วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 13, No. 2, 2018, pp. 134-148

OJED
An Online Journal
of Education
http://www.edu.chula.ac.th/ojed

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

EFFECTS OF CONTEXTUAL LEARNING USING REACT STRATEGIES ON HIGHER ORDER THINKING ABILITY AND CHEMISTRY ANXIETY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

นายชวิศ สว่างไพศาลกุล *
Chawit Sawangpaisalkul
อ.ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ **
Parinda Limpanont Promratana, Ed.D.
อ.ดร.ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ ***
Nattapong Paiboonvorachat, D.Phil.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ศึกษาความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนโดยเทียบกับเกณฑ์ และ 3) เปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบทดลองเบื้องต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง และแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาคะแนนเกณฑ์โดยใช้สัมประสิทธิ์ฟี ทดสอบสมมติฐาน ด้วยสถิติทดสอบ t-test

ผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่น้อยกว่าเกณฑ์ และความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างลดลงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: chawitscifi@outlook.com
**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: parinda.L@chula.ac.th
***อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: nattapong.p@chula.ac.th
ISSN1905-4491

Abstract

This study aimed to 1) compare the pre-test and post-test scores of higher order thinking ability; 2) compare the post-test score of higher order thinking ability with standard score; and 3) compare chemistry anxiety before and after learning with the REACT strategies of upper secondary school students. This research used a pre-experimental research design. The research instruments were lesson plans on stoichiometry using REACT strategies, higher order thinking ability tests and chemistry anxiety questionnaire. The sample was 39 tenth grade students who studied in the second semester, academic year 2017, from an extra-large school in Phetchabun province. The collected data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation Phi coefficient and t-test. The findings revealed that students' higher order thinking ability after learning on stoichiometry using REACT strategies was higher than before learning at a .05 level of significance but less than the standard score. Also, students' chemistry anxiety was lower than that before learning at a .05 level of significance

คำสำคัญ: กลวิธีรีแอ็คท์/ ความสามารถในการคิดขั้นสูง / ความวิตกกังวลในเคมี
KEYWORDS: REACT STRATEGIES/ HIGHER ORDER THINKING ABILITY/ CHEMISTRY ANXIETY

บทนำ

การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็นเป้าหมายสำคัญ อย่างหนึ่งในการจัดการศึกษา (Zohar & Dori, 2003) เพราะนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดขั้นสูงจะมีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล เหมาะสมและสร้างสรรค์ (Aksela, 2005) อันนำไปสู่การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เกิดการถ่ายโอนความรู้และทักษะไปสู่ภาระงานหรือบริบทอื่นที่หลากหลาย (Adams, 2015) ซึ่ง Brookhart (2010) เสนอมุมมองเกี่ยวกับความหมายของความสามารถในการคิดขั้นสูงว่า เป็นกระบวนการทางพุทธิพิสัย (cognitive process) 3 ขั้นบนสุดตามอนุกรมวิธานของบลูมฉบับแก้ไข (Anderson and others, 2001) ซึ่งประกอบด้วย (1) วิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยและหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้นกับโครงสร้างโดยรวมหรือวัตถุประสงค์ (2) ประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสินบนพื้นฐานของกฎเกณฑ์หรือมาตรฐาน และ (3) สร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการนำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ มารวมกันเพื่อสร้างเป็นสิ่งใหม่ หากนักเรียนขาดความสามารถในการคิดขั้นสูงแล้วอาจส่งผลต่อการเรียนรู้และการนำความรู้หรือทักษะไปใช้เมื่อต้องเผชิญปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้

จากการประเมินผลการศึกษาร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จัดโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) มีลักษณะการวัดและประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดย PISA 2015 มีลักษณะใหม่ที่เรียกว่าความต้องการทางพุทธิพิสัย (Cognitive demand) ซึ่งมีอนุกรมวิธานของบลูมเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนารูปแบบของความต้องการทางพุทธิพิสัย (cognitive demand schemes) การประเมินความสามารถของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความต้องการทางพุทธิพิสัยนี้จะใช้ผ่านคำกริยา เช่น แปลความหมาย วิเคราะห์หรือประเมินค่า เป็นต้น (Organisation for Economic Co-operation Development, 2016) โดยในปี พ.ศ. 2558 ผลการทดสอบข้างต้นของนักเรียนไทย พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD คือ 493 คะแนน และมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปี 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

นอกจากการคิดขั้นสูงแล้ว ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาคือความวิตกกังวล (Huey, 2013) ซึ่งทางการศึกษาได้เริ่มมีความสนใจเกี่ยวกับความวิตกกังวลในวิชาต่าง ๆ โดยจะมีบริบทของวิชาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (Sherman & Wither, 2003) เช่น ความวิตกกังวลในเคมี ซึ่ง Eddy (2000) ได้ให้ความหมายของความวิตกกังวลในเคมีว่า เป็นความกลัวสารเคมี และความกลัววิชาเคมี นักศึกษาหลายคน โดยเฉพาะคนที่มีประสบการณ์ที่ไม่ดีเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาหรือไม่เคยเรียนวิชาเคมีมาก่อน จะมีความวิตกกังวลเมื่อพวกเขาได้ยินคำว่า “เคมี” (Widanski & McCarthy, 2009) ความวิตกกังวลนี้ ส่งผลในทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอย่างมาก (Aris & Siow, 2007) โดย Heuy (2013) ศึกษาความวิตกกังวลในเคมีของกลุ่มนักศึกษา พบว่านักศึกษามีความกังวลเกี่ยวกับการสอบมากที่สุด (3.44) ตามด้วยการจัดการสารเคมี (2.19) และการเรียนรู้ในวิชาเคมี (1.96) ตามลำดับ ในบริบทของประเทศไทย ยังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาความวิตกกังวลในเคมีดังกล่าว แต่จากการสัมภาษณ์ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนเคมี 5 - 10 ปี ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการประเมินผลในวิชาเคมี เพราะคาดหวังที่จะได้คะแนนผลสัมฤทธิ์สูง จึงรู้สึกเครียดและกดดัน (จุฑาลักษณ์ ชูไพรศิริกุล, การสัมภาษณ์, 13 พฤศจิกายน 2560) นอกจากนี้ นักเรียนมักจะรับรู้ว่าวิชาเคมียาก และจะวิตกกังวลเมื่อครูให้ทำโจทย์ที่มีการคำนวณ โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ (อ้อมทิวา บุญโชติ, การสัมภาษณ์, 14 พฤศจิกายน 2560)

จะเห็นได้ว่าความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนยังมีปัญหาอยู่ โดยเฉพาะในการสอนวิชาเคมี เนื่องจากนักเรียนได้รับการสอนเนื้อหาที่ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้กับชีวิตประจำวัน ทำให้ความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลง (Akram, Ijaz & Ikram, 2017) อย่างไรก็ตามมีผู้เสนอแนวการสอนที่ช่วยลดความวิตกกังวลในเคมีโดยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งพบว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและมีความพยายามที่จะเรียนรู้มากขึ้น (Woldeamanuel, Atagana & Engida, 2013) เช่นเดียวกับความสามารถในการคิดขั้นสูง สามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงได้จากการจัดการเรียนการสอน (อภิชา อารุณโรจน์, 2553) โดย F. King, Goodson, and Rohani (1998) เสนอว่า การจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดขั้นสูงจะต้องให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ไม่แน่ใจ สอดคล้องกับอุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555) ที่กล่าวว่าวิธีการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงจะเน้นการให้คิดเกี่ยวกับปัญหาหรือโจทย์ที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ทิศนา แขมมณี (2558) ได้อธิบายกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาการคิดว่า จะใช้วิธีหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการขยายความคิดที่ต่อเนื่องจากความคิดเดิม เช่น เกิดความคิดที่มีความละเอียดกว้างขวาง ลึกซึ้ง ถูกต้องมีเหตุผลและน่าเชื่อถือมากขึ้น หรือให้โอกาสผู้เรียนใช้และแสดงความคิด มีการสรุปและอภิปรายโต้ตอบเกี่ยวกับความคิดที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การจัดการเรียนรู้ผ่านบริบท (Contextual learning) มีแนวการสอนที่อาจช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยลักษณะของการเรียนรู้ผ่านบริบทมีลักษณะสำคัญ (Sears, & Hersh, 1998) คือ 1. มีปัญหาเป็นฐาน โดยการที่ครูตั้งปัญหาที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อขัดแย้ง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด 2. มีการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งมีส่วนช่วยในการขยายความคิดในหลาย ๆ มุมมองผ่านการใช้ความรู้ที่ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ 3) การเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะนำตนเองในการสำรวจ ประเมิน ตอบสนอง ตามแผนการที่ตนสร้างขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถแสดงและใช้ความคิดของตนในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และ 4. มีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยให้

นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนผ่านการอภิปราย โต้ตอบกับเพื่อนสมาชิกคนอื่น ๆ นอกจากนี้ การเรียนรู้ผ่านบริบทยังอาจช่วยลดความวิตกกังวลในเคมีได้ โดยหลักการจัดการเรียนรู้ผ่านบริบทจะมีการสอนที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ครูต้องการจะสอนเข้ากับบริบทในชีวิตของนักเรียนเพื่อสร้างให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายอันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้ (Hull, 1999)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพัฒนาอาชีพ (Center for Occupational Research and Development) หรือ CORD เสนอกลวิธีการสอนผ่านบริบท (Contextual teaching strategies) ที่ถูกใช้โดยครูที่จัดการเรียนการสอนได้ดีในสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ กลวิธีที่ถูกใช้มากที่สุดประกอบด้วย 5 กลวิธี เรียกรวมกันว่ากลวิธีรีแอ็คท์ (REACT strategies) (Crawford, 2001)

กลวิธีรีแอ็คท์ หมายถึง การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบริบท เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน เข้ากับมโนทัศน์ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งบริบทในที่นี้อาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย เป็นสถานการณ์เสมือนจริงหรือสถานการณ์สมมติ (Hull, 1999) ประกอบด้วย 5 กลวิธี ได้แก่ (1) การเชื่อมโยง (2) การสร้างประสบการณ์ (3) การประยุกต์ (4) การร่วมมือ และ (5) การถ่ายโอน (Crawford, 2001) โดย Raub and others (2015) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนที่บูรณาการกลวิธีรีแอ็คท์ร่วมกับบรรยากาศการเรียนรู้เสมือน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนในวิชาเคมี Ültay, Durukan, and Ültay (2015) ศึกษามโนทัศน์เกี่ยวกับสารละลาย โดยใช้ข้อความเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมกับกลวิธีรีแอ็คท์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์ในเรื่องสารละลายก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ Ültay and Çalik (2016) ได้ศึกษาได้ศึกษาผลของการสอนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อเจตคติต่อวิชาเคมีและมโนทัศน์ของนักศึกษาฝึกสอนในเรื่องกรด-เบส พบว่านักศึกษามีการจดจำมโนทัศน์ในเรื่องกรด-เบสได้นานขึ้น

จากงานวิจัยที่ปรากฏ ยังไม่พบการศึกษาในบริบทของนักเรียนไทยในวิชาเคมีว่า กลวิธีรีแอ็คท์ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงและลดความวิตกกังวลในเคมีได้หรือไม่ ทำให้เกิดความสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแหล่งความรู้หนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในรายวิชาเคมีอันนำไปสู่ความสนใจในวิชาเคมีและพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research design) โดยมีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม วัดผลการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีวิธีการเลือกโรงเรียนและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประเภทสหศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 40 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีห้องปฏิบัติการเคมี อีกทั้ง ผู้บริหารและคณาจารย์ของโรงเรียนให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2. การเลือกห้องเรียน เนื่องจากโรงเรียนนี้มีห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่คละความสามารถจำนวน 4 ห้อง จึงได้ทำการทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีของนักเรียนในแต่ละห้องมาคำนวณให้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีเฉลี่ยของห้อง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ด้วยสถิติทดสอบเอฟ (F-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 1

ตาราง 1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเอฟของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้อง

ห้องเรียน	จำนวน (คน)	($\bar{x}$)	**S.D.**	**F-test**
ม. 4/5	39	65.79	5.88	1.579
ม. 4/6	39	69.95	7.66	
ม. 4/7	39	64.51	11.60	
ม. 4/8	38	64.13	21.87	
Levence Statistics		= 7.952*		
Brown-Forsythe Statistics		= 1.555		

*p < .05

ต่อมาได้นำแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีให้นักเรียนทั้ง 4 ห้องทำ คำนวณให้เป็นคะแนนความวิตกกังวลในเคมีเฉลี่ยของแต่ละห้อง คัดเลือกห้องที่มีคะแนนความวิตกกังวลในเคมีเฉลี่ยสูงสุดเป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งคือห้องเรียน ม.4/7 แสดงผลดังตาราง 2

ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความวิตกกังวลในเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้อง

ห้องเรียน	($\bar{x}$)	S.D.
ม. 4/5	97.32	22.10

ห้องเรียน	($\overline{x}$)	S.D.
ม. 4/6	86.83	21.63
ม. 4/7	102.49	20.76
ม. 4/8	93.32	13.27

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง เป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์มีทั้งฉบับก่อนและหลังเรียน ข้อคำถามมีทั้งแบบปรนัย 5 ตัวเลือกและข้อคำถามแบบอัตนัย รวมทั้งหมดจำนวน 14 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง ปรับปรุงจากแนวคิดของ Brookhart (2010) แบ่งเป็น 2 เกณฑ์ตามลักษณะข้อสอบ คือ (1) ข้อสอบปรนัย คะแนนเต็ม 1 คะแนน หากตอบถูกหรือตอบตรงประเด็นได้ 1 คะแนน หากตอบผิด ไม่ได้คะแนน (2) ข้อสอบอัตนัย คะแนนเต็ม 2 คะแนน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนคำตอบ คะแนนเต็ม 0.5 คะแนน หากตอบถูกหรือตอบตรงประเด็น ได้ 0.5 คะแนน หากตอบไม่ถูกหรือตอบไม่ตรงประเด็น ไม่ได้คะแนน และส่วนคำอธิบาย คะแนนเต็ม 1.5 คะแนน หากอธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผลทั้งหมด ได้ 1.5 คะแนน หากอธิบายโดยใช้หลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีเหตุผลเพียงบางส่วน ได้ 0.75 คะแนน และถ้าอธิบายโดยไม่มีหลักเกณฑ์ไม่เหมาะสมหรือไม่มีเหตุผล ไม่ได้คะแนน การหาคุณภาพของเครื่องมือ ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้รับคำแนะนำให้แก้ไขในประเด็นดังนี้ คือ การปรับความยากของสถานการณ์ให้ลดลง ความถูกต้องของเนื้อหา และการเปลี่ยนข้อคำถามให้สื่อความหมาย เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาแล้ว จำนวน 62 คน โดยนำผลการตอบของทั้งสองชั้นเรียนมารวมกัน วิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ พบว่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.53 และค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.25 – 0.77 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งฉบับ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีค่าความเที่ยงอยู่ที่ 0.76 และ 0.86 ตามลำดับ ทดสอบความเป็นคู่ขนานของข้อสอบด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้ค่าเท่ากับ 0.84

2. แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี เป็นแบบวัดฉบับเดียวกันกับที่ใช้ในการเลือกห้องเรียนและใช้ในการวัดความวิตกกังวลในเคมีทั้งก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มีลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตรประมาณค่า (rating scale) โดยปรับปรุงจากมาตรประมาณค่าความวิตกกังวลในวิชาเคมีฉบับพัฒนา (Derived Chemistry Anxiety Rating Scale, DCARS) ของ Eddy (2000) มีจำนวน 36 ข้อความ ช่วงคะแนนของระดับของความวิตกกังวลในเคมี มีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ช่วงคะแนนของความวิตกกังวลในเคมี จากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีจำนวน 36 ข้อ (Eddy, 2000)

ช่วงคะแนน	**ระดับความวิตกกังวลในเคมี**
145 -180	มีความกังวลมากที่สุด
109 - 144	มีความกังวลมาก
73 - 108	มีความกังวลปานกลาง

ช่วงคะแนน	ระดับความวิตกกังวลในเคมี
37 - 72	มีความกังวลเล็กน้อย
36	ไม่มีความกังวล

นำแบบวัดที่ได้ไปหาคุณภาพของเครื่องมือโดยการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้รับคำแนะนำให้แก้ไขคือ ปรับภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้นและสื่อความหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อความตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อปรับภาษาของข้อความบางข้อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 9 แผน ซึ่งมีหัวข้อเรื่องดังนี้ (1) ความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ (2) การเจือจางสารละลาย (3) สมบัติบางประการเกี่ยวกับสารละลาย (4) สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล (5) สมการเคมี (6) มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี (7) ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี (8) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีและ (9) สารกำหนดปริมาณ ใช้เวลาในการสอน 19 คาบ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.66 – 1 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้เป็นตัวอย่างจำนวน 1 แผน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาก่อน เพื่อพิจารณารูปแบบกิจกรรม ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ ก่อนจะปรับปรุงอีกครั้งแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนและกิจกรรมในแต่ละขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ เป็นการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านบริบทในการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป ประกอบด้วย 5 กลวิธี ได้แก่ (1) การเชื่อมโยง หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของประสบการณ์ชีวิตหรือความรู้เดิม โดยการเชื่อมมโนทัศน์ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย จึงทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน (2) การสร้างประสบการณ์ หมายถึง การเรียนรู้โดยการลงมือทำ ผ่านการสำรวจ การค้นพบ และการประดิษฐ์ ซึ่งกิจกรรมอาจจะเป็นลักษณะ กิจกรรมที่ต้องใช้ของจำลอง กิจกรรมที่ต้องแก้ปัญหา และการทดลอง (3) การประยุกต์ หมายถึง การเรียนรู้ด้วยการนำความรู้ไปใช้ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าจำเป็นจะต้องเข้าใจมโนทัศน์ผ่านการมอบหมายแบบฝึกหัดที่มีสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งนักเรียนอาจจะได้เผชิญนอกชั้นเรียน (4) การร่วมมือ หมายถึง การเรียนรู้ในบริบทของการแบ่งปัน การโต้ตอบและการสื่อสารกับนักเรียนคนอื่น ครูใช้การทำงานกลุ่ม ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือการทำกิจกรรมที่ต้องลงมือทำ (5) การถ่ายโอน หมายถึง การใช้ความรู้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์สมมติ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อนในชั้นเรียน

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

1) ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

ก่อนการสอน ผู้วิจัยทำการคัดเลือกห้องเรียนโดยใช้แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนความวิตกกังวลในเคมีสูงสุดแล้ว จึงเก็บข้อมูลของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับก่อนเรียน ใช้เวลาประมาณ 100 นาที

2) การดำเนินการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 19 คาบ คาบละ 50 นาที ระหว่างการทดลองมีการทดสอบย่อยที่วัดความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้ของนักเรียนหลังเรียนในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อใช้ในการอภิปรายผลเพิ่มเติม โดยแบบทดสอบย่อยมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย มีจำนวน 5 ชุด ชุดละ 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแต่ละชุด 10 นาที

3) การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังจากดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความวิตกกังวลในเคมี และแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูงฉบับหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบวัด 20 และ 100 นาที ตามลำดับ

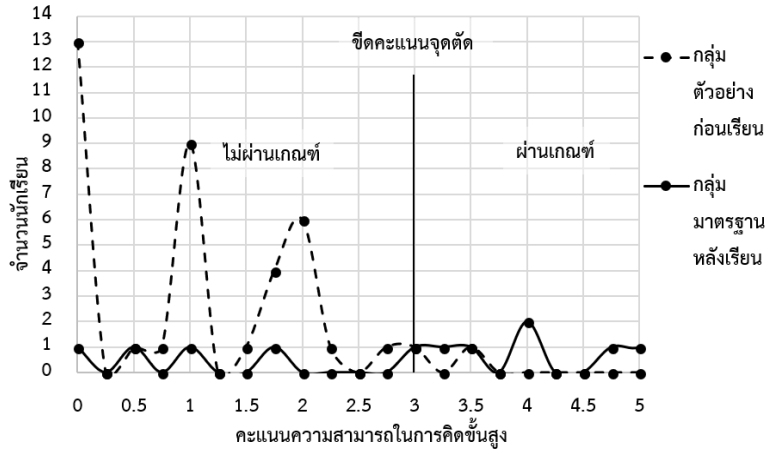
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดขั้นสูง

1.1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (dependent t-test) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูง จากแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ ใช้โดยใช้สถิติทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one-group sample t-test) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 การหาเกณฑ์ของความสามารถในการคิดขั้นสูง ผู้วิจัยใช้วิธีการหาคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ตามวิธีของเบอร์ก โดยการนำคะแนนแจกแจงความถี่ระหว่างกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนกับกลุ่มมาตรฐานหลังเรียน มาสร้างกราฟเพื่อพิจารณาจุดตัด (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539) ได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูง

จากภาพที่ 1 พบว่าคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) คือ 3 คะแนน ดังนั้นจึงนำคะแนนในช่วง 2.5 – 3.5 มาพิจารณาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม ซึ่งตามวิธีของเบอร์กจะใช้ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจและสัมประสิทธิ์ฟีเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539) ดังนี้ (1) ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องสูงสุดคือ จุดตัดนั้นจะต้องจำแนกนักเรียนในกลุ่มมาตรฐานหลังเรียนที่ผ่านเกณฑ์และกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้มีจำนวนมากที่สุด (2) ความน่าจะเป็นในการตัดสินผิดพลาดน้อยที่สุดคือ จุดตัดนั้นจะต้องจำแนกนักเรียนในกลุ่มมาตรฐานหลังเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์และกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนผ่านเกณฑ์ให้มีจำนวนน้อยที่สุด และ (3) สัมประสิทธิ์ฟี (Phi Coefficient : ϕ_{VC}) ซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรของ

แมคนีมา (McNemar's formula) คือจุดตัดนั้นจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ฟีสูงที่สุด (ค่าสูงสุดเข้าใกล้ 1) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539) หากเป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นแสดงว่าจุดตัดนั้นมีความเหมาะสม ผลที่ได้แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงคะแนนจุดตัด ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้อง ความน่าจะเป็นในการตัดสินผิดพลาด และสัมประสิทธิ์ฟีของความสามารถในการคิดขั้นสูง

คะแนนจุดตัด	ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้อง	ความน่าจะเป็นในการตัดสินผิดพลาด	สัมประสิทธิ์ฟี
2.5	0.92	0.08	0.84
2.75	0.92	0.08	0.84
3	0.93	0.07	0.86
3.25*	0.93	0.07	0.87
3.5	0.92	0.08	0.85

จากตาราง 4 พบว่าคะแนน 3 และ 3.25 มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 0.93 และความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากันคือ 0.07 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ฟีของคะแนน 3.25 มีค่ามากที่สุด คือ 0.87 ในขณะที่คะแนน 3 มีค่าเท่ากับ 0.86 ดังนั้นดังนั้นคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมคือ 3.25 คะแนน ซึ่งถือเป็นคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมี

2.1) คำนวณคะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการตอบแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2) นำคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความวิตกกังวลในเคมีของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์หลังเรียนและก่อนเรียน ไปทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที ที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test dependent) กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ประเด็นดังนี้

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าทีของกลุ่มตัวอย่างแบบไม่อิสระ (dependent t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังเรียน

ความสามารถในการคิดขั้นสูง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	20	1.08	0.98	3.594*
คะแนนหลังเรียน	20	1.87	1.01	

*$p < .05$

จากตาราง 5 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงก่อนเรียนอยู่ที่ 1.08 คะแนน ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนอยู่ที่ 1.87 คะแนน

2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์กับคะแนนเกณฑ์ ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนเกณฑ์และค่าทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถในการคิดขั้นสูง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	เกณฑ์	t
คะแนนหลังเรียน	20	1.87	1.01	3.25	-8.484*

*$p < .05$

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียน 1.87 คะแนน ในขณะที่คะแนนเกณฑ์อยู่ที่ 3.25 คะแนน

3) การเปรียบเทียบความวิตกกังวลในเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์ ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าทีของกลุ่มตัวอย่างแบบไม่อิสระ (dependent t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังเรียน

ความวิตกกังวลในเคมี		$\bar{x}$	S.D.	t
1. ด้านการเรียนรู้ในวิชาเคมี	ก่อนเรียน	38.28	9.38	-2.97*
	หลังเรียน	32.67	7.42	
2. ด้านการประเมินผลในวิชาเคมี	ก่อนเรียน	31.70	6.85	-7.26*
	หลังเรียน	22.26	6.47	
3. ด้านการจัดการกับสารเคมี	ก่อนเรียน	32.44	8.24	-6.73*
	หลังเรียน	21.41	6.77	
คะแนนรวม	ก่อนเรียน	102.49	20.76	-6.55*
	หลังเรียน	76.33	16.96	

*$p < .05$

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีโดยรวมหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมของความวิตกกังวลในเคมีก่อนเรียนเท่ากับ 102.49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนเท่ากับ 76.33 คะแนน นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ (1) ด้านการเรียนรู้ในวิชาเคมี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 38.28 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 32.67 คะแนน (2) ด้านการประเมินผลในวิชาเคมี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 31.70 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 22.26 คะแนน และ (3) ด้านการจัดการกับสารเคมี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อน

เรียนเท่ากับ 32.44 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 21.41 คะแนน ซึ่งระดับของความวิตกกังวลในเคมีอยู่ในระดับปานกลาง

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ที่มีต่อความสามารถในการคิดขั้นสูงและความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการจัดการเรียนการสอนช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดขั้นสูงและลดความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนได้ โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดขั้นสูง

จากผลการวิจัย พิจารณาความสามารถในการคิดขั้นสูงเป็น 2 ประเด็นได้ดังนี้

1.1 ความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การเชื่อมโยง ครูเสนอบริบทที่นักเรียนคุ้ยเคยร่วมกับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดด้วยการให้เปรียบเทียบ สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ ซึ่งตรงกับลักษณะของการวิเคราะห์ เช่น ให้นักเรียนคำนวณปริมาตรของนมร้อนที่ต้องเติมในนมชมพูที่ชงมาผิดพลาด ให้มีระดับความหวานตามต้องการ การให้นักเรียนเรียนรู้สมการเคมีโดยเริ่มต้นจากสมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น สอดคล้องกับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ที่มีแนวคิดว่า เมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาเดิมของตน (Cognitive structure) โครงสร้างทางปัญญาที่ถูกขยายออกนี้เป็นผลมาจากการคิด (mental effort)

การสร้างประสบการณ์ นักเรียนได้ลงมือค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และสร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง ซึ่งตรงกับลักษณะของการสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ Brookhart (2010) ที่กล่าวว่าการทดลองที่สร้างขึ้นมาใหม่ (original experiment) เพื่อทดสอบสมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่งโดยเฉพาะนั้น จำเป็นต้องใช้การสร้างสรรค์ในการออกแบบการทดลอง

การประยุกต์ ครูใช้แบบฝึกหัดในลักษณะของโจทย์ปัญหาเชิงสถานการณ์ โดยบางปัญหานักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกคำตอบโดยเทียบกับมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่ได้รับ อันตรงกับลักษณะของการประเมินค่า เช่น นักเรียนเป็นนักสิ่งแวดล้อมที่ต้องเสนอความคิดเห็นให้กับเจ้าของนิคมอุตสาหกรรมที่เป็นผู้ว่าจ้างนักเรียนให้รับทราบเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการปล่อยแก๊สของโรงงาน ซึ่งช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถในประเมินค่าและการตัดสินใจ

การร่วมมือ นักเรียนร่วมเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยนักเรียนจะต้องประเมินข้อดีข้อด้อยในคำตอบของแต่ละคน และตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นคำตอบของกลุ่ม ตรงกับลักษณะของการประเมินค่า เช่น นักเรียนเป็นวิศวกรที่ต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดลองว่าเพียงพอในการหามวลสูตรของสาร X หรือไม่ โดยตรวจสอบกับคุณภาพและปริมาณของข้อมูลที่ได้รับ

การถ่ายโอน นักเรียนจะต้องเผชิญกับคำถามเพื่อให้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ ซึ่งคำถามหรือปัญหาในการถ่ายโอนอาจจะไม่ได้เคยปรากฏอยู่ในชั้นเรียนหรือเป็นสถานการณ์ที่ครูสมมติขึ้น ซึ่งอาจมีความซับซ้อน นักเรียนจะได้คาดคะเนคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งตรงกับลักษณะของการสร้างสรรค์ เช่น การใช้ความรู้เรื่องตัวกำหนดปริมาณแซนวิชจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำไป ตอบคำถามในการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี สอดคล้องกับอุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555) ที่กล่าวว่าวิธีการพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงจะเน้นการให้คิดเกี่ยวกับปัญหาหรือโจทย์ที่มีความซับซ้อน

1.2 ความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีรีแอ็คท์เทียบกับเกณฑ์ พบว่ามีค่าน้อยกว่า ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งมีสาเหตุจากความสามารถระหว่างนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและนักเรียนกลุ่มมาตรฐานมีความแตกต่างกันมาก พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังของนักเรียนกลุ่มมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.06 คะแนน ในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 1.87 คะแนน นอกจากนี้อีกสาเหตุหนึ่งคือการคิดขั้นพื้นฐานของนักเรียนไม่เพียงพอต่อการใช้เป็นฐานให้กับการคิดขั้นสูงให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ดังพบได้จากผลการทดสอบความคิดขั้นพื้นฐานหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11 จึงเป็นสาเหตุว่าความสามารถในการคิดขั้นสูงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างพัฒนาไปไม่ถึงเกณฑ์ สอดคล้องกับ Mainali (2013) ที่กล่าวว่าการคิดขั้นพื้นฐานอันได้แก่ จำ เข้าใจ และนำไปใช้ เป็นสิ่งจำเป็นในการเป็นฐานให้กับการบรรลุความสามารถในการคิดขั้นสูง เช่นเดียวกับ Shadreck and Enunuwe (2017) ที่กล่าวว่าในเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนจำเป็นจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางเคมีบางอย่างมาก่อน เช่น โมล รวมทั้งมีความสามารถในการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อให้แก้ปัญหาในโจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

2. ความวิตกกังวลในเคมี

จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความวิตกกังวลในเคมีหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีรีแอ็คท์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จากกลวิธีของการเชื่อมโยงและการประยุกต์ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ (Hull, 1999 and Crawford, 2001) นักเรียนเกิดการรับรู้ว่าวิชาเคมีมีความสำคัญมากขึ้น (Aksela, 2005) เช่น กิจกรรมการหาสูตรเอมพิริคัลผ่านบริบทที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเหมืองแร่ในจังหวัดของนักเรียน นักเรียนบางส่วนตระหนักถึงปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเคมี ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาต่อในอนาคต นอกจากนี้กลวิธีการสร้างประสบการณ์ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเคมีที่เป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเข้าใจได้ง่ายขึ้น (Aksela, 2005) จากการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนหลังเรียน นักเรียนให้ความเห็นว่า *“...ชอบเรียนเพราะได้สัมผัสจริง ทำให้เรามีจินตนาการตอนทำข้อสอบเนื่องจากเราเคยทำจริง ๆ มาแล้ว เราก็จะนึกภาพออกตามได้ ชอบทุกกิจกรรม สนุกทุกอัน...”* อีกทั้งในกลวิธีการถ่ายโอนและกลวิธีการร่วมมือ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาจากบริบทที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้นักเรียนทราบและรับรู้ว่าเพื่อนในห้องอาจจะไม่รู้ในบางเรื่องเช่นเดียวกับตน และตนไม่ได้ประสบปัญหานั้นแต่ผู้เดียว ทำให้นักเรียนมีความพยายามและกล้าแก้ปัญหามากขึ้น (Hull, 1999 and Crawford, 2001) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabiru (2014) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าความวิตกกังวลในเคมีของนักเรียนลดลง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยในครั้งนี้ หากครูผู้สอนนำผลการวิจัยไปใช้ ควรคำนึงถึง

1) แผนการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องหนึ่ง ๆ ที่ใช้บริบทจำนวนมาก อาจก่อให้เกิดความสับสนกับนักเรียนที่ยังไม่สามารถสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องที่สอนได้ นักเรียนจะประสบปัญหาในการนำความรู้ไปใช้ในการประยุกต์และการถ่ายโอน ดังนั้นอาจใช้กลวิธีรีแอ็คท์ในลักษณะของธีม (Theme)

คือเสนอบริบทใหญ่บริบทเดียวในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เปลี่ยนจากการใช้บริบทที่หลากหลายเป็นการพิจารณาจากมุมมองต่าง ๆ ในแต่ละกลวิธีแทน

2) การนำกลวิธีรีแอ็คท์ไปใช้พัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง อาจเลือกใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีการคิดขั้นพื้นฐานเพียงพอแล้ว

3) สถานการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่นในกลวิธีการประยุกต์หรือถ่ายโอน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอาจติดขัดในการคิด ครูอาจช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มนี้เพิ่มเติม เช่น ให้นักเรียนสังเกตและค้นหาข้อมูลที่สำคัญจากสถานการณ์ หรือถามให้นักเรียนระลึกถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา หรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ให้ดู เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การประเมินความสามารถในการคิดขั้นสูงอาจใช้เครื่องมือในลักษณะอื่น ๆ นอกเหนือจากแบบทดสอบร่วมด้วย เพื่อให้วัดได้ตรงกับลักษณะความสามารถในการคิดของผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งในแต่ละคนอาจแสดงออกผ่านพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มการประเมินตามสภาพจริง การทำแฟ้มสะสมงาน การสัมภาษณ์ร่วมกับการทำแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบในการวิจัยอาจปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นด้วยการปรับโครงสร้างข้อสอบให้เป็นแบบอธิบายเหตุผลสั้น ๆ และลดความซับซ้อนของสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือปรับเนื้อความในสถานการณ์ให้สั้นและกระชับยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทิศนา แขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 2*. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. สืบค้นจาก http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport.

อภิชา อารุณโรจน์. (2553). *อิทธิพลของคุณลักษณะผู้เรียน และการจัดการเรียนการสอนที่มีต่อการคิดขั้นสูงที่ส่งผ่านการคิดขั้นต้น : การวิเคราะห์อภิมาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/19950

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). *ทักษะความคิด : พัฒนาอย่างไร*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.

ภาษาอังกฤษ

Adams, N. E. (2015). Bloom’s taxonomy of cognitive learning objectives. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, *103*(3), 152.

Akram, T. M., Ijaz, A., & Ikram, H. (2017). Exploring the factors responsible for declining students' Interest in chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, *7*(2), 88.

Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach.* (academic dissertation University of Helsinki).

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition. *White Plains, NY: Longman*.

Aris, S. R. S., & Siow, H. L. (2007). Relationship between Chemistry Anxiety and Achievement in Chemical Bonding Among Electrical Engineering Students. *International Journal of Learning*, *14*(6).

Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. ASCD.

Crawford, M. L. (2001). Teaching contextually: Research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement in mathematics and science. *Texas: CORD*.

Eddy, R. M. (2000). Chemophobia in the college classroom: Extent, sources, and student characteristics. *Journal of Chemical Education*, *77*(4), 514.

Huey, C. C. S. (2013). Assessment of chemistry anxiety among college students. *Chemistry Education and Sustainability in the Global Age*, 27-34.

Hull, D. (1999). Teaching science contextually: The cornerstone of tech prep. USA: Cord Communication.

King, F., Goodson, L., & Rohani, F. (2010). *Higher order thinking skills: Definition, teaching strategies, assessment*. Retrieved from https://informationtips.files.wordpress.com/2016/02/higher-order-thinking-skills_.pdf

Mainali, B. P. (2013). Higher order thinking in education. *Academic Voices: A Multidisciplinary Journal, 2*(1), 5-10.

Organisation for Economic Co-operation Development. (2016). *PISA 2015 Assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*.

Retrieved from http://www.provincia.bz.it/servizio-valutazione-italiano/download/pisa_2015_framework_def.pdf

Raub, L. A., Shukor, N. A., Arshad, M. Y., & Rosli, M. S. (2015). An integrated model to implement contextual learning with virtual learning environment for promoting higher order thinking skills in Malaysian secondary schools. *International Education Studies*, *8*(13), 41.

Sabiru, D. Y. (2014). Effects of collaborative learning on chemistry students' Academic achievement and anxiety level in balancing chemical Equations in secondary school in Katsina Metropolis, Nigeria. *Journal of Education and Vocational Research*, *5*(2), 43-48.

Sears, S. J. & Hersh, S. B. (1998). Contextual teaching and learning: An overview of the project. *Contextual Teaching and Learning: Preparing Teachers to Enhance Student Success in and Beyond School. 376*. 1-19. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED427263.pdf

Shadreck, M., & Enunuwe, O. C. (2017). Problem solving instruction for overcoming students' difficulties in stoichiometric problems. *Acta Didactica Napocensia, 10*(4), 69-78.

Sherman, B. F., & Wither, D. P. (2003). Mathematics anxiety and mathematics achievement. *Mathematics Education Research Journal*, *15*(2), 138-150.

Ültay, N., & Çalik, M. (2016). A comparison of different teaching designs of' acids and bases' subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *12*(1). 57-86. Retrieved from http://www.ejmste.com/A-Comparison-of-Different-Teaching-Designs-of-Acids-and-Bases-Subject,51565,0,2.html

Ültay, N., Durukan, Ü. G., & Ültay, E. (2015). Evaluation of the effectiveness of conceptual change texts in the REACT strategy. *Chemistry Education Research and Practice*, *16*(1), 22-38.

Widanski, B. B., & McCarthy, W. C. (2009). Assessment of chemistry anxiety in a two-year college. *Journal of Chemical Education*, *86*(12), 1447.

Woldeamanuel, M., Atagana, H., & Engida, T. (2013). Students' anxiety towards the learning of chemistry in some Ethiopian Universities. *African Journal of Chemical Education*, *3*(2), 28-38.

Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive?. *The journal of the learning sciences*, *12*(2), 145-181.