านประวัติการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี สังคมวิทยาและปรัชญาทางเคมีเพื่ออธิบายว่าเคมีคืออะไร นักเคมีมีกระบวนการทำงานอย่างไรและสังคมมีปฏิกริยาอย่างไรต่อเคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2558) โดยเมื่อเทียบกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่หน่วยงานทางด้านการศึกษาได้เสนอไว้

(American Association for the Advancement of science (AAAS), 2009) สามารถจัดกลุ่มองค์ประกอบธรรมชาติของเคมีเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การมองโลกแบบเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมี และการทำงานและสังคมของนักเคมี การมองโลกแบบเคมี (Chemistry world view) คือ การอธิบายว่าเคมีเป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ (Johnstone, 1993) ได้แก่ ระดับมหภาค (Macroscopic level) เป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงและสัมผัสได้ เช่น การเกิดสนิมเหล็ก ระดับจุลภาค (Sub-microscopic level) เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้เพราะจะกล่าวถึง โมเลกุล อะตอมและอิเล็กตรอน เช่น การเกิดสนิมเหล็กเกิดจากเหล็กถูกปล่อยไว้ในอากาศชื้นจะทำปฏิกิริยากับอะตอมของออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นสนิม (hydrated iron(III) oxide; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) จะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาค เช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สูตรเคมี และสมการเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมี (Chemistry Inquiry) อธิบายถึงกระบวนการที่นักเคมีใช้ทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางเคมี ซึ่งมีขั้นตอนและกระบวนการที่ยืดหยุ่นไม่จำเป็นต้องเป็นลำดับขั้นตอนเฉพาะ ความรู้ทางเคมีจะได้รับความเชื่อถือได้ขึ้นอยู่กับหลักฐานเพื่อให้มีการตรวจสอบได้ ซึ่งการแสวงหาความรู้ทางเคมีประกอบด้วย 3 วิธี ได้แก่ การจัดจำแนก การทดลองและการคิดทางเคมี โดยความถูกต้องและน่าเชื่อถือของความรู้ทางเคมีขึ้นอยู่กับ การอ้างอิงหลักฐาน อาศัยเหตุผลและจินตนาการ ประกอบกับความคิดสร้างสรรค์ การทำงานและสังคมของนักเคมี (Chemistry Enterprise) อธิบายว่านักเคมีเป็นส่วนหนึ่งของสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมอื่น ๆ ความรู้ที่เกิดจากนักเคมีจึงนำไปใช้ในสังคมของนักเคมีเองและการตัดสินใจในทางสังคมทั่วไป การทำงานของนักเคมีต้องทำงานร่วมกันโดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม ความซื่อสัตย์ มีการเผยแพร่ความรู้ทางเคมี มีการตรวจสอบวิพากษ์วิจารณ์งานในเชิงวิชาการนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางเคมี

และนักเคมีต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมมากกว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี

จากงานวิจัยทางการศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศพบว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception) ในการเรียนวิชาเคมี หลายเนื้อหา (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551; Harrison & Treagust, 1996) ยกตัวอย่างเช่น นักเรียน ส่วนใหญ่ มีความเข้าใจว่าจะตอมเป็นสิ่งมีชีวิตสามารถ เคลื่อนที่ได้ หรืออะตอมเป็นฝุ่นกลม ๆ เล็ก ๆ แนวคิดของ นักเรียนส่วนใหญ่ในเรื่องโครงสร้างอะตอมนั้นอยู่ใน ระดับที่มองเห็นได้เป็นโครงสร้างที่เป็นรูปธรรม (concrete structures) หรือในเนื้อหาเรื่องพันธะ เคมี โดยเฉพาะในเรื่องกฎออกเตต ความมีขั้วของ พันธะและโมเลกุลโคเวเลนต์ รูปร่างโมเลกุลและแรง ระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (Nicoll, 2001) นอกจาก การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนในเนื้อหาเคมีของ ผู้เรียนแล้ว การประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ใน ระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment, PISA) ปี 2015 พบว่า คะแนน เฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย (421 คะแนน) ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั่วโลก (493 คะแนน) และแนวโน้มคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย โดยรวมลดต่ำลงจาก PISA 2012 ถึง PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2015) ซึ่งผลการประเมินแยกวิเคราะห์ตามเนื้อหาสาระ (ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลกและดาราศาสตร์) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนไทยลดลงทุกวิชา รวมถึง สาระวิชาเคมี มุมมองของนักการศึกษาจึงให้ ความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนเคมีควรจัดให้ สอดคล้องกับธรรมชาติของเคมีที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ วิธีการแสวงหาความรู้ทางเคมีและควรเน้นการสอน วิชาเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาโดย เชื่อมโยงแนวคิดของเคมีทั้ง 3 ระดับร่วมกับการ เรียนแนวคิดหลักทางเคมี

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าในการสอน วิชาเคมีแต่ละครั้ง หากครูเคมีสอนแนวคิดที่เป็น นามธรรมจะทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาและทำ ให้เกิดความสับสนในการเรียน (พัชร รมพะยอม วิชัยดิษฐ์, 2558) ส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่ คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาเคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา,

2551; Harrison and Treagust, 1996) โดยมุมมอง ของนักการศึกษาได้ให้ความเห็นว่าครูเคมีควรจัด การเรียนการสอนเคมีให้สอดคล้องกับธรรมชาติของ เคมีที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ทาง เคมีและควรเน้นการสอนวิชาเคมีให้สอดคล้องกับ ธรรมชาติของวิชาโดยเชื่อมโยงแนวคิดของเคมีทั้ง 3 ระดับร่วมกับการเรียนแนวคิดหลักทางเคมี ครูเคมี จึงเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการ พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของเคมีที่จะช่วย พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน การศึกษาความเข้าใจ ของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีจึงมีความสำคัญ ในกระบวนการผลิตและพัฒนาครูเคมี หากครูเคมี มีความเชื่อและเข้าใจธรรมชาติของวิชาเคมีจะทำให้ การสอนวิชาเคมีมีประสิทธิภาพและสร้างเจตคติที่ดี ต่อการสอนวิชาเคมี

สำหรับประเทศไทยได้เน้นการผลิตครูที่มี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีน้อย มาก ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้รับผิดชอบ รายวิชาการจัดการเรียนรู้เคมีจึงสนใจศึกษาความ เข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาก่อน ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูสาขาวิชาเคมี ซึ่งนักศึกษาต้องทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู เต็มเวลา ซึ่งถือว่าเป็นการเตรียมความพร้อม นักศึกษาก่อนออกไปพัฒนาผู้เรียน เป็นผู้นำทาง วิชาการและจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนและช่วย ยกระดับการศึกษาทางด้านเคมีของประเทศให้สูงขึ้น ผลงานวิจัยดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการพัฒนา หลักสูตรผลิตครูเคมีที่จะนำไปสู่การพัฒนาครูเคมี ให้มีความเข้าใจและสามารถจัดการเรียนรู้เคมีที่บูรณ การธรรมชาติของเคมีให้เป็นไปตามแนวทางปฏิรูป การศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจและ วิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของ นักศึกษาก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูสาขาวิชา เคมีชั้นปีที่ 1-4

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เน้นการศึกษาเชิงลึกว่านักศึกษาครูก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีอย่างไร ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมี แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาครู นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตีความ (Interpretivism) แล้วสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (Inductive analysis) โดยมีรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 4 สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ ซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องธรรมชาติของเคมีมาก่อน จำนวนทั้งสิ้น 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมี และแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาครู โดยแบบวัดมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่ให้นักศึกษาเขียนบรรยายพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุม 3 ประเด็นเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของเคมี ได้แก่ การมองโลกแบบเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมี และการทำงานและสังคมของนักเคมี

การสร้างและพัฒนาแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีเริ่มต้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของเคมี รวมทั้งนำข้อมูลจากประสบการณ์ในการสอนเนื้อหาวิชาเคมีและการจัดการเรียนรู้ทางเคมีมาร่วมในการสร้างเครื่องมือเพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบที่ต้องการศึกษาและการพัฒนาข้อคำถาม โดยคำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและเปรียบเทียบกับกรอบแนวคิดของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของ AAAS (2009) และเนื้อหาธรรมชาติของเคมีตามแนวคิดของ ชาตรี ฝ้ายคำตา (2558) จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน ด้านธรรมชาติของเคมี 1 ท่าน และด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับกรอบแนวคิดที่ต้องการวัด รวมถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้การสื่อความหมายของคำที่ใช้ในแบบวัดนี้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้มีความถูกต้องและชัดเจนก่อนนำไปทดลองใช้

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาครูก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 1- 4 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 และดำเนินการตามขั้นตอน ดังตาราง 1 (หน้า 34)

ตาราง 1

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาครูก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4

คำถามการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	กลุ่มที่ศึกษา	การเก็บรวบรวมข้อมูล
นักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมี ก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู อย่างไร	- แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมี - แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมี	นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ เคมีชั้นปีที่ 1 - 4 จำนวน 100 คน	1. ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของการศึกษาให้นักศึกษาได้ทราบและให้นักศึกษาทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมี โดยกำหนดเวลาในการทำแบบวัด 120 นาที 2. หลังจากนักศึกษาทำแบบวัด ผู้วิจัยนำคำตอบของนักศึกษาที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป 3. ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์นักศึกษาหลังจากวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดเรียบร้อยแล้ว ในบางประเด็นที่นักศึกษายังตอบไม่ครอบคลุม หรือข้อคำถามที่ผู้วิจัยต้องการข้อมูลเพิ่มเติม โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง 4. นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดและแบบสัมภาษณ์มานำเสนอข้อมูลในรูปของความเรียงต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคำตอบและการให้เหตุผลของนักศึกษาที่ได้จากการตอบแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีและการสัมภาษณ์ในบางประเด็นมาใส่รหัสโดยใช้ตัวเลข 3 หลัก หลักแรกคือชั้นปีของนักศึกษา ตามด้วยตัวเลขอีก 2 หลักแทนเลขที่ของนักศึกษาให้ห้องนั้น ๆ เช่น 101 คือ คำตอบจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เลขที่ 1 เป็นต้น เพื่อใช้ในการอ้างอิงคำตอบในการรายงานผลการวิจัย และวิเคราะห์

ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบโดยอ่านคำตอบและการให้เหตุผลของนักศึกษาเป็นรายข้ออย่างละเอียดตามประเด็นที่ศึกษา ตีความหมายเพื่อเปรียบเทียบคำตอบของนักศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาในแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีแต่ละข้อ แล้วจัดกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม โดยปรับปรุงมาจาก การจัดกลุ่มมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ Grosslight et al., (1991) มีรายละเอียดดังตาราง 2 (หน้า 35)

ตาราง 2

เกณฑ์และตัวอย่างการจัดกลุ่มคำตอบของนักศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของเคมี

กลุ่มมุมมอง	ลักษณะคำตอบ
ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Consistent Understanding: CU)	นักศึกษาสามารถบอกถึงลักษณะธรรมชาติของเคมีที่ต้องการวัดได้อย่างสมบูรณ์
ความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Partial Consistent Understanding: PU)	นักศึกษาสามารถบอกถึงลักษณะที่ต้องการวัดได้บางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์หรือมีมุมมอง/ความเข้าใจตามมิติประชาคมวิทยาศาสตร์บางส่วนและไม่เป็นตามมิติประชาคมวิทยาศาสตร์บางส่วน
ความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ (Inconsistent Understanding: IU)	นักศึกษาไม่สามารถบอกถึงลักษณะธรรมชาติของเคมีที่ต้องการวัดได้ตามมิติประชาคมวิทยาศาสตร์
ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ (Not categorized: NC)	นักศึกษาตอบไม่ตรงคำถาม ไม่ตอบหรือตอบว่าไม่ทราบ

ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยหาความถี่ของคำตอบและรายงานโดยใช้ค่าร้อยละ เพื่อแสดงจำนวนของนักศึกษาที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีทั้ง 4 กลุ่มตามประเด็นที่ศึกษา ผลของการวิเคราะห์คำตอบทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีความเชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและด้านเนื้อหาธรรมชาติของเคมีเพื่อประเมินความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาและความน่าเชื่อถือของข้อมูลวิจัย

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาวิชาเคมี ในประเด็น การมองโลกแบบเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมีและการทำงานและสังคมของนักเคมี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีและการสัมภาษณ์ในบางประเด็น ซึ่งเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิดที่ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น จำนวน 10 ข้อ โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 4 โดยสามารถพิจารณาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาในภาพรวมได้ดังตาราง 3

ตาราง 3

จำนวนและร้อยละของนักศึกษาแต่ละชั้นปีที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีในกลุ่มต่าง ๆ

ประเด็นที่ศึกษา	ชั้นปี (N = 100)	จำนวนนักเรียน [ร้อยละ]			
		CU*	PU*	IU*	NC*
การมองโลกแบบเคมี	1	-	6 [31.58]	10 [52.63]	3 [15.79]
	2	2 [7.69]	8 [30.77]	15 [57.70]	1 [3.84]
	3	4 [13.33]	4 [13.33]	22 [73.33]	-
	4	6 [24.00]	4 [16.00]	14 [56.00]	1 [4.00]
ร้อยละโดยเฉลี่ย		12 [12.00]	22 [22.00]	61 [61.00]	5 [5.00]

ตาราง 3 (ต่อ)

ประเด็นที่ศึกษา	ชั้นปี (N = 100)	จำนวนนักเรียน [ร้อยละ]			
		CU*	PU*	IU*	NC*
การแสวงหาความรู้ทางเคมี	1	2 [10.53]	4 [21.05]	11 [57.90]	2 [10.53]
	2	4 [15.38]	10 [38.46]	9 [34.61]	3 [11.54]
	3	4 [13.33]	13 [43.33]	11 [36.67]	2 [6.67]
	4	5 [20.00]	8 [32.00]	12 [48.00]	-
ร้อยละโดยเฉลี่ย		15 [15.00]	35 [35.00]	43 [43.00]	7 [7.00]
การทำงานและสังคมของนักเคมี	1	7 [36.84]	10 [52.64]	1 [5.26]	1 [5.26]
	2	6 [23.07]	15 [57.70]	4 [15.38]	1 [3.85]
	3	12 [40.00]	10 [33.33]	8 [26.67]	-
	4	11 [44.00]	5 [20.00]	9 [36.00]	-
ร้อยละโดยเฉลี่ย		36 [36.00]	40 [40.00]	22 [22.00]	2 [2.00]
ร้อยละโดยเฉลี่ยรวม		21.00	32.33	42.00	4.67

*หมายเหตุ: CU หมายถึง ความเข้าใจที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง ความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ IU หมายถึง ความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ NC หมายถึง ไม่สามารถจัดกลุ่มได้

จากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษา ก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเคมีที่ได้นำเสนอในภาพรวม (ตาราง 3) เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอตัวอย่างคำตอบของนักศึกษาชั้นปีที่ 1- 2 และชั้นปีที่ 3-4 เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของเคมี ใน

ตาราง 4 และตาราง 5 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 ส่วนใหญ่เรียนเนื้อหาเกี่ยวกับเคมีซึ่งเป็นองค์ความรู้เฉพาะ แต่สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3-4 นอกจากได้เรียนได้องค์ความรู้เฉพาะทางเคมี (content) แล้วนักศึกษายังได้เรียนวิธีการสอนในกลุ่มวิชาชีพครู อีกด้วย

ตาราง 4

ตัวอย่างคำตอบของนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของเคมี

ประเด็นที่ศึกษา	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ
การมองโลกแบบเคมี	CU (4.44%)	- แบบจำลองทางเคมี คือ สิ่งที่จำลองออกมาจากการทดลอง เพื่อให้สามารถเข้าใจง่ายขึ้นโดยใช้จินตนาการบางส่วน
	PU (31.11%)	- แบบจำลองทางเคมี คือ การจำลองเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่มนุษย์มองไม่เห็นและเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างของแต่ละแบบจำลองเพื่อเป็นความรู้และให้เข้าใจมากขึ้นเพราะแบบจำลองจะแสดงรายละเอียด รูปแบบของโครงสร้างของสาร
	IU (55.55%)	- แบบจำลองทางเคมี คือการทดลองในสิ่งที่ยังมองไม่เห็น เมื่อทดลองแล้วจึงสร้างเป็นแบบจำลองขึ้นมา
	NC (8.89%)	- แบบจำลองทางเคมี คือ แบบจำลองอะตอมที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นมา - แบบจำลองอะตอม คือ ทฤษฎีที่อธิบายโครงสร้างอะตอม

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเด็นที่ศึกษา	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ
การแสวงหาความรู้ทางเคมี	CU (13.33%)	- องค์ความรู้ทางเคมีไม่ใช่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่การทดลองเป็นเพียงส่วนหนึ่ง ยังได้มาจากการสังเกต และการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์
	PU (31.11%)	- องค์ความรู้ทางเคมีอาจจะมาจากความคิดของนักวิทยาศาสตร์ หรือการทดลอง
	IU (44.44%)	- องค์ความรู้ทางเคมีได้มาจากหลายๆ การทดลองของนักวิทยาศาสตร์หลายๆ คนรวมกัน
	NC (11.11%)	- องค์ความรู้ทางเคมีไม่ได้มาจากการทดลอง แต่มีการทดลองหลายอย่างเช่น การค้นหาชื่อธาตุ
การทำงานและสังคมของนักเคมี	CU (28.89%)	- ความเชื่อทางศาสนามีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีเพราะศาสนา คือ ส่วนหนึ่งของสังคม
	PU (55.56%)	- ความเชื่อทางศาสนามีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมี
	IU (11.11%)	- ความเชื่อทางศาสนาไม่มีอิทธิพล เพราะเขาต้องการศึกษาเพื่อให้ได้ความรู้มา
	NC (4.44%)	- ความเชื่อทางศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีเพราะเขาสามารถที่จะทำอย่างอื่นทดแทนความผิดเขาได้

ตาราง 5

ตัวอย่างคำตอบของนักศึกษาชั้นปีที่ 3-4 เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของเคมี

ประเด็นที่ศึกษา	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ
การมองโลกแบบเคมี	CU (18.18%)	- แบบจำลองทางเคมี คือ แบบจำลองที่พยายามอธิบายองค์ความรู้ทางเคมีถ่ายทอดออกมาให้เห็นภาพเพื่อแสดงสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนขึ้น ยังรวมถึงสูตรเคมีและสามารเคมี
		- แบบจำลองทางเคมี คือ การจำลองที่ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจและเห็นภาพมากขึ้น นอกเหนือจากแบบจำลองในหนังสือเรียนแล้ว ยังรวมถึงรูปภาพ วิดีโอ การทดลอง
	PU (14.54%)	- แบบจำลอง คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจากจะทำเป็น 2 มิติ หรือสามมิติ ช่วยให้เราสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น
	IU (65.45%)	-แบบจำลองทางเคมี คือ การประดิษฐ์จากวัสดุต่างๆ เพื่อให้มีรูปร่างเหมือนของจริงหรือเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น หรือ
		- แบบจำลองทางเคมี คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้นขึ้นและได้ทำการทดลองจนเกิดขึ้นมาเป็นทฤษฎี
	NC (1.82%)	- ไม่ตอบคำถาม

ตาราง 5 (ต่อ)

ประเด็นที่ศึกษา	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างคำตอบ
การแสวงหาความรู้ทางเคมี	CU (16.36%)	- องค์ความรู้ทางเคมีไม่ใช่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่รวมถึงการศึกษาค้นคว้า สังเกต การสำรวจใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือความบังเอิญ
	PU (38.18%)	- องค์ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่ได้มาจากการทดลอง แต่อาจจะมีวิธีการอื่นๆ รวมอยู่ด้วย
	IU (41.82%)	- องค์ความรู้ทางเคมี ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวตามนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน
	NC (3.64%)	- องค์ความรู้ทางเคมีได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว เพราะการทดลองทางเคมีคือทุกอย่าง
การทำงานและสังคมของนักเคมี	CU (41.82%)	- ความเชื่อทางศาสนามีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีอย่างแน่นนอน เพราะการได้มาของความรู้จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม
	PU (27.27%)	- ความเชื่อทางศาสนามีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีอยู่บ้าง ขึ้นอยู่กับความศรัทธาและมีประโยชน์ต่อคนอื่น
	IU (30.91%)	- ความเชื่อทางศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีเพราะความจำเป็นและต้องใช้ในการศึกษาหาความรู้
	NC (0.00%)	-

โดยสามารถอธิบายเพิ่มเติมในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

การมองโลกแบบเคมี

เมื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการมองโลกแบบเคมีที่ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งถามนักศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองทางเคมี ความหมายของเคมีและอะไรที่ทำให้เคมีแตกต่างจากสาขาวิชาอื่น ความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้ทางเคมี โดยให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและยกตัวอย่างประกอบ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ทั้ง 4 ชั้นปี (ร้อยละ 61.00) มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IU) ยกตัวอย่างเช่น นักศึกษาชั้นปีที่ 3 เข้าใจว่า “เคมีหรือวิชาเคมี คือ การทดลอง การหาความรู้ของสิ่งต่าง ๆ บนโลกให้มนุษย์เข้าใจมากยิ่งขึ้น เคมีคือแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ หากเป็นหลักสูตร ม.ต้น โดยส่วนมากเคมีก็จะรวมกับวิชาวิทยาศาสตร์ แต่

ระดับ ม.ปลาย เคมีก็จะแยกออกมาเป็นอีกวิชาหนึ่ง ทำให้เคมีกับวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันมากนัก กระบวนการหาความรู้ หาคำตอบก็ไม่ต่างกับฟิสิกส์หรือชีววิทยามากนัก ซึ่งก็เพราะกระบวนการหาความรู้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ทั้งหมดก็คือ วิทยาศาสตร์” (312) หรือเมื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแบบจำลองทางเคมี นักศึกษาชั้นปีที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่เข้าใจว่า คือแบบจำลองอะตอม เช่น แบบจำลองทางเคมี คือ แบบจำลองอะตอมที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นมาแต่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (PU) โดยนักศึกษอธิบายว่าแบบจำลองทางเคมี คือการจำลองเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่มนุษย์มองไม่เห็น และเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างของแต่ละแบบจำลองเพื่อเป็นความรู้และให้เข้าใจมากขึ้นเพราะแบบจำลองจะแสดงรายละเอียด รูปแบบของโครงสร้าง

ของสาร (111) แต่นักศึกษายกตัวอย่างแบบจำลองทางเคมีที่เป็นแบบจำลองอะตอมเท่านั้น

ส่วนการมองโลกแบบเคมีที่ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความแตกต่างและความสัมพันธ์ระหว่างกฎและทฤษฎี พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า กฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกันแต่มีความสัมพันธ์กัน เช่น นักศึกษาชั้นปีที่ 4 เข้าใจว่า “กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ แต่ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งกฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กัน โดย กฎบางครั้งก็มีที่มาจากทฤษฎี” (405) ซึ่งเป็นความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IU) เช่นเดียวกับนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 3 ที่อธิบายว่า “ทฤษฎี คือผลของการทดลองที่ผ่านมาแล้วหลาย ๆ ครั้ง แต่กฎทางเคมีคือ จะต้องทำการทดลองแล้วผลต้องออกมาเป็นจริงและต้องตามกฎทางเคมีทุกครั้ง” (313) นั้นแสดงให้เห็นว่านักศึกษาเข้าใจว่าความรู้ทางเคมีมีอยู่แล้ว นักเคมีทำการทดลองเพื่อให้เป็นไปกฎทางเคมีเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามมีนักศึกษบางส่วนจำนวน 12 คน (ร้อยละ 12.00) ที่มีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (CU) โดยนักศึกษากลุ่มนี้ อธิบายว่ากฎและทฤษฎีมีความแตกต่างกัน โดยทั้งกฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับประเด็นคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ทางเคมี โดยให้นักศึกษาเลือกคำตอบตามความเชื่อของนักศึกษาพร้อมอธิบายเหตุผล พบว่าโดยรวมนักศึกษาทั้ง 4 ชั้นปี เชื่อว่าทฤษฎีทางเคมีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่นักศึกษายังให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น นักศึกษาอธิบายว่า “ทฤษฎีทางเคมีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะนักวิทยาศาสตร์ทำการคิดค้นและการทดลองอยู่บ่อย ๆ” (104) หรือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 เชื่อว่า ทฤษฎีทางเคมีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่เมื่อถามว่าทำไมเราต้องเรียนทฤษฎีในเมื่อสักวันหนึ่งทฤษฎีนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป นักศึกษาอธิบายว่า “เราต้องเรียนทฤษฎีทางเคมี ณ ปัจจุบันเพื่อจะได้เก็บเกี่ยวความรู้ไว้ติดตัว เช่น เนื้อหาหนังสือเรียนที่เราเรียนอยู่ในปัจจุบันไม่ว่าต่อไปข้างหน้าเนื้อหาอาจจะเปลี่ยนแปลงไป” (203) ซึ่งเป็นมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์

การแสวงหาความรู้ทางเคมี

ในประเด็นนี้ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดลองทางเคมี องค์ความรู้ทางเคมีจากอดีตสู่ปัจจุบันไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างของแบบเรียนในวิชาเคมีและการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการทดลองหรือการแสวงหาความรู้ทางเคมี ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทั้ง 4 ชั้นปี จำนวน 43 คน (ร้อยละ 43.00) มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IU) โดยจำนวนนักศึกษาที่มีความเข้าใจในกลุ่ม IU มากที่สุดคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 48.00 ซึ่งเมื่อถามนักศึกษาว่า การทดลองคืออะไร นักศึกษากลุ่มนี้อธิบายว่า “เพราะต้องการทดสอบว่าสิ่งที่เรียนเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่และเป็นการทดสอบสิ่งที่คิดว่าเป็นจริงไหม ซึ่งเป็นสิ่งยืนยันความถูกต้อง” (417) โดยจากความเข้าใจของนักศึกษาเห็นว่า การทดลองไม่ใช้การแสวงหาความรู้ทางเคมี แต่เป็นการยืนยันองค์ความรู้ทางเคมีที่มีอยู่แล้ว สำหรับนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 และ 3 จำนวนไม่น้อยที่มีความเข้าใจเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น นักศึกษาเข้าใจว่า “การทดลองคือ การปฏิบัติการเพื่อหาข้อเท็จจริงว่าสิ่งที่ทำนั้นให้ชัดเจนขึ้น การทดลองเป็นการพิสูจน์ว่าสิ่งที่ทำนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร” (102) แต่มีนักเรียนอีกส่วนหนึ่งร้อยละ 35.00 ที่มีความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (PU) ซึ่งนักศึกษากลุ่มนี้อธิบายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยง เช่น “การทดลอง คือ การหาคำตอบในสิ่งที่เราไม่รู้ แต่อยากรู้ว่าจะเกิดผลหรือไม่อย่างไร เมื่อเราทำการทดลองเสร็จเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยจะมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การอภิปรายผล เข้ามาร่วมด้วย โดยในการทดลองจะมีการตั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม เพื่อให้การทดลองเกิดผลที่สมบูรณ์มากที่สุด” (321)

นอกจากนี้ เมื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางเคมีจากอดีตสู่ปัจจุบันว่าไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวใช่หรือไม่ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วยและแสดง

ความคิดเห็นว่า องค์ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่มาจากการทดลอง โดยเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 นักศึกษากล่าวว่า “องค์ความรู้ทางเคมีจากอดีตถึงปัจจุบันได้มาจากการทดลอง ที่ต้องทดลองก็เพื่อยืนยันว่าองค์ความรู้นี้ยอมรับได้หรือไม่ เช่น แบบจำลองอะตอม” หรือ นักศึกษาบางกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่า ความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่มาจากการทดลอง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะนักศึกษานำประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนปฏิบัติการมาสรุป มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่เห็นด้วย โดยนักศึกษาให้เหตุผลว่า องค์ความรู้ทางเคมีไม่ใช่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ได้มาจากการสังเกตหรือการศึกษาด้วยวิธีอื่น ๆ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ในประเด็นนี้มีนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วย และเมื่อให้นักศึกษา ยกตัวอย่างประกอบ พบว่า นักศึกษาอธิบายถึงแบบจำลองอะตอม ด้วยวิธีการจินตนาการและความบังเอิญ เช่น คำตอบที่อยู่กลุ่ม PU “ไม่ใช่ องค์ความรู้บางอย่างก็ไม่ได้มาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว บางครั้งก็ได้มาจากการบังเอิญแล้วเกิดความเข้าใจและนำมาต่อยอดหรือบางครั้งอาจจะรู้อยู่บ้างแล้วแต่ยังไม่เข้าใจถึงแก่นแท้ของมันจนพบกับเหตุการณ์หรือได้รับประสบการณ์อะไรบางอย่าง จึงได้เข้าใจเคมีมากขึ้น เช่น การค้นพบด้วยยูเรก้า ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาปริมาตรทางด้านเคมีจนถึงทุกวันนี้ได้” (409) จะเห็นได้ว่านักศึกษาสามารถอธิบายและยกตัวอย่างได้เหมาะสม แต่ยังไม่ครอบคลุมในประเด็นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ทางเคมีต่อมาในประเด็นเดียวกัน ผู้วิจัยให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาในแบบเรียนวิชาเคมีที่มีการนำเสนอโครงสร้างอะตอม โดยถามว่านักเคมีแน่ใจได้อย่างไรว่าโครงสร้างอะตอมมีลักษณะตามปรากฏในแบบเรียน เช่นเดียวกัน นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่า นักเคมีมีการทดลองทำให้สามารถสร้างแบบจำลองโครงสร้างของอะตอมได้ โดยนักศึกษาไม่ได้กล่าวถึงการใช้อจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนักเคมีเลย สอดคล้องกับคำถามเมื่อถามนักศึกษาในคำถามข้อที่ 9 จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของเคมีว่านักศึกษาคิดว่า

นักเคมีต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดลองหรือไม่

จากผลวิจัยพบว่า ถึงแม้นักศึกษาส่วนใหญ่จะเห็นด้วยและคิดว่านักเคมีต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นตอนทั้งก่อนระหว่างและภายหลังการเก็บข้อมูลการทดลอง แต่เมื่อให้นักศึกษาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบพบว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 91.05 ไม่มีการอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์จินตนาการของนักเคมีเลย โดยนักศึกษาจะยกตัวอย่างไปในแนวทางของการตั้งสมมติฐานการเก็บข้อมูล การใช้ความคิดวิเคราะห์หลังจากการทำทดลองซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น “ก่อนการเก็บข้อมูล เราต้องตั้งสมมติฐานก่อนการทดลองว่าการทดลองนั้นจะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ระหว่างการทดลอง เราจะต้องมีจินตนาการเกิดขึ้นว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร และคิดว่าภายหลังการเก็บข้อมูลไม่ต้องใช้อจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพราะเราได้พิสูจน์ทำการทดลองแล้วว่าผลเป็นอย่างไร” (108)

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 นักศึกษาเห็นด้วยว่าการทดลองทุกขั้นตอนต้องใช้อจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ การอธิบายยังมีการอธิบายและยกตัวอย่างที่ชัดเจน แต่บางส่วนยังมีการแสดงความคิดเห็นส่วนตัวว่าในระหว่างการทดลองอาจไม่จำเป็นต้องใช้อจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพราะหากใช้อจินตนาการอาจทำให้ผลการทดลองเบี่ยงเบนและได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับคำตอบได้ (215) และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งมีการเรียนรายวิชาปฏิบัติการทางเคมีรวมถึงรายวิชาโครงการวิจัยทางเคมี ซึ่งนักศึกษาจะได้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองทุกขั้นตอน แต่ยังมีนักศึกษาชั้นปีที่ 4 บางส่วนที่ไม่เห็นด้วยในการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในขั้นตอนระหว่างการเก็บข้อมูลการทดลอง และในการยกตัวอย่างหรือการอธิบายนักศึกษาไม่ได้อธิบายในลักษณะที่แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพียงแค่แสดงความคิดเห็นว่ามีการใช้อจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น “ก่อนการเก็บข้อมูลในการทดลอง

เราต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการถึงผลที่ออกมาว่าจะเป็นลักษณะไหน ในระหว่างการเก็บข้อมูลแน่นอนว่าเราต้องมีการใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการที่จะเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานของเรา หลังการทดลองต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการวิเคราะห์ผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสิ่งที่เราคาดคะเนไว้ในตอนแรกหรือไม่” (410)

การทำงานและสังคมของนักเคมี

ในการหาความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการทำงานและสังคมของนักเคมี มีข้อคำถาม 1 ข้อ โดยเป็นการถามนักศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์ความเชื่อทางศาสนาของนักเคมีต่อการทำงานของนักเคมี โดยให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นว่า หาก “สุวิทย์เป็นนักเคมี ในการวิจัยของเขาจำเป็นต้องฆ่าสัตว์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีที่เขาสังเคราะห์ขึ้นมา สุวิทย์นับถือศาสนาพุทธและเคร่งศาสนามาก ซึ่งมีศีลข้อหนึ่งของพุทธศาสนาสอนว่าไม่ควรฆ่าสัตว์ตัดชีวิต” นักศึกษาคิดว่าความเชื่อทางศาสนาของสุวิทย์จะมีอิทธิพลต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ของเขาหรือไม่ ทำให้นักศึกษาส่วนใหญ่ทั้ง 4 ชั้นปี ร้อยละ 40 มีความเข้าใจสอดคล้องบางส่วนกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (PU) ซึ่งมีอยู่หลายประเด็นด้วยกัน เช่น มีนักศึกษากำหนดหนึ่งในกลุ่มนี้เชื่อว่า ความเชื่อทางศาสนามีอิทธิพลต่อการทำวิจัยของนักเคมี เช่น “มีผลอย่างแน่นอน เพราะด้วยความเชื่อทางศาสนาของเขานั้นอาจเป็นผลให้สุวิทย์นั้นไม่สามารถที่จะทำการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้” (308) ขณะที่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งเชื่อว่า ศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมี เช่น “ความเชื่อนี้ไม่มีอิทธิพลต่อการทำวิจัยเพราะการทำวิจัยครั้งนี้จะมีผลต่อคนรุ่นหลังเป็นองค์ความรู้ที่ถ่ายทอดสู่คนรุ่นหลัง สุวิทย์ทำเพื่อการเรียนรู้” (409) เป็นต้น นอกจากนี้ พบว่านักศึกษากว่าร้อยละ 36 ที่มีความเข้าใจที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (CU) โดยเข้าใจว่าความเชื่อจะมีผลต่อการทำงานของนักเคมี เช่น “เพราะการทำการทดลองนั้นต้องมีจริยาบรรณอยู่ในศีลธรรมที่ดีงาม ถ้าการทดลองทำแล้วเดือดร้อนคนอื่น ควรพิจารณาในการทำ” (102) อย่างไรก็ตาม

ยังมีนักศึกษาร้อยละ 22 ที่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IU) ซึ่งนักศึกษามองว่าความเชื่อทางศาสนาไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมีโดยนักศึกษายังไม่ได้กล่าวถึง คุณธรรมและจริยธรรมของการทำวิจัยของนักเคมี เช่น “ไม่มีอิทธิพลเพราะการฆ่าสัตว์คือความจำเป็นและต้องใช้ในการศึกษาเรียนรู้” (318) นอกจากนี้ นักศึกษายังแสดงความคิดเห็นว่าการทำงานของนักเคมีถึงแม้ต้องฆ่าสัตว์แต่เป็นการกระทำเพื่อการแสวงหาองค์ความรู้ทางเคมี เช่น นักศึกษาแสดงความคิดเห็นว่าเราจะต้องฆ่าสัตว์เพื่อใช้ในการศึกษา เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเคมี พบว่า ในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 42 มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ (IU) โดยประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจไม่สอดคล้องมากที่สุด คือ การมองโลกแบบเคมี การแสวงหาความรู้ทางเคมี และการทำงานและสังคมของนักเคมีตามลำดับ ทั้งนี้ สาเหตุที่นักศึกษามีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะนักศึกษามักเรียนรู้เคมี โดยใช้องค์ความรู้จำเป็นอย่างน้อย ครูผู้สอนอาจไม่คำนึงถึงธรรมชาติของเคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2558; พัชร รมพะยอม วิชัยดิษฐ์, 2558; Chang, 2017; Vesterinen, Maija & Markku 2012) โดยสามารถพิจารณาผลการวิจัยอย่างละเอียดในแต่ละประเด็นดังนี้

ในประเด็นที่ 1 เรื่อง การมองโลกแบบเคมี พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากพิจารณาคำตอบของนักศึกษาในกลุ่มนี้จะเห็นว่า นักศึกษาได้นำเอาสิ่งที่เห็นจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาอธิบายความรู้ทางเคมีว่า เคมีเป็นวิชาที่แตกต่างจากสาขาวิชาอื่น ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารและเน้นการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี แต่นักศึกษายังขาดการอธิบายองค์ความรู้ทางเคมีใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ พชร รมพยอม วิชัยดิษฐ (2558) ที่พบว่านักศึกษาจะเข้าใจว่าเนื้อหาวิชาเคมีนั้นเข้าใจยาก เนื่องจากเนื้อหาเคมีมีความเป็นนามธรรม มีคำอธิบายอยู่ในระดับอนุภาค (อะตอม โมเลกุล หรือไอออน) และมีการใช้ภาษาสัญลักษณ์ประกอบการอธิบาย เช่น สูตร สมการทางเคมีหรือค่าคงที่ต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนอาจไม่เข้าใจภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้จึงทำให้ผู้เรียนเรียนวิชาเคมีด้วยการท่องจำ นอกจากนี้ ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม โมเลกุลหรือไอออนได้ จึงทำให้ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค นอกจากนี้ เมื่อให้นักศึกษาอธิบายความหมายของแบบจำลองทางเคมี พร้อมทั้งยกตัวอย่างแบบจำลองที่นักศึกษารู้จัก พบว่านักศึกษาจะยกตัวอย่างแบบจำลองอะตอมเป็นส่วนใหญ่ซึ่งไม่มีคนใดเลยที่กล่าวถึงสูตรหรือสมการเคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองทางเคมี โดยจากลักษณะของคำตอบสามารถวิเคราะห์ได้ว่าศึกษามีความเข้าใจว่าแบบจำลองทางเคมี คือแบบจำลองอะตอมหรือวัตถุสิ่งของ แผนภาพหรือรูปภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Grosslight *et al.* (1991) ที่ศึกษาในประเด็นนี้เช่นเดียวกัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทั้งเกรด 7 และเกรด 11 มากกว่าร้อยละ 90 ยกตัวอย่างแบบจำลองในลักษณะที่เป็นแบบจำลองของเล่น รูปภาพ แผนที่หรือกราฟ แต่มีนักเรียนส่วนน้อยมากที่เข้าใจว่าสูตรเคมีหรือสมการเคมีก็เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองเช่นเดียวกันเพราะสามารถเป็นตัวแทนของกระบวนการหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น สาเหตุที่นักศึกษาเข้าใจเช่นนี้อาจมีผลมาจากนักศึกษาไม่เข้าใจเป้าหมายของการสร้างแบบจำลองทางเคมี จึงทำให้มีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องและอาจเป็นเพราะสื่อต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนที่เห็นเป็นแบบจำลองส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุหรือสิ่งของเท่านั้น และเมื่อมีการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นามธรรม เช่น สูตรคณิตศาสตร์ต่าง ๆ หรือสมการเคมี ครูเองอาจไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญของแบบจำลองเหล่านี้ทำให้นักศึกษาคิดว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ใช่แบบจำลองทางเคมี สำหรับในส่วนของการเปลี่ยนแปลงได้ขององค์ความรู้ทางเคมี นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าความรู้ทางเคมีสามารถ

เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากนักศึกษาได้เรียนเรื่องแบบจำลองอะตอม ซึ่งมีการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลอง และอธิบายเหตุผลว่าเมื่อมีความรู้ใหม่ค้ำกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่นั้นสามารถอธิบายได้ครอบคลุมมากกว่า

ส่วน ในประเด็นที่ 2 ที่สำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ทางเคมี เมื่อวิเคราะห์คำตอบพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์โดยนักศึกษาเข้าใจว่าการทดลองคือการทดสอบตามแบบแผนขององค์ความรู้ทางเคมีที่มีอยู่แล้วในหนังสือปฏิบัติการทางเคมี สาเหตุที่นักศึกษามีความเข้าใจในลักษณะนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้รายวิชาปฏิบัติการในห้องเรียนทั้งในโรงเรียนหรือระดับมหาวิทยาลัย ครูผู้สอนเน้นการเรียนที่เป็นการปฏิบัติหรือการทดสอบตามทฤษฎีในหนังสือเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลือชา ลดาชาติและกาญจนา มหาลี (2559) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพียงแค่ทำตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แต่ครูควรมุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่ตนเองสนใจ แทน “การทดลองแบบดั้งเดิม ตามที่คู่มือบอก” ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเคมีควรสอดคล้องกับกระบวนการทำงานของนักเคมีและการแสวงหาความรู้ทางเคมีอย่างแท้จริง นอกจากนี้ นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าจินตนาการมีส่วนสำคัญในการเก็บข้อมูลการทดลอง แต่นักศึกษาไม่ได้อธิบายถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเก็บข้อมูลการทดลอง โดยนักศึกษาให้ความคิดเห็นว่า การทดลองต้องการเพียงหลักฐานหรือผลการทดลองที่ได้จากการทดลองเท่านั้น

ต่อมา ในประเด็นที่ 3 สำหรับการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานและสังคมของนักเคมี นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจไม่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์ โดยนักศึกษาเข้าใจว่าศาสนาหรือความเชื่อไม่มีอิทธิพลต่อการทำงานของนักเคมี เพราะนักเคมีต้องทำการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางเคมีแม้ต้องทำผิดศีลธรรมก็ตาม ทั้งนี้ มีเพียงนักศึกษาน้อยเท่านั้นที่แสดงความคิดเห็น

ว่า การทำงานของนักเคมีต้องยึดหลักคุณธรรม จริยธรรมและต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม มากกว่าการได้ซึ่งองค์ความรู้ทางเคมี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1.1 นักศึกษาครูเคมีทุกชั้นปี ยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีที่ไม่สอดคล้องกับ มติประชาคมวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเรียนรู้ใน วิชาเคมีของนักศึกษาที่ผ่านมามีตั้งแต่ระดับมัธยม จนกระทั่งอุดมศึกษา นักศึกษาเรียนเนื้อหาเคมีจาก หนังสือเรียนโดยวิธีการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนั้น อาจไม่ใช่วิธีการได้มาซึ่งองค์ความรู้ของนักเคมีหรือนักวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง ดังนั้น ครูผู้สอนวิชาเคมีทุกระดับชั้นควรให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเคมี และควรปลูกฝังในทุกด้าน เกี่ยวกับธรรมชาติของเคมี ยกตัวอย่างเช่น การสอน เรื่อง แบบจำลองอะตอม ควรสอดแทรกธรรมชาติของเคมีในด้านวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางเคมี เพราะ บางครั้งองค์ความรู้ทางเคมีไม่ได้มาจากการทดลอง เพียงอย่างเดียว แต่ยังมาจากความบังเอิญซึ่งต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการร่วมด้วย ดังนั้น หากนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีอย่างต่อเนื่องน่าจะทำให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของเคมีของนักเรียนสอดคล้องกับมติ ประชาคมวิทยาศาสตร์

1.2 ผลการวิจัยพบว่า แม้นักศึกษาชั้น ปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ซึ่งผ่านการเรียนวิชาทางด้านการศึกษามากกว่าชั้นปีที่ 1 และ ชั้นปีที่ 2 ก็ไม่ได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ในวิธีการสอนเคมี มากมายนัก ทั้งนี้ เพราะหลักสูตรผลิตครูเคมีใน ปัจจุบัน ยังมีการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหา วิชา (content) แยกจากรายวิชาวิธีการสอน (pedagogical) ทำให้นักศึกษาครูไม่สามารถ เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางเนื้อหาผนวกเข้ากับ วิธีการสอนได้ ดังนั้น หลักสูตรผลิตครูเคมีควรให้ ความสำคัญกับการเชื่อมโยงความรู้ทั้งสองเข้า ด้วยกัน และส่งเสริมการสอนเคมีให้สอดคล้องกับ ธรรมชาติของเคมี เช่น การจัดการเรียนการสอนโดย ใช้แบบจำลองเป็นฐาน การจัดการเรียนการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้ เนื่องจากการเป็นการฝึกให้ นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการสอนเคมีที่สอดคล้องกับ ธรรมชาติของเคมี และควรบรรจุเนื้อหาสาระ เกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีเข้าไปในรายวิชาที่ เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เคมีรวมถึงการส่งเสริม ให้อาจารย์ผู้สอนเนื้อหาเฉพาะทางเคมีเข้าใจ ธรรมชาติของเคมีด้วย

1.3 อาจารย์ผู้สอนในสถาบันผลิตครูเคมี โดยเฉพาะอาจารย์ที่สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้ ควรมีการวิเคราะห์ความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของเคมีของนักศึกษาเพื่อนำไปสู่ การออกแบบวิธีการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของ วิชา เช่น หากสำรวจพบว่านักศึกษาครูเคมีไม่เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่าง กฎและทฤษฎี อาจารย์ผู้สอน อาจจะออกแบบการสอนที่มีการทดลอง เก็บรวบรวม ข้อมูล นำเสนอผลการทดลองโดยอาศัยทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์มาอธิบายผลการทดลองนั้น เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้สะท้อนความคิดเห็นและ ได้เรียนรู้วิธีการสอนธรรมชาติเคมี

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติ ของเคมีของนักศึกษาครูที่ออกปฏิบัติการสอนใน สถานศึกษา (ชั้นปีที่ 5) เพื่อที่จะได้นำผลการวิจัยมา ปรับใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนใน รายวิชาการจัดการเรียนรู้ หรือรายวิชาเฉพาะทาง เคมีให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติของเคมีมากขึ้น

2.2 จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า นักศึกษาทุกชั้นปียังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของเคมี ซึ่งอาจส่งผลต่อการสอนเคมี ของนักศึกษาในอนาคต ดังนั้น อาจารย์ผู้สอนใน สถาบันผลิตครูเคมี ควรมีการศึกษาแนวทางการ จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการสอนของ นักศึกษาครูเคมีว่ามีแนวทางอย่างไร ที่จะส่งเสริมให้ นักศึกษาสอนเคมีสอดคล้องกับธรรมชาติของเคมี

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 19(2), 10-28.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: บริษัท วิสต้า อินเตอร์พรีนซ์ จำกัด.
- พัชร รัมพะยอม วิชัยดิษฐ์. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมีและการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 31(2), 187-189.
- ลือชา ลดาชาติ และกาญจนา มหาลี. (2559). ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(2), 298-324.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2015). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. Retrieved from [http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa 2015 summary report](http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa%202015%20summary%20report)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.). (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- American Association for the Advancement of Science. (2009). *Science for All American*. Washing D.C. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm>
- Chang, H. (2017). What History Tells Us about the Distinct Nature of Chemistry. *Ambix*, 64(4), 360 -374.
- Driver, R., Leach, J, Miller, A, and Scott, P. (1996). *Young People Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Grosslight, L., C. Unge & E. Jay. (1991). Understanding Models and Their use in Science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Harrison, A. G. & D. F. Treagust. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of Chemistry Teaching: A Changing Response to a Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Nicoll, G. (2001). A Report of Undergraduates' Bonding misconceptions. *International Journal of science Education*, 23(7), 707-730.
- Vesterinen, V.M., A. Maija & R. S. Markku. (2012). Nature of Chemistry in the National Frame Curricula for Upper Secondary Education in Finland, Norway and Sweden. *Science Education*, 5(2), 200-212.