การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of an Instructional Model for Chemistry Focus on Self-directed Learning to Promote Critical Thinking and Learning Achievement for Mathayom Suksa 4 Students

สุวัจนา ศรีวิเนตร[1]
Suwatchana Sriwinet[1]

Received : 19 ธ.ค. 2561
Revised : 17 เม.ย. 2562
Accepted : 18 เม.ย. 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2) ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง 3) นำรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองที่พัฒนาขึ้นไปใช้ และ 4) ประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว เป็นหน่วยวิเคราะห์ ดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 4) การประเมินและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีประสิทธิภาพ 83.61/81.11 ค่าดัชนีประสิทธิผล 0.6989 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน, การเรียนรู้แบบนำตนเอง, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Abstract

This research aimed to 1) study the general information of learning management in science classes, 2) design and develop an Instructional Model focus on Self-directed learning, 3) apply the developed Instructional Model and 4) evaluate the developed Instructional Model by comparing the learning achievement between before and after classes and study the students' satisfaction on the developed Instructional Model. This research was a research and development to promote critical thinking and learning achievement. The research participants were Mathayom Suksa 4 students who studied the Fundamental Chemistry

[1] *ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบัวขาว ตำบลบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ สังกัดองค์การบริหารส่วนบริหารจังหวัดกาฬสินธุ์ กระทรวงมหาดไทย อีเมล : ao.korea@gmail.com*

[1] *Teacher of Senior Professional Level, Buakhao school, Buakhao District, Kuchinarai District, Kalasin Province The office of Kalasin Provincial Administrative Organization Email : ao.korea@gmail.com*

in the first semester of academic year 2017 at Buakhoa School as an analyzed unit. The research results found that the model of learning management focused the self-directed learning process to promote critical thinking skills and learning achievement, the performance score was 83.61/81.11 and the index of effectiveness was 0.6989. The students' learning achievement after learning with the developed Instructional Model was higher than before using it at the statistically significant level of .05. The satisfaction of the students, in general, was at the highest level. This research methodology consisted of 4 steps; 1) analysis of the existing teaching methodology, 2) development and finding the efficiency of the Instructional Model, 3) Implementation of the developed Instructional Model and 4) evaluation and improvement of the developed Instructional Model.

Keywords : The Development of an Instructional Model, Self-directed Learning, Critical Thinking

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการ และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การพัฒนาคนให้มีความสามารถอยู่ในสังคมอย่างสร้างสรรค์ และมีความสุขจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานสำหรับอนาคต สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554 : 18-21) ได้กำหนดจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ว่า การศึกษาระดับนี้เน้นการเพิ่มพูนความรู้ทักษะเฉพาะด้าน และทักษะในการดำเนินชีวิตผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาระบบการศึกษาต้องมีการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริงในประเทศสหรัฐอเมริกาแนวคิดเรื่อง "ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21" ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21 st Century Skills) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เครือข่าย P 21 หน่วยงานเหล่านี้ เห็นความจำเป็นที่เด็ก และเยาวชนจะต้องมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ที่เปลี่ยนไปจากศตวรรษที่ 20 และ 19 จึงได้พัฒนาวิสัยทัศน์ และกรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ขึ้น ประกอบด้วยทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หรือ 3R และ 4C ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และคณิตศาสตร์ (Arithmetic) และ 4C Critical Thinking-การคิดอย่างมีวิจารณญาน Communication-การสื่อสาร Collaboration–การร่วมมือ และCreativity-ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และการบริหารจัดการด้านการศึกษาแบบใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติบูรณาการทักษะเข้าในการสอนเนื้อหาหลักด้านวิชาการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559 : 1-18)

การจัดการศึกษาที่ผ่านมาหลังจากการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 พบว่า การศึกษาเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตที่ทุกคนต้องแสวงหาและเพิ่มพูน เพื่อพัฒนาตนเอง หน้าที่การงาน ตลอดจนความก้าวหน้า และความมั่นคงของประเทศ แต่ในสองทศวรรษที่ผ่านมาการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ การพัฒนาสติปัญญายังทำได้ในขอบเขตที่จำกัด และไม่บรรลุเป้าหมายสูงสุดที่ต้องการ สำหรับประเทศไทยคุณภาพการศึกษา พบปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตร และความรู้ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ (คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ) อยู่ในเกณฑ์ต่ำ บ่งชี้จากผลการประเมินผู้เรียนในระดับประเทศ โดยพิจารณาจากผลคะแนนทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ย 4 ปี คือ พ.ศ. 2555–2558 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้หลัก 5 กลุ่มสาระ ประกอบด้วย ภาษาไทย สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาต่างประเทศต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558 : 29-33, 2559 : 24-26) รวมถึงการประเมินในระดับนานาชาติ เช่น PISA (Programmer for International

Student Assessment) ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินรอบสอง (Phase II : PISA 2009 PISA 2012 และ PISA 2015) พบว่า ผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง แม้ว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์จะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ใน PISA 2015 ทั้งสามด้านกลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 โดยการอ่านเป็นด้านที่มีคะแนนลดลงมากที่สุด (ลดลง 32 คะแนน) รองลงมาคือ วิทยาศาสตร์ (ลดลง 23 คะแนน) ซึ่งทั้งสองด้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นด้านคณิตศาสตร์ (ลดลง 11 คะแนน) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า คุณภาพการศึกษาไทยแม้จะยังห่างไกลจากความเป็นเลิศเมื่อเทียบกับประเทศเอเชียตะวันออก ความพยายามที่จะยกระดับคุณภาพการศึกษา ยังคงเป็นภารกิจสำคัญที่ต้องดำเนินต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559 : 1-18) และคะแนนการทดสอบวิชาสามัญ 7 วิชา ปีการศึกษา 2558 ในวิชาเคมีที่มีจำนวนผู้เข้าสอบทั่วประเทศทั้งหมด 87,184 คน คะแนนเฉลี่ย 31.16 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.70 คะแนนสูงสุด 100 คะแนน ต่ำสุด 4 คะแนน ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำมาก (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559 : 57) สอดคล้องกับสำหรับสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนบัวขาว องค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 เมื่อพิจารณาตามระดับชั้น พบว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557-2558 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 69.25, 70.35, 71.40 ตามลำดับ และผลคะแนนทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.40 ซึ่งเท่ากับคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้คือ คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าระดับประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า สาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร (โรงเรียนบัวขาว, 2559 : 19) ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาซับซ้อน เข้าใจยาก ต้องอาศัยแบบจำลองสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในรูปสูตรเคมีและสมการเคมีในการอธิบายความรู้ (พูลศิริ สรหงส์, 2540 : 1) และจากการศึกษางานวิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี เกี่ยวกับโมเลกุล สาระที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง องค์ประกอบ ขนาด รูปร่างและมวลโมเลกุล แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และพลังงานโมเลกุล (ทัศนา ฉันทนาภิธาน, 2540 : 82) และจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยที่เป็นครูผู้สอนในวิชาเคมี พบว่านักเรียนมีแนวคิด เรื่อง พันธะเคมี ไม่ถูกต้อง สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านการสอน และวิธีการสอนของครูที่ใช้ในเนื้อหานั้น ๆ ไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดแนวคิด หรือรวบรวมแนวคิดที่เรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเนื้อหาในบทเรียนนี้ส่วนมากมีเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และเป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน

จากเหตุผลดังกล่าว ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อมุ่งสร้างนิสัยการปฏิบัติจนเป็นนิสัยติดตัวผู้เรียนตลอดไป การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต คำนึงถึงนักเรียนที่มีความสนใจและความถนัดที่แตกต่างกัน เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : 13) เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ซึ่งเมื่อพิจารณาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และคุณภาพผู้เรียน มีความสัมพันธ์ สอดคล้อง และส่งเสริมต่อยอดผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพลโลก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2554 : 6) ผู้วิจัยเห็นว่าการเรียนรู้แบบการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ตามแนวคิดของ โนลส์ (Knowles, 1975 : 14-18) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสอดคล้องกับทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) การเรียนรู้แบบการนำตนเอง (Self-Directed Learning) เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรับผิดชอบควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดทั้งกระบวนการเริ่มตั้งแต่ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนจะใช้ความคิดริเริ่มในการวินิจฉัยความต้องการทางการเรียนรู้ ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ แสวงหาแหล่งข้อมูลในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เลือกและใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนเพียงลำพัง แต่อาจอาศัยความช่วยเหลือจากผู้อื่น ซึ่งเป็นการส่งเสริมการจัดการศึกษาให้คนในชาติ

เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข ตามปฏิญญาว่าด้วยการจัดการศึกษาของ UNESCO โดยในศตวรรษที่ 21 ทุกประเทศได้มีการพัฒนาและใช้หลักสูตรการศึกษาที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนได้ Learn to know, Learn to be, Learn to do เพื่อให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในฐานะพลเมืองของชาติ และ Learn to live together เพื่อสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในฐานะพลโลก

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นทักษะที่สำคัญของบุคคลในศตวรรษที่ 21 ที่จะสามารถดำรงอยู่ได้ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงของสังคม หลักสูตรและการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะความคิดอย่างมีวิจารณญาณทุกเรื่อง (วัชรา เล่าเรียนดี, 2553 : 1) ทั้งนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24 ข้อ 2 กล่าวว่า “การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา” และในมาตรา 8 วรรค 2 กล่าวว่า “สาระหลักสูตร ทั้งนี้เป็นวิชาการ และวิชาชีพต้องมุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และความรับผิดชอบต่อสังคม” ตลอดจนแผนการศึกษาแห่งชาติ ที่มีเป้าหมายให้คนไทยทุกคนมีทักษะ และกระบวนการในการคิด การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา มีความใฝ่รู้ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่อง เต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักการศึกษาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การพัฒนาความสามารถทางการคิดของผู้เรียนอย่างจริงจังจะเป็นการช่วยพัฒนาศักยภาพทางการคิดที่เด็กมีอยู่ภายในตนให้เพิ่มขึ้นสูงสุด ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ในทางตรง คือ การได้รับการสอน การฝึกฝน การอบรมจากผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ (ทิศนา แขมณี, 2554 : 41)

ดังนั้นการเรียนการสอนรายวิชาเคมี ที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ครูจะต้องพยายามเสาะแสวงหาวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งวิธีการสอนนั้นมีหลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อสร้างเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง จัดให้มีสื่อที่หลากหลาย และเพียงพอกับความต้องการ สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี สาระสำคัญงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ทฤษฎีสร้างความรู้นิยม การเรียนรู้แบบนำตนเอง การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ และหลักการแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011 : 159 -187) มาประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้แบบนำตนเอง เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยม ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเกณฑ์ที่งานวิจัยกำหนดไว้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้

4. ประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

4.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง วิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาในขั้นตอนนี้ คือ สภาพปัญหาการประเมิน ความต้องการจำเป็น และข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 เอกสาร ได้แก่ เอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี แผนการศึกษาแห่งชาติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินในระดับนานาชาติ ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นโยบายด้านการพัฒนาศึกษาขององค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ การเรียนรู้แบบนำตนเอง การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอน เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี และ/หรือมีผลงานระดับภาคขึ้นไป และยินดีให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์ จำนวน 5 ท่าน

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 สภาพปัญหาของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี

3.2 ความต้องการจำเป็นและข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี

ระยะที่ 2 ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา รูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Analysis)

3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษาในขั้นนี้ ได้แก่ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Analysis) โดยการหาค่าความสอดคล้องของเครื่องมือ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของร่างรูปแบบการเรียนการสอน และผลการประเมินความเป็นไปได้ และความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ระยะที่ 3 นำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาในการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ได้แก่ การประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎี และความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนการสอน ดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เรื่อง พันธะเคมี

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนทั้งสิ้น 491 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 34 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นกลุ่ม (Cluster) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้อง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการประเมินการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ระยะที่ 4 ประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา ในการประเมินและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน ประเมินความเป็นไปได้ ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติการ โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 34 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นกลุ่ม (Cluster) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้อง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

สรุปผล

1. ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการศึกษาวิเคราะห์เอกสารข้อมูลเชิงนโยบาย ปรัชญานโยบายหลักสูตร และวัตถุประสงค์การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี พบว่า

1.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าสภาพที่คาดหวังต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้ โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้ร่วมกันการทำงานเป็นกลุ่ม การฝึกปฏิบัติจริง และการพัฒนาผู้เรียนด้านสังคมและสติปัญญาไปพร้อมกัน สภาพปัจจุบันและปัญหา พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายตามสภาพที่คาดหวัง นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งในภาพรวมระดับประเทศ และระดับโรงเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมุ่งสอนเนื้อหาให้ผู้เรียนจดและจำ ขาดการฝึกปฏิบัติกระบวนการคิดและการฝึกปฏิบัติ ขาดสื่อที่ดีมีคุณภาพ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสาระที่ควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

1.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ความต้องการรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี พบว่าครูมีความจำเป็นและมีความต้องการรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้แบบการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) เพื่อสร้างเสริมความสามารถด้านทักษะวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง มีสื่อประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเพียงพอกับความต้องการ

1.3 ผลจากการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี สาระสำคัญ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ พบว่าประกอบด้วย ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Constructivism) ทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning) การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ และหลักการแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Joyce, Weil และ Calhoun นำมาประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัย และพัฒนา (Research and Development)

1.4 ผลการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี สาระสำคัญ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาเคมี พบว่า แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาเคมี ได้แก่ การเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยยึดตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Constructivism) ทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner Jerome และแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอนของกลุ่มพุทธิพิสัย (Cognitive) และหลักการเสริมแรง นำมาใช้ในการสร้างเอกสารประกอบการสอน ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

2. ผลการออกแบบ และพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 7 องค์ประกอบหลัก คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน 4) ขั้นตอนที่ใช้สอน 5 ขั้น ประกอบด้วย (1) ขั้นวินิจฉัย (Diagnosis) (2) ขั้นเสริมสร้างกลยุทธ์ (Strategies) (3) ขั้นปลูกฝังนิสัย (Growing in habit) (4) ขั้นปฏิบัติการ (Taking action) (5) ขั้นสรุปและประเมินผล (Summarizing and Assessing) 5) ระบบสนับสนุน 6) การประเมินผล และ 7) ผลของการนำไปใช้

2.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสม และสอดคล้องขององค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้

3.1 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.61/81.11

3.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.6989

4. ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

4.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการศึกษาวิเคราะห์เอกสาร ได้แก่ ข้อมูลเชิงนโยบายปรัชญานโยบายหลักสูตร และวัตถุประสงค์การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี การศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์ข้อมูล นโยบาย จุดหมายการศึกษาจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) การประเมินในระดับนานาชาติ เช่น PISA (Programmer for International Student Assessment) แผนพัฒนาการศึกษาขององค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการประเมินผู้เรียนในระดับประเทศ ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ และข้อมูลความต้องการรูปแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าสภาพที่คาดหวังต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งปฏิรูปการเรียนรู้โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้ร่วมกันการทำงานเป็นกลุ่ม การฝึกปฏิบัติจริงและการพัฒนาผู้เรียนด้านสังคมและสติปัญญาไปพร้อมกัน สภาพปัจจุบันและปัญหา พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมายตามสภาพที่คาดหวัง นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งในภาพรวมระดับประเทศ และระดับโรงเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมุ่งสอนเนื้อหาให้ผู้เรียนจดและจำ ขาดการฝึกปฏิบัติกระบวนการคิดและการฝึกปฏิบัติ ขาดสื่อที่ดีมีคุณภาพ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสาระที่ควรเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร (โรงเรียนบัวขาว, 2559 : 19) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโดยส่วนมากเมื่อจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก็จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี เน้นหนักการสอนเนื้อหาวิชามากกว่าการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด มุ่งเน้นที่การสอบแข่งขันเพื่อเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา วัดความรู้ที่ผลการสอบแข่งขันต่าง ๆ นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน โดยเฉพาะนักเรียนกลุ่มอ่อน และปานกลาง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ต่ำลงเรื่อย ๆ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ โดยการทดลองได้ปฏิบัติ ได้ค้นคว้า และทดลอง แต่ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นสอนเนื้อหา นอกจากนั้นโรงเรียนขนาดใหญ่ ชั่วโมงสอนมาก ทำให้ครูผู้สอนไม่มีเวลาเตรียมตัวในการสอนเพื่อกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีปัญหาด้านการวางแผน การออกแบบ และการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน (ทิศนา แขมณี, 2554 : 41) สอดคล้องกับงานวิจัยของดุจเดือน ไชยพิชิต (2558 : 143-144) พบว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผสานทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) กับกลวิธีการให้เหตุผล เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และสภาพปัญหาของนักเรียนครูสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้บรรลุผลในระดับปานกลาง และมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมการเรียนด้านดังกล่าวค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะการฝึกให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อธิบายข้อมูลความรู้ที่มีการอ้างอิงเหตุผลเหมาะสม

และน่าเชื่อถือผ่านการใช้ประสบการณ์ความรู้เดิมขณะที่ครูและนักเรียน มีความต้องการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับมากที่สุด

ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี พบว่าครูมีความจำเป็น และมีความต้องการรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยการเรียนรู้แบบการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) เพื่อสร้างเสริมความสามารถด้านทักษะวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จากกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง มีสื่อประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเพียงพอกับความต้องการ สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี สาระสำคัญงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนได้ ประกอบด้วย ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ทฤษฎีสร้างความรู้นิยม การเรียนรู้แบบนำตนเอง การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ และหลักการแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011 : 159-187) นำมาประยุกต์ร่วมกับกรอบการวิจัยและพัฒนา ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้แบบนำตนเองเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยม สอดคล้องกับแนวนโยบายการจัดการศึกษาของชาติเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม มีกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ มากกว่าเป็นผู้รับการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอน (สุภนิดา ปุสุรินทร์คำ, 2553 : 8) และแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้สื่อการเรียนการสอนของกลุ่มพุทธิพิสัย และหลักการเสริมแรงตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม สอดคล้องกับวนิดา ผาระนัด (2557 : 173-177) พบว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ถ้านักเรียนมีความเข้าใจ และสนใจในเนื้อหาการสอนนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีสื่อการเรียนการสอนถ้ามีความหมายกับนักเรียน จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนุกและสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น บทบาทของครูผู้สอนมีส่วนกระตุ้นนักเรียน นักเรียนที่ผ่านการทำกิจกรรมทดลอง และการนำเสนอหน้าชั้น จะมีกล้าแสดงออก มีภาระการเป็นผู้นำ และค่อนข้างมีความเชื่อมั่นในตนเอง

2. ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมีเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 7 องค์ประกอบหลัก คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน 4) ขั้นตอนที่ใช้สอน 5 ขั้น ประกอบด้วย (1) ขั้นวินิจฉัย (2) ขั้นเสริมสร้างกลยุทธ์ (3) ขั้นปลูกฝังนิสัย (4) ขั้นปฏิบัติการ (5) ขั้นสรุปและประเมินผล 5) ระบบสนับสนุน 6) การประเมินผล และ 7) ผลของการนำไปใช้ และรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม และสอดคล้องขององค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาตามขอบข่ายหลักการ และแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011 : 159-187) โดยเริ่มต้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอย่างครอบคลุม สอดคล้องกับ Gunter et al. (2010 : 64) ได้เสนอกรอบของรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ไว้ว่าเป็นรูปแบบที่เชื่อมโยงกับเงื่อนไขบริบทของชั้นเรียน ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องสะท้อนวิธีการเรียนรู้ของบุคคล สอดคล้องกับจุดประสงค์ สนับสนุนการมีส่วนร่วม และปฏิบัติด้วยความกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน มีลำดับขั้นตอนของการเรียน สามารถปรับใช้กับทุกระดับชั้นเรียนและความหลากหลายของกลุ่มผู้เรียน อีกทั้งรูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี ได้ยึดทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นอำนวยความสะดวก และจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้และเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา ของ Piajet และยังเป็น

กระบวนการทางสังคม ตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคม ของ Vygotsky ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นรวมทั้งทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner Jerome ที่เน้นพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการรับรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนประกอบกับการจัดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2556 : 15) สอดคล้องกับผลการวิจัยของฉันชัย จันทะเสน (2558 : 186-187) พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4) ระบบสังคม 5) หลักการตอบสนอง และ 6) ระบบสนับสนุน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นสร้างความขัดแย้งทางความคิด ขั้นการปฏิบัติ ขั้นเปรียบเทียบและสรุป และขั้นการบ่มเพาะความคิด

3. ผลการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.61/81.11 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6898 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน มีกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และร่วมกันหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากประเด็นปัญหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรม เสริมแรงจูงใจจากการชมเชยผู้เรียนกล้าแสดงออกกล้าแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในตนเอง ฝึกทักษะการคิด และพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูง การให้ผู้เรียนประเมินความคิดใหม่โดยการทดลอง หรือการคิดอย่างลึกซึ้ง การให้ผู้เรียนนำความคิดไปใช้ (Application of Ideas) และการให้ผู้เรียนทบทวน (Review) โดยเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา ประกอบกับการจัดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน ตามแนวทางทฤษฎีการสอน (Theory of Instruction) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญตามแนวทฤษฎีสร้างความรู้นิยม ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เป็นการใช้กิจกรรมค้นพบความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนและผู้เรียนจะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนการเรียนของตน จากที่เคยเป็นผู้สอนแบบถ่ายทอดความรู้มาเป็นผู้คิด ผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ความคิด ความสามารถทั้งทางด้านสติปัญญา อารมณ์ และสังคมในการเรียนรู้ต่าง ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2554 : 7-24) สอดคล้องกับผลการวิจัยของดุจเดือน ไชยพิชิต (2558 : 143-144) พบว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผสานทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) กับกลวิธีการให้เหตุผล เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 76.40/78.18 และเมื่อคำนวณจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 76.40/77.16

4. ผลการประเมิน การใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐาน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนำตนเอง เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยยึดทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเองโดยครูเป็นผู้กระตุ้น อำนวยความสะดวก และจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด และเชื่อมโยงความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ และเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง ตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงปัญญา ของ Piajet และยังเป็นกระบวนการทางสังคม ตามทฤษฎีสร้างความรู้นิยมเชิงสังคม ของ Vygotsky ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น รวมทั้งทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ

Bruner Jerome ที่เน้นพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการรับรู้และความเข้าใจของผู้เรียน ประกอบการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดระบบสนับสนุนรูปแบบการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และภายในห้องเรียนให้เป็นแหล่งเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมทางวิชาการ การเสริมแรงทางบวก จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของนัดดา อังสุโวทัย (2550 : 131) พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองที่มีทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ระดับสูง ได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้มีลักษณะการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครูผู้สอนควรควบคุมเวลาและยืดหยุ่นกิจกรรมตามความเหมาะสม เพื่อเป็นการกระตุ้นนักเรียนเพื่อจะให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

1.2 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้เข้าใจ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี ต้องใช้เวลาที่ต่อเนื่องกันอย่างเพียงพอในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนไม่ควรเร่งรัดคำตอบเพื่อเร่งเวลาการปฏิบัติของผู้เรียน เพียงแต่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กิจกรรมจบลงและมีคำตอบภายในคราวเดียว แสดงถึงองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างเอง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวการสอนหรือทฤษฎีการสอนอื่น ๆ เช่น ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ โมเดลซิปปา และแบบผสมผสานวิธีสอนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาและพัฒนาสื่อประกอบการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประเภทอื่น ๆ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประสมในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น

2.3 ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นอื่น หรือปรับเปลี่ยนประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ฉันชัย จันทะเสน. (2558). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ดุษฎีนิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ดุจเดือน ไชยพิชิต. (2558). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผสานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับกลวิธีการให้เหตุผลเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* ดุษฎีนิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทัศนา ฉันทนาภิธาน. (2540). *การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 7*. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย* (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัดดา อังสุโวทัย. (2550). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตัวเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. ดุษฎีนิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พูลศิริ สรหงส์. (2540). *ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงความจำระยะสั้นกับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 5.* วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โรงเรียนบัวขาว. (2559). *งานวัดผลโรงเรียนบัวขาว.* กาฬสินธุ์ : โรงเรียนบัวขาว องค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์.

วนิดา ผาระนัด. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล*. ดุษฎีนิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2557.* กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. (2559). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). *แนวทางการดำเนินงานเรียนฟรีเรียนดี 15 ปี อย่างมีคุณภาพ ปีงบประมาณ 2554.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

สุภนิดา ปุสุรินทร์คำ. (2553). “ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือบน e-Learning” ใน *เอกสารคำสอนรายวิชา 02-051-522 เทคโนโลยีการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์.* นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Gunter, M., Estes, T. and Schwap, J. (2010). *Instruction : A Model Approach* (2nd ed). Allyn & Bacon. A Simon & Schuster company. Needham Heights, Mass.

Joyce, B., M. Weil and E. Calhoun. (2011) *Models of Teaching. Boston*: Pearson Education.

Knowles, Malcolm. S. (1975) *Self – directed Learning* : *A Guide for Learners and Teachers.* New York: Association Press.