

**การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบบเน้นการ
บูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์**

The Development of Instructional Model in Stoichiometry based on Integrated
Inquiry Training and Cooperative Learning to Enhance Critical Thinking for
Upper Secondary Students in an Enrichment Science Classroom

วารกรณ์ ศรีวิโรจน์¹, สิริณา กิจเกื้อกุล², วารัตน์ แก้วอุไร³, วิลาวรรณ วิภาจักษณกุล⁴

Waraporn Srivirojn, Sirinapa Kijkuakul, Wareerat Kaewurai, Wilaiwan Wipajuksanakul

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบ และ 2) ขั้นศึกษาผลการใช้รูปแบบที่พัฒนา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิทยานุกูลนารี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 29 คน เครื่องมือวิจัย คือ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว แบบไม่อิสระ พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งคำถาม (Question : Q) ขั้นหาคำตอบ (Answer : A) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share : S) และขั้นประเมินตามสภาพจริง (Assessment : A) หรือ QASA Model นอกจากนี้พบว่า 1) รูปแบบนี้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.47$, S.D. = 0.75) มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 2) นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า รูปแบบนี้เป็นความแปลกใหม่ ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ที่ช่วยให้ตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลา การจัดกลุ่มเรียนรู้ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู มีความสุขจากการเรียนรู้อย่างอิสระตามศักยภาพ ทำให้รู้สึกดีต่อวิชาเคมี

คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์/ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้/ การเรียนรู้แบบร่วมมือ/ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ/ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

¹ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

³ รองศาสตราจารย์ ดร., กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Abstract

The purpose of this research was to develop the instructional model on Stoichiometry based on integrated inquiry training and cooperative learning to enhance critical thinking for upper secondary students in an enrichment science classroom. This model was called QASA Model that had four steps of teaching consisting Question : Q, Answer : A, Share : S and Assessment : A. The procedure of research and development comprised 2 steps, 1) construct and verify the quality of the model, and 2) study effect of implementation. This samples were 29 students of Enrichment Classroom on Matthayomsuksa 5 in Witthayanukulnaree School. The research instruments were critical thinking test, achievement test, and learning journal. The analytical statics were mean, standard deviation and one group t-test dependent. The results were as follows, 1) this instructional model was at high quality level ($\bar{x} = 4.47$, S.D. =0.75) and appropriate for students in the enrichment science classroom, 2) the students had score of both critical thinking and achievement at post learning stage more than pre learning stage at statistical significant of .01. The new model brought about analytical thinking practice and active learning. Group Learning management gave students good relationship among friends and the teacher. They gained happiness and freedom to learn, and felt positive in learning chemistry.

Keywords: instructional model/ Inquiry training/ Cooperative learning/ Critical thinking/ Enrichment science classroom

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญ ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบัน ทุกคนจึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในยุคโลกาภิวัตน์ การสำรวจความสามารถของนักเรียนอายุประมาณ 15 ปี ตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ ในทุกด้าน และมีแนวโน้มต่ำลง โดยเฉพาะในปี 2549 ซึ่งเน้นการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) พบว่า คะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับต่ำที่สุด โดยผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, หน้า 10-12) สะท้อนถึงปัญหาการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งไม่สัมพันธ์กับชีวิตจริง

การเตรียมความพร้อมสำหรับเยาวชน ตามกรอบแนวคิดเพื่อการพัฒนา อาทิเช่น ภาติเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 (The Partnership for 21st Century Skills:P21) กำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวิชา

แกนหลัก (Core Subjects) ที่เชื่อมโยงกับประเด็นที่จำเป็นในชีวิตจริง (21st Century Themes) ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและอาชีพ รวมทั้งทักษะการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี(Trilling and Fadel, 2010, p.248) ทักษะพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรก ในการเรียนรู้ของมนุษย์ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) หรือ การคิดอย่างเชี่ยวชาญ (Expert thinking) (Chris Dede, 2010, p.119) โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นเครื่องมือสำคัญ ที่ช่วยในการส่งเสริมทักษะอื่น คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการใช้คำถามและปัญหาที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งนอกจากจะช่วยให้การแก้ปัญหาสามารถบรรลุตามเป้าหมาย ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพแล้ว ยังช่วยให้มีความสามารถในการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Trilling and Fadel, 2010, p.91)

นอกจากนี้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังเป็นที่ทักษะที่ประกอบด้วย คุณลักษณะที่ดีของนักวิจัยหลายประการ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือ

การนิยามปัญหา การพิจารณาตัดสินข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการประเมินสรุปอย่างสมเหตุสมผล (Decaroll, 1973, pp.67-69; Feeley, 1976, p.106; Ennis, 1985, pp.45-48; ทิศนา ขัมมณี, 2550, หน้า 60; สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2551, หน้า 79)

ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงเป็นทักษะที่เหมาะสมในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของสาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มุ่งเน้นการสร้าง “นักวิจัย” เพื่อพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการเสริมสร้างนักวิจัยที่มีคุณภาพ ให้สอดคล้องตามเป้าหมายของการพัฒนาประเทศอย่างแท้จริง

การพัฒนาการเรียนรู้ที่สามารถรองรับอนาคตตามกรอบแนวคิดในศตวรรษที่ 21 คือการจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ตามประเด็นหลักที่สำคัญ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ และฝึกฝนการเรียนรู้วิธีเรียนรู้ (Learn how to learn) ให้มีทักษะหรือความสามารถในการเรียนรู้ได้ตามศักยภาพอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ สอดคล้องกับผลการกำกับติดตามการดำเนินงานของโรงเรียน ในโครงการโรงเรียนมาตรฐานสากล (World class standard school) ซึ่งกล่าวถึงเสียงสะท้อนของสังคมทั่วไปที่บ่งชี้ให้เห็นว่า ทักษะและความสามารถที่จะช่วยให้เยาวชนไทยพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นสากล ได้แก่ การคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์ การแสวงหาความรู้ ทักษะด้านเทคโนโลยี และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยังไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ (งานพัฒนาหลักสูตรสู่มาตรฐานสากล, 2554, หน้า 3)

การศึกษาเปรียบเทียบ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์กับนักเรียนห้องเรียนปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้สอนในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลและทำการทดลองอย่างอิสระ มีการออกแบบการทดลองในแต่ละประเด็นหลัก ช่วยกันสรุป แล้วนำมาเสนอเพื่ออภิปราย

แลกเปลี่ยนกัน พบสภาพปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คือ ไม่ชอบคิด ไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือที่มาของคำตอบ ไม่กล้าทำสิ่งแปลกใหม่ ยังยึดติดกับทฤษฎี เช่น การออกแบบการทดลอง จะทำตามหนังสือหรือที่ครูแนะนำ ทำการทดลองคล้าย ๆ กัน การสรุปผลการทดลองที่เน้นการอ้างอิงทฤษฎี ส่วนใหญ่ไม่ชอบทำการทดลอง และเขียนรายงานผลการทดลอง ไม่ชอบสืบค้นข้อมูล โดยให้เหตุผลว่าภาระงานมาก มีงานหลายวิชา ทำงานส่งไม่ทัน เรียนหนัก นอนดึก และมักจะมีปัญหาในการทำงานกลุ่ม (วรารักษ์ ศรีโรจน์, 2554)

ตามรายงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2541) และ Wheeler (1996) (อ้างถึงใน กิตติมา ไกรพิพรรธ, 2550, หน้า 20) พบว่า การเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ของไทย ส่วนใหญ่ยังเน้นให้ผู้เรียน จดจำเนื้อหาสาระมากกว่าทักษะกระบวนการ หรือวิธีเรียนรู้ตามแนวทางของนักวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่นิยมสอนแบบบรรยาย หรือเขียนเนื้อหาสาระบนกระดาน ให้นักเรียนจดบันทึก หรือที่เรียกกันว่า chalk and talk method เป็นผลให้ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาวิคิด และวิเคราะห์แบบมีเหตุผลได้ นักเรียนส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เป็นสิ่งที่น่าเบื่อและไม่สนุก

การประเมินแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study : TIMSS) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย มีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะคะแนนเฉลี่ยวิชาเคมี ซึ่งมีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย นานาชาติ และมีคะแนนเฉลี่ย เป็นลำดับเกือบสุดท้าย (ปรีชาญ เดชศรี และปรีชาญ เบ็ญจวรรณ, 2552, หน้า 36, 67) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบ O-NET ของนักเรียนโรงเรียนวิทยานุกูลนารี จังหวัดเพชรบูรณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า คะแนนวิชาเคมี ในปีการศึกษา 2552 เรียงลำดับตามระดับโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับสังกัด และระดับประเทศ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 30.03, 35.17, 36.30 และ 36.37 ตามลำดับ ในปีการศึกษา 2553 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 22.67, 23.33, 24.83

และ 24.94 นั่นคือคะแนนเฉลี่ยวิชาเคมี ของนักเรียนโรงเรียนวิทยานุกูลนารี มีค่าต่ำกว่าในทุกระดับ และมีค่าลดลง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ(องค์การมหาชน), 2554, หน้า 5/8)

การศึกษาค้นคว้าเพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์โรงเรียนวิทยานุกูลนารี จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาเคมีของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์รุ่นแรก ตั้งแต่ปีการศึกษา 2552-2554 เรียงตามลำดับวิชา คือ เคมี พื้นฐาน (วิทยาศาสตร์ 2), เคมี 1, เคมี 2, เคมี 3, เคมี 4 และเคมี 5 คิดเป็นร้อยละ 84.96, 85.84, 85.76 80.86, 89.91 และ 75.56 คะแนนเฉลี่ยวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 73.15 และ 73.03 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งข้อมูลการสนทนาแลกเปลี่ยนกันในห้องเรียน ทั้งกลุ่มย่อยและทั้งชั้นเรียน ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณ ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคำนวณ เรื่อง สมดุลเคมี และกรดเบส ผลการวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนวิชาเคมี พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นนามธรรม (abstract) อาทิ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ (Hacking and Garmett, 1985, p.205) ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานของการเรียนรู้วิชาเคมีในหัวข้ออื่น ๆ เช่น สมการเคมี ปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี (Wheeler and et.al., 1978, p.232) มีผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ คิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก (Ben-Zvi, and et.al., 1988, p.92) แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่น่าจะช่วยในการพัฒนาทักษะการคิด และเหมาะสมสอดคล้องกับยุคปัจจุบัน ตามหลักการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ แนวทางการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของ Suchman เป็นการเรียนรู้ที่ลดบทบาทของครู และผู้เรียนได้มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น การสังเกต การรวบรวม และจัดระบบข้อมูล การแยกแยะและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐานและอธิบาย การทดสอบ ตลอดจนการลงความเห็นจากข้อมูล นอกจากนี้ยังจะช่วยให้มีการบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ และให้ประสบการณ์ที่มีความหมายอย่างเต็มที่กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้น

ที่จะเรียนรู้โดยอัตโนมัติ ผู้เรียนจะตั้งคำถาม และตรวจสอบความรู้เอง ถ้าที่ตั้งคำถาม และสามารถที่จะอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ดีเท่ากับการรับฟังคนอื่น (Joyce and Weil, 1980, p.74)

การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry training) สร้างขึ้นตามความเชื่อ ของ Suchman (Suchman, 1966) ที่ว่าบุคคลแต่ละคน มีแรงกระตุ้นตามธรรมชาติที่จะสืบเสาะหาความรู้ โดยให้ผู้เรียนได้พบสถานการณ์ที่น่าฉงน (Puzzle) คาดไม่ถึง หรือยังไม่รู้มาก่อน ซึ่งอาจเป็นความขัดแย้ง ผู้เรียนตั้งคำถามแล้วหาคำตอบ มีอิสระในการเลือกกระทำ การสืบเสาะหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการจัดทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และมีเหตุผล ในกระบวนการสืบค้นความรู้อย่างมีวินัย เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Encounter with the problem) 2) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รวบรวมได้ (Data gathering verification) 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง (Data gathering experiment) 4) การสร้างคำอธิบาย (Formulating an explanation) และ 5) การวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Analysis of the inquiry process) เพื่อเพิ่มพูนยุทธศาสตร์การคิดสืบเสาะหาความรู้ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Joyce and Weil, 1980, pp. 62-63) ดังนั้นการฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของ Suchman จึงน่าจะเป็นแนวทางที่ดีและมีความเหมาะสมแนวทางหนึ่ง ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่มีการฝึกวิธีเรียนรู้ โดยเฉพาะในเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก เช่น เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

การศึกษาของคณะวิจัยมหาวิทยาลัยอัฟริกันใต้ (South Africa University) ได้เสนอแนะให้ครูวิทยาศาสตร์มีการจัดให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มเล็ก สำหรับเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ควรจัดให้มีการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ป็นรูปธรรม (Concrete analogies) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบวัฒนธรรมทางสังคม (Socioculturalism) ของ Packer and Goicochea (2000) (อ้างถึงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2552, หน้า 19) ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Vygotsky ซึ่งมีความเชื่อว่าการเรียนรู้ เกิดจากความต้องการของมนุษย์ที่ต้องการ

เป็นส่วนหนึ่งของสังคม “การเรียนรู้” หมายถึง “การทำกิจกรรมตามหน้าที่ในสังคม” มนุษย์จึงพยายามใช้ภาษา รูปภาพ สัญลักษณ์ เป็นสื่อกลาง สื่อสารเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการทำกิจกรรม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสมดุล สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจถึงแก่นของความรู้ จึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนค้นหาความสามารถของตนเอง เพื่อปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่ม โดยครูต้องใช้ภาษาที่นักเรียนคุ้นเคยเข้าใจได้ง่าย เพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนมีอยู่เดิมไปสู่องค์ความรู้ใหม่

หลายองค์กร ได้ให้ความสำคัญ ต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพคน ได้แก่ ภาศึเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills: P21) ห้องวิจัยการศึกษาเขตภาคกลางตอนเหนือ (North Central Regional Educational Laboratory: NCREL) องค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) สภาผู้นำแห่งชาติเพื่อการศึกษา เสรีและสัญญาของอเมริกา (National Leadership Council for Liberal Education and America's Promise: LEAP) (Trilling and Fadel, 2012, pp.48-54) การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการแก้ไขความขัดแย้งของผู้คนที่มีความหลากหลายจะกลายเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างมาก ดังนั้น การเรียนรู้แบบร่วมมือ จึงเป็นทักษะที่สำคัญยิ่งของการเรียนรู้ จากความหลากหลาย (Johnson and Johnson, 1989, p.313) สอดคล้องกับข้อเสนอของ Dede (2005) (อ้างถึงใน วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์, 2554, หน้า 131) คือ ให้มีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม โดยผู้เรียนเป็น ผู้แสวงหา กลั่นกรองและสังเคราะห์ประสบการณ์ ร่วมกับผู้อื่น แทนที่จะค้นหาและดูดซับข้อมูลจากแหล่งที่ดีที่สุด เพียงแหล่งเดียวตามลำพัง นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative learning) ตามแนวคิดของ Kagen (1994) (อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 12) ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวคิดหลัก 6 ประการ คือ 1) การจัดกลุ่ม 2) อุดมการณ์ 3) การจัดการ 4) ทักษะ

ทางสังคม 5) หลักการพื้นฐาน และ 6) โครงสร้างของกิจกรรม โดยมีหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Johnson and Johnson, 1974) ครอบคลุมองค์ประกอบ ดังนี้ 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกันหรือการพึ่งพาเชิงบวก (Positive interdependence) 2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด หรือการปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า (Face-to-face promotive interaction) 3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) 4) ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills) และ 5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group processing) ดังนั้น การบูรณาการการฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดของ Suchman และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามหลักการของ Johnson and Johnson จึงน่าที่จะมีความเหมาะสมในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพ ของรูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการการฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการติดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้ 1) เปรียบเทียบการติดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการการฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริม

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย และข้อมูลนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์นำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิด ในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จากกระบวนการแนวคิด โดยใช้การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้เป็นหลัก และเสริมด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. ยกร่างรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้

3. จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบ คือ คำแนะนำการใช้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 ของรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 9 แผน

4. จัดทำและพัฒนาเครื่องมือวิจัย ใช้สำหรับตรวจสอบคุณภาพรูปแบบ คือ แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้

5. หาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และเอกสารประกอบรูปแบบ จากการประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน

6. ทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีความสมัครใจ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบ ดังนี้ ครั้งที่ 1 ตรวจสอบสอบด้านภาษากับนักเรียน 3 คน ครั้งที่ 2 ตรวจสอบด้านกระบวนการกับนักเรียน 7 คน ได้จัดทำชุดสื่อ/เอกสารประกอบแผนตามข้อเสนอแนะของนักเรียน

7. จัดทำรูปแบบฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย เอกสารสามหมายเลข ดังนี้ 1) คำแนะนำการใช้รูปแบบ 2) รูปแบบการเรียนการสอน และ 3) แผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ตามแบบแผนการวิจัย คือ แบบสุ่มกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (R Gr1 O1 T O2) จากการนำรูปแบบนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน

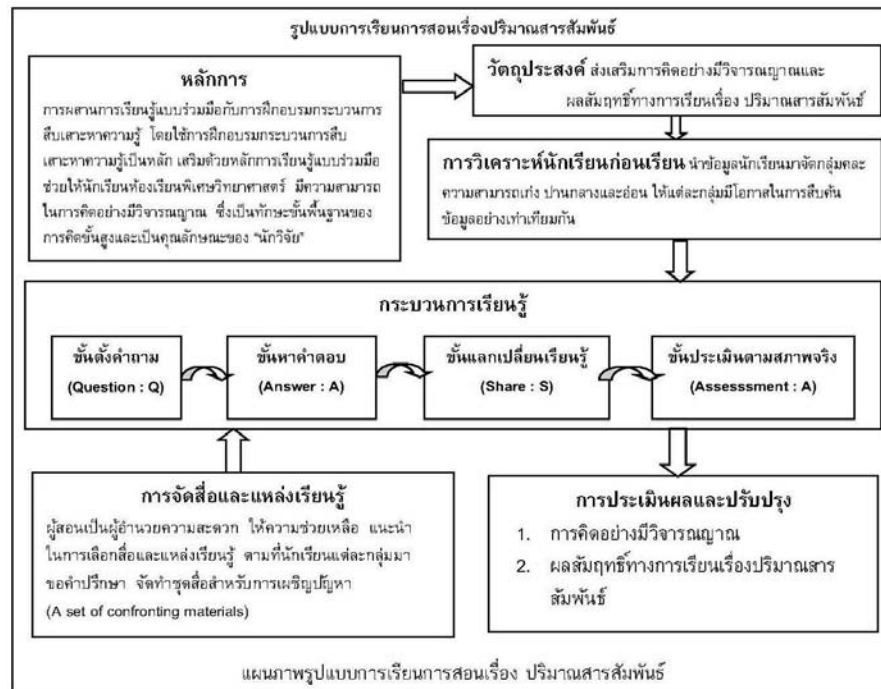
โรงเรียนวิทยานุกูลนารี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 29 คน การจัดกลุ่มการเรียนรู้ตามข้อมูลนักเรียนที่ได้วิเคราะห์ ซึ่งคละความสามารถกลุ่มละ 3 คน ให้แต่ละกลุ่มมีโอกาสในการเรียนรู้อย่างเสมอภาค มีอุปกรณ์สืบค้นทางอินเทอร์เน็ตและเครื่องคำนวณ ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง เมื่อเรียนครบทั้ง 9 แผน จึงทำการสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดทั้งสองชุด

ผลการวิจัย

1. สรุปผลการวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในครั้งนี้ ได้ดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนตามกรอบวิธีการวิจัย โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการสร้างและประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.1.1 ได้รูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่มีองค์ประกอบ 6 ส่วน คือ หลักการ วัตถุประสงค์ การวิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน กระบวนการเรียนรู้ การจัดสื่อและแหล่งเรียนรู้ การประเมินและปรับปรุง ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ QASA Model คือ 1) ขึ้นตั้งคำถาม (Q : Question) 2) ขึ้นหาคำตอบ (A : Answer) 3) ขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (S : Share) และ 4) ขึ้นประเมินตามสภาพจริง (A : Assessment) โดยผู้เรียนเป็นเจ้าของกระบวนการของการเรียนรู้ ผู้เรียนตั้งคำถามนำ การเรียนรู้ แสวงหาคำตอบและสรุปการเรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง รูปแบบการเรียนการสอนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการการฝึกอบรม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะดังแผนภาพ



1.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.47$, S.D.=0.75) และเอกสารประกอบรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในภาพรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.45$, S.D.=0.78)

1.1.3 ผลการทดลองใช้ รูปแบบการเรียนการสอนจากการทดลองนำร่องพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความเป็นไปได้จริง ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยรูปแบบดังกล่าว มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการการฝึกอบรม

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า

1.2.1 นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ารูปแบบนี้เป็นความแปลกใหม่ ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ที่ช่วยให้ตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลา การจัดกลุ่มเรียนรู้ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู มีความสุขจากการเรียนรู้อย่างอิสระตามศักยภาพ ทำให้รู้สึกดีต่อวิชาเคมี

2. การอภิปรายผลการวิจัย การพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอน ในครั้งนี้ ผู้วิจัยอภิปรายตามลำดับ การวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างรูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เป็น รูปแบบที่สร้างขึ้นจาก การศึกษาวิเคราะห์การจัดการ เรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดของ Suchman นำมาบูรณาการกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของ Johnson and Johnson โดยใช้แนวคิดการ ผูกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการสืบ เสาะหาความรู้อย่างเป็นธรรมชาติหรืออย่างอิสระ นำมา สังเคราะห์เป็นขั้นหลัก แล้วเสริมในแต่ละขั้นด้วย หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ รวมทั้งการศึกษาเอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถสังเคราะห์ องค์ประกอบของรูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบของรูปแบบ มีการปรับปรุงรูปแบบโดย อาศัยข้อมูล จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี ผลการวิจัย และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่สอดคล้องแนวคิด ของ Joyce and Weil (2001, pp.28-30) นั่นคือ รูปแบบนี้มีจุดมุ่งหมายเฉพาะ ที่มุ่งส่งเสริมการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ อันเป็นลักษณะที่ดีของนักวิจัย สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ การพัฒนารูปแบบให้มียุทธศาสตร์ และ มีแนวคิด/ทฤษฎีรองรับ คือการบูรณาการแนวคิด การผูกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีการตรวจสอบคุณภาพของ รูปแบบที่พัฒนา โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และมีการทดลองนำร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะ นำไปใช้จริง การนำเสนอรูปแบบในครั้งนี้ สอดคล้องตาม แนวคิดของ Joyce and et.al. (2004, pp.22-25) ที่มีการนำเสนอเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ที่มาของรูปแบบ เป็นการอธิบายความสำคัญและความจำเป็นในการ พัฒนารูปแบบ วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของรูปแบบ ส่วนที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอน เป็นการอธิบายถึง ลักษณะขององค์ประกอบทั้ง 6 ของรูปแบบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ การวิเคราะห์นักเรียนก่อนเรียน กระบวนการเรียนรู้ การจัดสื่อและแหล่งเรียนรู้ การ ประเมินและปรับปรุง ส่วนที่ 3 การใช้รูปแบบเป็นการ อธิบายรายละเอียดหรือแนวทางการนำรูปแบบไปใช้ เพื่อ ความสะดวกในการปฏิบัติ จึงได้จัดทำเป็นเอกสารสาม

หมายเลข ดังนี้ 1) คำแนะนำการใช้รูปแบบ 2) รูปแบบ การเรียนการสอน และ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นหน่วยที่ 2 ในรายวิชาเคมี 2 (ว 32221) มีจำนวน 9 แผน คือ 1) มวลสูตร 2) โมล กับมวล 3) โมลกับปริมาตร 4) สูตรและสมการเคมี 5) กฎทรงมวล 6) กฎสัดส่วนคงที่ 7) กฎเกย์ลุสแซค 8) กฎอวอกาโดร และ 9) ร้อยละของผลผลิต เวลาเรียน รวม 18 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื้อหาดังกล่าว สอดคล้องกับ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 8 มาตรฐาน ว 8.1 คือ นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อย่างเป็นธรรมชาติหรือแบบอิสระ ด้วยการฝึกตั้งคำถาม ที่มีลักษณะเฉพาะ (ขั้นที่ 1) คือ คำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ซึ่งเป็นการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการ เชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งใหม่ที่เป็นปัญหา กับ สิ่งที่เป็นความรู้เดิม หรือเป็นแนวทางในการ ตั้งสมมติฐาน นำไปสู่การออกแบบการเรียนรู้ตาม ศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน โดยตามรูปแบบนี้ ผู้วิจัย ได้มีการจัดชุดสื่อสำหรับการเผชิญปัญหา ที่เป็นเอกสาร ประกอบรูปแบบซึ่งจะเป็นเสมือนกรอบแนวทางในการหา คำตอบ (ขั้นที่ 2) ด้วยการสืบค้นจากการเรียนรู้แบบ ร่วมมือตามศักยภาพของกลุ่มการเรียนรู้ที่มีการจัดกลุ่ม คละความสามารถ และได้มีการช่วยเหลือเสริมเติมเต็ม กันและกัน จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (ขั้นที่ 3) ช่วยให้มี ปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนด้วยกันและระหว่างครูใน ที่สุดนักเรียนสามารถประเมินตนเองได้ตามสภาพจริง (ขั้นที่ 4) จากการช่วยเหลือของกลุ่มและครูจึงทำ แบบฝึกหัดได้และเขียนแผนภาพ/แผนผังองค์ความรู้ใน แต่ละเรื่องจึงสะท้อนถึงความรู้ลึกที่มีความสนุกสนาน และ ผ่อนคลาย รู้สึกดีต่อวิชาเคมีและครู สุดท้ายคือ ส่วนที่ 4 ผลที่ได้จากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เป็นการ อธิบายทั้งผลโดยตรงที่ต้องการตามเป้าหมายของ รูปแบบ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ รวมทั้งผลอื่นๆ ที่เป็นความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งเขียนใน บันทึกรับรู้หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ในแต่ละ แผน การสะท้อนความรู้ลึกโดยการพูดคุยสนทนา ในช่วงของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรืออย่างไม่มีเป็น ทางการ

2.2 การหาคุณภาพของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

1) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่าหลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของกนกวรรณ โพธิ์ทอง (2545) ไพโรจน์ ชำนาญ (2550) และลัดดาวัลย์ ไวยสุระสิงห์ (2552) ที่พบว่า หลังเรียนด้วยวิธีการสอนตามแนวคิดต่างๆ เรียงตามลำดับ ดังนี้คือ วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบ 4 MAT การเรียนรู้ตามสภาพจริง สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ มีการบูรณาการทั้งการฝึกอบรบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบร่วมมือ จึงมีคุณภาพมากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดเดียวหรือแนวคิดอื่น ๆ โดยผู้เรียนได้สะท้อนความรู้สึกที่มีต่อการเรียนตามรูปแบบนี้ว่า ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มาณิดย์ คดีพิศาล (2541) ยาวภา ทองหนา (2550) จริยา ขุนเศรษฐ์ (2551) และธันยาภัทร์ เขียวทองอินทร์ (2553) ที่พบว่าการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือ แบบใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ใช้เทคนิคจิ๊กซอร์ และแบบที่ไฟว์กระดาซ เรียงตามลำดับ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนด้วยวิธีการดังกล่าว สูงกว่าก่อนเรียนเช่นเดียวกับ Young and John-Haiong (1988) ที่พบว่านักเรียนมัธยมในไต้หวัน ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนในรายวิชาชีววิทยาแบบเน้นการฝึกอบรบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยาย

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ผ่านมา มีค่อนข้างน้อย และมักจะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบกับ การเรียนการสอนปกติ แม้จะมีการค้นพบว่า เป็นวิธีการที่

สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ดีกว่าการสอนปกติ แต่ไม่พบว่าได้มีการนำมาใช้จริงในทางปฏิบัติ นั่นคือ น่าจะเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึง การสูญเสียในทาง การศึกษาวิจัย สำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งพัฒนาแนวคิดทฤษฎีที่เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา โดยการผสมผสานวิธีการเรียนรู้ตามแบบนักวิทยาศาสตร์ คือการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นธรรมชาติหรืออย่างอิสระ ที่มีการสังเคราะห์เป็นขั้นตอนง่าย ๆ เป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนคำถาม (Question: Q) ที่เป็นเสมือนการตั้งสมมติฐาน เพราะเป็นคำถามลักษณะพิเศษที่มีคำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ซึ่งการเรียนวิทยาศาสตร์ที่พบทั่วไปตามปกติ ไม่มีการฝึกฝนในลักษณะนี้ ดังนั้นขั้นนี้ จึงเป็นจุดเด่นของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ แม้ว่าในช่วงแรก ครูจะต้องช่วยเหลือและ ค่อนข้างยากในการฝึกฝน แต่ต่อมาเริ่มดีขึ้น มีผลทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และเข้าใจเนื้อหาได้ โดยครูไม่ต้องสอนเหมือนปกติ ขั้นการหาคำตอบ (Answer: A) เป็นการร่วมมือช่วยกันวางแผน และลงมือค้นหาคำตอบและสรุปร่วมกัน ตามข้อสงสัยที่อยากรู้ ที่เป็นเป้าหมายของแต่ละกลุ่ม ขั้นนี้ในช่วงแรก เป็น ปัญหาของนักเรียนที่เห็นเป็นเรื่องแปลกไม่เคยเรียนแบบนี้มาก่อน นึกว่าครูไม่สอน ต่อมาเริ่มเข้าใจว่าเป็นวิธีสอน ที่ให้เรียนรู้เองอย่างอิสระ จึงเรียนรู้ด้วยความรู้สึก ผ่อนคลาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขั้นตอนต่อไป คือขั้นการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share: S) เป็นการนำข้อสรุปที่ตนค้นพบ มานำเสนอเต็มเต็มที่กันและกัน ทั้งนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู ช่วยให้อธิบายความเข้าใจซึ่งกันและกัน และสุดท้ายคือขั้นการประเมินตามสภาพจริง (Assessment: A) เป็นการประเมินสรุปทบทวนตนเอง ทำให้เข้าใจข้อบกพร่อง หรือสิ่งที่ตนต้องพัฒนา หรือหาความรู้เพิ่มเติม

2.3 ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์จากบันทึกการเรียนรู้อ การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ รวมทั้งการสังเกต บรรยายภาคีในระหว่างการเรียนการสอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ และร่วมมือปฏิบัติตามรูปแบบ การเรียนการสอนเป็นอย่างดี แม้ว่าในช่วงแรกมีบางคนที่ยังไม่เข้าใจ ต่อมาเมื่อเปิดใจที่จะยอมรับ จึงปฏิบัติตามได้ นั่นคือมีอิสระในการเรียนรู้ เป็นวิธีการสอนที่ดีทำให้นักเรียนได้รู้จักตนเอง สามารถประเมินตนเองได้ว่าตน

ควรเพิ่มเติมในส่วนใด การเปิดโอกาสให้มีอิสระในการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นตัวในการเรียนอยู่ตลอดเวลา การจัดกลุ่มดีมาก มีการแบ่งหน้าที่และช่วยเหลือกันในกลุ่ม ได้ความสามัคคี ครูเป็นกันเองกล้าที่จะถามครูว่าตนรู้สึกดีขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น สามารถอธิบายให้เพื่อนฟังได้ ในท้ายที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่มีการเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน ได้ทั้งความรู้และรู้สึกดีต่อทั้งวิชาเคมีและครู แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ มีผลทำให้ผู้เรียนได้รับ การพัฒนาอย่างเป็นองค์รวม สอดคล้องกับผลการวิจัยของวาริรัตน์ แก้วอุไร (2554) ที่ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ผู้สูง คม แห่ง คุณธรรม ภูมิปัญญา และการเรียนรู้ พบว่าสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนโดยองค์รวม

รูปแบบการเรียนการสอนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นนี้ มีลักษณะโดดเด่นและมีข้อจำกัดที่แตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนอื่น ๆ ดังต่อไปนี้

1) การจัดกลุ่มในการเรียนรู้ ที่มีการคละความสามารถของผู้เรียน โดยจัดตามพื้นฐานความสามารถในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ คือ ผลการเรียนรู้เฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์และรายวิชาเคมี และการจัดให้แต่ละกลุ่มมีโอกาสในการสืบค้นและการเรียนรู้ด้วยความเท่าเทียมกัน เช่น มีอุปกรณ์การสืบค้น ด้วยอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์การคิดคำนวณ และอุปกรณ์การทดลอง ทักษะและความสามารถในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ

2) การจัดชุดสื่อสำหรับการเผชิญปัญหา (A set of confronting materials) ที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในแต่ละแผนการเรียนรู้ ครอบคลุมจำนวนและสะดวกในการนำไปใช้ ซึ่งได้จัดเป็นกรอบแนวทางในการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมเนื้อหาสาระและอาจมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามสภาพการณ์ที่จำเป็น

3) บทบาทของครูที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน และเป็นที่ปรึกษาในการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม รวมทั้งการช่วยเสริมเติมเต็มในแต่ละชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การตั้งคำถามในช่วงแรก ๆ ของการเรียน โดยเฉพาะในแผนแรก ครูต้องนำแต่ละคำถามของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการกำหนดคำถามให้ตรงตามประเด็น หรือครอบคลุมตามสาระ จากนั้นจึงค่อย ๆ ปลอ่ยให้คิดคำถามอย่างอิสระในแผนต่อมา

ขั้นที่ 2 การหาคำตอบ แม้ว่าจะให้มีอิสระในการเลือกวิธีการสืบค้นหาคำตอบแต่ในช่วงแรก ๆ การวางแผนสืบค้นข้อมูล ควรผ่านการปรึกษาครู ซึ่งทำหน้าที่ในการช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการจัดหาสื่ออุปกรณ์ รวมทั้งการช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เนื่องจากรูปแบบนี้เป็นเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งได้มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาและมีชุดสื่อหรือเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่จัดไว้ในแต่ละแผน ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการควบคุมเวลาการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามกำหนด ครูควรนำเสนอชุดสื่อนี้ ในการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อมา เมื่อนักเรียนเริ่มเข้าใจขั้นตอนในการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้แล้ว

ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครูควรให้โอกาสในการแลกเปลี่ยนอย่างทั่วถึงและครบทุกแผน เช่น บางคนชอบพูด ให้ออกมาพูดหน้าชั้นเรียนเพื่อสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนถึงสิ่งที่ได้รับทั้งองค์ความรู้และอื่น ๆ ที่อยากเล่า บางคนชอบเขียนก็ให้เขียนบันทึกการเรียนรู้หรือเขียนเล่าเรื่องราว ครูต้องไม่ด่วนตัดสินหรือชี้ขาดในสิ่งที่นักเรียนสะท้อน หลังจากนั้นครูร่วมแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างเสริมหรือปรับความเข้าใจให้ตรงกัน

ขั้นที่ 4 การประเมินตามสภาพจริง เป็นการให้นักเรียนได้เป็นผู้ประเมินทบทวนตนเอง จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ แต่เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้มีการเรียนรู้ร่วมกันและเสริมเติมเต็มซึ่งกันและกัน ครูจึงควรจัดให้แต่ละกลุ่มมีการเขียนและนำเสนอแผนผังองค์ความรู้ในแต่ละแผนหน้าชั้นเรียนก่อน หลังจากนั้นจึงให้แต่ละคนเขียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ และอาจจะ

ต้องมีการสนทนอย่างไม่เป็นทางการในกลุ่มย่อย เพื่อปรับความเข้าใจระหว่างครูและนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้น่าจะนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นได้ โดยยึดแนวทางดังนี้ 1) การตั้งคำถามที่มีคำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ให้กำหนดประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนและควรมีการนำเสนอทุกคำถาม และมีการจัดกลุ่มคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ 2) การหาคำตอบ ควรให้อิสระในการเลือกวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย และควรแนะนำเสนอวิธีการที่มีความเป็นไปได้ในเวลาที่จำกัด 3) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ควรนำเสนอทั้งองค์ความรู้ของกลุ่มและวิธีเรียนรู้ รวมทั้งความรู้สึกอื่น ๆ เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยครูอาจช่วยเชื่อมโยงเพิ่มเติมและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน 4) การประเมินตามสภาพจริง อาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม และให้นักเรียนมีโอกาสรับปรุงได้

1.2 เนื่องจากทั้งแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นแบบวัดที่นักเรียนต้องใช้ทักษะในการคิดค่อนข้างมาก การทดสอบหลังเรียนจึงไม่ควรสอบวัดผลสัมฤทธิ์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อเนื่องกัน แต่ควรสอบเข้าป้ายหรือแยกสอบอีกวันหนึ่ง

1.3 การเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ ควรแยกเขียนสรุปแผนผังความรู้ กับความรู้ที่อยากบอกครู โดยเขียนแผนผังความรู้หลังเรียนของกลุ่ม นำเสนอหน้าชั้นเรียน อภิปรายร่วมกันทั้งองค์ความรู้ วิธีการเรียนรู้ของกลุ่ม และบทบาทของแต่ละคนในกลุ่ม แล้วจึงให้นักเรียนแต่ละคน เขียนแผนผังความรู้ วิธีการเรียนรู้ของตนในสมุดแบบฝึกหัด ส่วนความรู้ที่อยากบอกครูให้เขียนในกระดาษโดยไม่ต้องระบุชื่อ โดยสามารถเขียนหลังการเรียนในแต่ละครั้งได้ทุกครั้งที่ยเรียน เพื่อเป็นการปรับความรู้สึกหรือความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู ซึ่งบางครั้งนักเรียนอาจต้องการบอกปัญหาในการเรียนหรืออื่น ๆ เพื่อให้ครูได้มีการช่วยเหลือนักเรียนได้ทันการณ์

1.4 การจัดกลุ่มการเรียนรู้ ควรมีการปรับเปลี่ยนบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้

จากการทำงานกลุ่มที่มีความหลากหลาย รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและได้มีปฏิสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบยืนยันถึงคุณภาพของรูปแบบนี้ ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างความเชื่อมั่นต่อการนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะรูปแบบนี้ได้มีการบูรณาการการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่มีครูชี้นำ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตัวอย่างเช่น การนำรูปแบบนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนอื่น การศึกษาเปรียบเทียบกับจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีครูชี้นำซึ่งใช้กันโดยทั่วไป การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ ระหว่างนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ปกติ การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับความเป็น “นักวิจัย” เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หรือความสามารถในการออกแบบการทดลอง จากการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้กับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และห้องเรียนวิทยาศาสตร์ปกติ

2.2 ควรมีการศึกษามลการใช้รูปแบบนี้ ที่เกี่ยวกับด้านความสามารถอื่น ๆ ของนักเรียน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เหมาะสมกับความเป็น “นักวิจัย” โดยการเปรียบเทียบการใช้รูปแบบนี้ในการจัดการเรียนการสอนกับการสอนตามรูปแบบปกติที่ใช้กันทั่วไป

2.3 ควรนำรูปแบบนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ สังคม ฯลฯ เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบอย่างดังกล่าวนี้ให้ในบริบทอื่น ๆ

2.4 ควรจะมีการศึกษามลการใช้รูปแบบนี้ที่คาดว่าจะมีผลต่อนักเรียนในด้านอื่นๆ เช่น สมรรถนะที่จำเป็นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะในการสื่อสาร ทักษะการคิดอื่น ๆ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

2.5 ควรจะมีการศึกษามลการใช้รูปแบบนี้ที่คาดว่าจะส่งผลต่อคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และคุณลักษณะด้านอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ โพธิ์ทอง. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555 จาก <http://22www.thaiedresearch.org2result2info2.php?id=4337>.
- กิตติมา ไกรพิพรรธณ. (2550). การพัฒนาหลักสูตรพหุศาสตร์พื้นฐานสู่การสร้างจิตวิทยาศาสตร์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน: กรณีชุมชนบ้านศิรีวัง อำเภอละหานสะกา จังหวัดนครราชสีมา. ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จริยา ขุนเศรษฐ์. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับแผนภูมิโน้ตสนัที่มีต่อทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ทิตนา ขมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ธัญลักษณ์ เขียวทองอินทร์. (2553). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์กระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ปรีชาญ เดชศรี และปรีชาติ เบ็ญจวรรณ. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ *Trends in International Science Study 2007*. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- ไพโรจน์ ชำนาญ. (2550). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบ 4 MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มานิตย์ คดีพิศาล. (2541). การสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555. จาก <http://22www.thaiedresearch.org2result2info2.php?id=2845>.
- เยาวภา ทองหนา. (2550). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องของแข็ง ของเหลว ก๊าซ โดยใช้กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ลัดดาวัลย์ ไวยสุระสิงห์ และสุภาวดี นพจุจินดา. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีน. สุพรรณบุรี. *วารสารการพยาบาล และการศึกษา*, 2554; 4 (3).
- วรภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2554). สรุปบันทึกสิ่งที่เรียนรู้วิชาเคมี ว 32221 ปีการศึกษา 2554.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2554). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนสู่สังคมแห่งคุณธรรม ภูมิปัญญาและการเรียนรู้. *วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 6(15), มกราคม-เมษายน 2554, หน้า 11-13.
- วรวงษ์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอชิป จิตตฤกษ์ แปล. (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills: Rethinking How Students Learn Edited by James Bellanca and Ron Brandt)*. กรุงเทพฯ : โอเพนเวิลด์ส.

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ(องค์การมหาชน). (2554). รายงานผลการทดสอบระดับชาติ (O-net) ปีการศึกษา 2554.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศรีเมืองการพิมพ์จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สัณห์ หงษ์. (2551). การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2552). จากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสู่ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นวัฒนธรรมทางสังคม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2552; 11 (1).
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). *Theories, principles and laws*. Education in Chemistry, 25, 89-92.
- Bernie Trilling & Charles Fadel. (2010). *21st Century skills : Learning for life in our time*. USA.: Jossey-Bass.
- Bruce Joyce & Marsha Weil. (1980). *Models of teaching*. Prentice-Hall:New Jersey USA. Second edition.
- Decaroll, J. (1973). "What Research Say to Classroom teacher: Critical Thinking". Social Education. January, 37(1): 67-69.
- Dede, C. (2005). *Planning for neomillennial learning styles: Implications for investments in technology and faculty*. In D.G. Oblinger & J.L. Oblinger (Eds.), *Educating the net generation* (pp.226-247). Boulder, CO : EDUCAUSE.
- Feeley. A.J. (1976). *Argumentation and Debate : L Rational Decision Making*. 2nd ed. Beimont: Wadsworth Publishing. C.D., Inc.
- Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1989). *Cooperation and competition : Theory and research*. Edina, MN: Interaction Book Company
- Joyce, B. and Weil, M. (2001). *Models of teaching*. 5th ed. Massachusettes : Allyn and Bacon.
- Wheeler, A.E., & Kass, H. (1978). *Student misconceptions in chemical equilibrium*. Science Education, 62(2), 223-232.
- Young, John-Haiang. (1988). "The Affect of Inquiry and Expository Model of Instruction in large Biology Class of the Junior High School in Taiwan, Roc". *Dissertation Abstracts International*. Vol.49. No.1.