



การพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่อง สารละลายของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท

The Development of Conceptual Transferability of Grade 8 Student in the Topic of Solutions

Using Context - Based Learning

เอกภูมิ จันทรชันทิ¹ ญาณิศา ทรัพย์สิน^{2*} และ เยาวดี จันทรนามอม³

Ekgapoom Jantarakantee¹ Yanisa Subsin^{2*} and Yaowadi Jannamom³

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่อง สารละลาย และค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทที่สามารถพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนสตรีแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดนทบุรี จังหวัดนนทบุรี เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการนิเทศ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสถิติเชิงบรรยาย ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดในแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยองค์ประกอบที่ 1 ความเข้าใจในแนวคิด และองค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจนำแนวคิดไปใช้อย่างเป็นเหตุเป็นผลอยู่ในระดับดี แต่องค์ประกอบที่ 2 การเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ใหม่ นักเรียนมีการพัฒนาอยู่ในระดับพอใช้ สำหรับแนวปฏิบัติที่ดีที่ค้นพบ คือ 1) ควรสอดแทรกแนวคิดคลาดเคลื่อนในชั้นกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย และนำไปสู่การลงมือสำรวจตรวจสอบ 2) ควรใช้สื่อการทดลองออนไลน์ร่วมกับการถามคำถามชักใช้ความคิด เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการเชื่อมโยงความรู้ไปยังสถานการณ์อื่น ๆ 3) เรียงลำดับเนื้อหาโดยเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม 4) ใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนร่วมกับการเล่าเรื่องประกอบสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท, ความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด, สารละลาย

Article Info: Received 30 September, 2021; Received in revised form 4 November, 2021; Accepted 14 November, 2021

¹ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล : feduepj@ku.ac.th

Lecturer in Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University Email: feduepj@ku.ac.th

² นิสิตศึกษาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีเมล : yanisa.subs@ku.th

Undergraduate Student in Department of Education Faculty of Education, Kasetsart University Email: yanisa.subs@ku.th

³ ครูระดับปฏิบัติการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีนนทบุรี อีเมล : youwadee2533@gmail.com

Practitioner Level in Department of science and technology Satrinonthaburi School Email: youwadee2533@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

The purposes of this classroom action research were to: 1) develop students' conceptual transferability about solutions using context-based learning and 2) find the best practice to develop conceptual transferability in the topic of solutions using context-based learning. The research participants were 30 grade 8 students in a girl's school of the Secondary Educational Service Area Office, Nonthaburi. The data were collected from 1) conceptual transferability test, 2) teacher's journal, 3) advisor's supervision journal, and 4) student's semi-structured interview. The data were analyzed using descriptive statistics and content analysis. The results showed that the students had conceptual transferability for each component at a variety of levels. The component of understanding the concept and deciding to apply the concept was developed to a good level, but the component which required the students to link concept in a new situation was developed to a fair level. The study showed that the best practices to develop conceptual transferability in the topic of solutions using context-based learning were: 1) integrating misconceptions into the situation on setting focal event step for promoting students' suspicion and leading them to investigate further; 2) Using an online laboratory accompanied with probing questions to promote understanding of a scientific concept, and link the knowledge to other similar situations; 3) Teaching sequentially from the concrete concepts to abstract concepts; 4) Using daily situations accompanied by storytelling to encourage the students to apply their knowledge further in similar situations using the reasoning developed from learned concepts.

Keywords: context-based learning, conceptual transferability, solutions

บทนำ

ผลการทดสอบของนักเรียนไทยจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (program for international student assessment หรือ PISA) ในปี 2015 ซึ่งเป็นปีที่เน้นการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานซึ่งอยู่ที่ 493 คะแนน จากผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังขาดความเข้าใจ ข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงขาดความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนเข้ากับประเด็นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ผลการทดสอบ PISA ที่อยู่ในระดับต่ำสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีความคาดหวังที่จะทำงานทางด้านนี้น้อยมาก (OECD, 2016) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศได้ เนื่องจากการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าได้นั้นจะต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ ซึ่งการจะแก้ไขปัญหาได้นั้น ควรจะเริ่มจากพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจนสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนเข้ากับประเด็นในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น

การปฏิบัติการสอนของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ นักเรียนไม่สามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงเข้ากับบริบทรอบตัวอื่น ๆ ได้ สังเกตได้จากผลการทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ผ่านมา ในเรื่องพลังงานกล ซึ่งผู้วิจัยสอนโดยให้นักเรียนดูภาพวัตถุตกจากที่สูง

แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า วัตถุแต่ละตำแหน่งมีพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มาเกี่ยวข้องอย่างไร แต่ในการสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยเปลี่ยนสถานการณ์ให้นักเรียนอธิบายลูกมะพร้าวที่ตกลงมาจากยอดมะพร้าวว่าเกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์และพลังงานศักย์อย่างไร พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ ส่วนใหญ่นักเรียนจะตอบว่า บริเวณที่สูงจากพื้นพลังงานศักย์และพลังงานจลน์เป็นศูนย์ เพราะวัตถุหยุดนิ่ง ซึ่งเหตุการณ์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นในหลายเนื้อหาทั้งเรื่องความดันของของเหลว ความ และการแยกสารผสม

ปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวและพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการขาดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียนของผู้วิจัยได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาความรู้ที่เรียนเข้ากับสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (ราชศักดิ์ สว่างแวว, 2559) ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้อยู่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง และสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้ (ชรินดา สุขแสนชนานนท์, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนกำหนดสถานการณ์ (setting focal event) 2) ขั้นตอนมือปฏิบัติ (learning task) 3) ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (learning key concept) และ 4) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (recontextualize) (Gilbert, 2006) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทนั้น ยังมีลักษณะสำคัญที่สามารถช่วยพัฒนาองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียน คือ การอธิบายบริบทหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ซึ่งน่าจะช่วยส่งผลให้คะแนนผลการทดสอบจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท
2. เพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดเรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งมีการวิจัยเป็นวงรอบ ตามขั้นตอนของวงจร PAOR (plan, act, observe, reflect) plan หมายถึง การวางแผนการปฏิบัติงานวิจัย act หมายถึง การปฏิบัติหรือการดำเนินงานวิจัยตามที่วางแผนไว้ observe หมายถึง การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และ reflect หมายถึง การสะท้อนความคิดต่อผลการปฏิบัติงานว่า การจัดการเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ สำหรับนำไปใช้วางแผนเพื่อพัฒนาในวงจรต่อไป (Kemmis et al., 2014) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วงจรดังกล่าวจำนวน 4 วงรอบ วงรอบละ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 2 คาบ รวม 8 คาบ ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง ประเภทของสารละลาย พลังงานกับการละลายของสาร สภาพการละลายได้ของสาร และความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสตรีแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีนิสัยร่าเริง ช่างพูดช่างถาม ชื่นชอบที่จะฟังเรื่องเล่าเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ มีพื้นฐาน

การคำนวณค่อนข้างต่ำ มองว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากและไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ กลุ่มเป้าหมายได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดจำนวน 4 ชุด ซึ่งแต่ละแบบวัดประกอบด้วยคำถามปลายเปิดทั้งหมด 3 ข้อ เพื่อวัดในแต่ละองค์ประกอบของการถ่ายโอนแนวคิด คือ ความเข้าใจในแนวคิด การเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ใหม่ และการตัดสินใจนำแนวคิดไปใช้ประโยชน์ โดยคะแนนเต็มแต่ละองค์ประกอบ คือ 3 คะแนน ทำให้คะแนนรวมของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดแต่ละชุด คือ 9 คะแนน แบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดแต่ละชุดมีรายละเอียด ได้แก่ ชุดที่ 1 วัดแนวคิดเกี่ยวกับนิยามของสารละลาย ที่กล่าวว่า สารละลายคือสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีปริมาณมากเรียกว่าตัวทำละลาย กับส่วนที่มีปริมาณน้อยกว่าเรียกว่าตัวถูกละลาย ชุดที่ 2 วัดแนวคิดเกี่ยวกับการละลายของสารกับพลังงาน กล่าวคือ การละลายของสารนั้นจะมีการถ่ายโอนพลังงานในรูปของการดูดพลังงานหรือการคายพลังงานมาเกี่ยวข้อง ขึ้นอยู่กับทิศทางการถ่ายโอนพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมว่าจะทำให้ปฏิกิริยานั้นเกิดการละลายประเภทคายความร้อนหรือดูดความร้อน ชุดที่ 3 วัดแนวคิดเกี่ยวกับสภาพการละลายได้ของสารและปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร คือ อุณหภูมิ ชนิดของตัวถูกละลาย ชนิดของตัวทำละลาย ปริมาณของตัวทำละลาย และความดัน และชุดที่ 4 วัดแนวคิดเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย โดยแนวคิดสำคัญคือ ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละเป็นการระบุปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลายโดยเทียบจากสารละลายจำนวน 100 หน่วย โดยจะมีด้วยกัน 3 แบบคือร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

ผู้วิจัยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดแต่ละชุด 40 นาที ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC มีค่าอยู่ในช่วง .67 ถึง 1.0) ส่วนแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง ประเด็นการบันทึกและข้อคำถามทุกข้อให้ผลการวัดที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC มีค่าเท่ากับ 1.0)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่านให้ข้อเสนอแนะ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทเพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียน รวมทั้งแนวทางการวัดและประเมินผล

3. ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทให้แก่ นักเรียนจำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ (8 คาบ) โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด พร้อมทั้งสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนรายบุคคลที่เป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 1 คน ร่วมกับการจดบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ปัญหาในแต่ละวงรอบของการทำวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียน มาเรียงลำดับจากเลขที่น้อยไปมาก จากนั้นกำหนดรหัสเพื่อเป็นตัวแทนของนักเรียนแต่ละคน และเริ่มวิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้และตีค่าออกมาเป็นคะแนน จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยรายแบบวัดของความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด แล้วนำข้อมูลมาแปลผลให้อยู่ในรูปของแผนภูมิแท่ง เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาพัฒนาการของนักเรียน ในส่วนของการค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้

แบบอิงบริบท เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่องสารละลายของนักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์ แบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและจัดกลุ่มคำตอบออกเป็นประเด็น (theme)

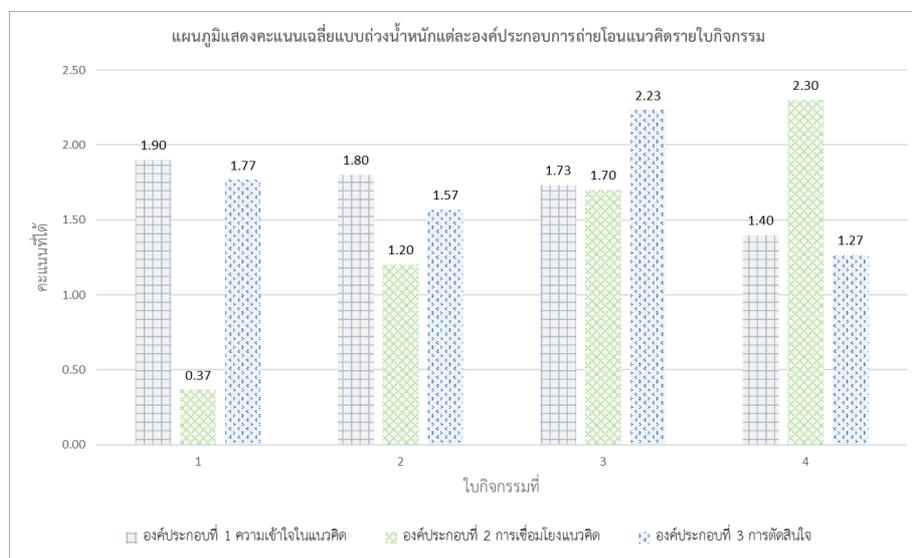
ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท สามารถแสดงได้ดังภาพ 1

ภาพ 1

แผนภูมิแสดงคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบของการถ่ายโอนแนวคิดในแต่ละแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด



ข้อมูลจากแผนภูมิ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 ความเข้าใจในแนวคิด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 1.90 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.40 คะแนนในแบบวัดชุดที่ 4 องค์ประกอบที่ 2 การเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ใหม่ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 2.30 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.37 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 1 และองค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจนำแนวคิดไปใช้ประโยชน์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 2.23 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 3 และคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.27 คะแนนในแบบวัดชุดที่ 4 จากภาพรวมของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบที่แสดงออกมานั้น แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1

คะแนนเฉลี่ยความสามารถรายองค์ประกอบของความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด

แบบวัดความสามารถชุดที่	คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบที่			คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด
	1	2	3	
1	1.90	0.37	1.77	1.34
2	1.80	1.20	1.57	1.52
3	1.73	1.70	2.23	1.89
4	1.40	2.30	1.27	1.66
เฉลี่ยรายองค์ประกอบ	1.71	1.39	1.71	1.60

ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดความสามารถชุดที่ 1 ซึ่งวัดแนวคิดเกี่ยวกับนิยามของสารละลาย ผู้วิจัยให้นักเรียนถ่ายโอนแนวคิด จากการระบุว่า มีสารใดเป็นสารละลายบ้าง ในบริบทการไปรับประทานอาหารที่ร้านอาหาร และการให้นักเรียนระบุตัวละลาย ตัวทำละลาย และสารละลายจากบริบทการไปเยี่ยมชมโรงงานที่สาธิตการทำสารละลายยาก พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด 1.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน

แบบวัดความสามารถชุดที่ 2 วัดแนวคิดเกี่ยวกับการละลายของสารกับพลังงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนถ่ายโอนแนวคิดจากบริบทการทดลองเสมือน (simulation) การละลายของสารละลายซีเรียมซัลเฟตและการละลายของสารละลายโซเดียมไนเตรตที่มีการละลายแบบคายพลังงาน และการให้นักเรียนอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดการระเบิดของซังโครก อันเนื่องมาจากการเทโซดาไฟจำนวนมากลงไปในซังโครก เพื่อลดการอุดตันของซังโครก พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด 1.52 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน

แบบวัดความสามารถชุดที่ 3 วัดแนวคิดเกี่ยวกับสภาพการละลายได้ของสารและปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร ผู้วิจัยให้นักเรียนถ่ายโอนแนวคิดโดยให้นักเรียนระบุว่า ชนิดของตัวละลายและชนิดของตัวทำละลาย มีผลต่อสภาพการละลายได้ของสารอย่างไร ในบริบทการผสมสีชนิดต่าง ๆ เพื่อทำสแตนด์เชียร์กีฬาสีของนักเรียน และการให้นักเรียนระบุว่า ชนิดของตัวละลายและชนิดของตัวทำละลายมีผลอย่างไรจากบริบทของการที่คนพยายามใช้น้ำเปล่ามาล้างสีทาเล็บสีแดงของตนเอง แต่ไม่ประสบความสำเร็จ บริบทการเติมเครื่องปรุงระงับหมิ่นน้ำเย็นและบริบทการเลือกน้ำอัดลมที่มีความซ่ามากที่สุด พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด 1.89 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน

แบบวัดความสามารถชุดที่ 4 วัดแนวคิดเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลาย โดยผู้วิจัยให้นักเรียนถ่ายโอนแนวคิดจากบริบทการชงเครื่องดื่มโอวัลตินกับการให้นักเรียนระบุความเข้มข้นของสารละลายแอลกอฮอล์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด 1.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนเข้ากับบริบทใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไปจากเดิม สอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยได้สะท้อนไว้ในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ “นักเรียนมีการนำแนวคิดที่เรียนมาพูดคุยในชีวิตประจำวันมากขึ้น แม้จะเป็นการคุยเล่นกันธรรมดาก็ตาม เช่น ในขณะที่ผู้วิจัยกำลังนั่งดื่มชาดำเย็นในโรงอาหารของโรงเรียนอยู่นั้น มีนักเรียนกลุ่มหนึ่งเดินเข้ามาถามว่าเครื่องดื่มที่ผู้วิจัยกำลังดื่มนั้นเป็นสารละลายใช่หรือไม่” (บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) หรือในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่พูดถึงชนิดของตัวละลายและชนิดของตัวทำละลายที่มีผลต่อการละลายได้ของสาร โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างถึงสีประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำสแตนด์เชียร์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดและพูดคุยกันเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ถึงความแตกต่างระหว่างสีทาบ้านที่คุณพ่อใช้กับสีน้ำที่นักเรียนใช้ในวิชาศิลปะ (บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) ซึ่งผู้วิจัยมองว่าสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของการแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดและการเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งในอนาคต

หากมีสถานการณ์ให้นักเรียนต้องตัดสินใจ นักเรียนก็จะสามารถนำความเข้าใจในแนวคิดที่มีไปใช้ตัดสินใจให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้

ตอนที่ 2 จากการทำกรวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบทเพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด เรื่อง สารละลาย มีดังนี้

1. นำสถานการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจและพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันมาใช้กระตุ้นความสนใจ และสอดแทรกแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้ในสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อให้ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การลงมือสำรวจตรวจสอบซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีนี้มาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดของสารละลาย ที่มีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในแนวคิดค่อนข้างสูง เนื่องจากผู้วิจัยให้นักเรียนระบุสารละลายทั้งหมดที่พบในสถานการณ์เกี่ยวกับการไปรับประทานอาหารกับคนรักมากกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยสมมติเหตุการณ์ว่า นักเรียนกำลังนั่งดินเนอร์ภายใต้แสงเทียน ซึ่งตั้งอยู่บนเชิงเทียนที่ทำมาจากทองเหลือง พร้อมทั้งจับไวน์อุ่น แต่จู่ ๆ นักเรียนนึกขึ้นมาได้ว่า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นเป็นสิ่งไม่ดี นักเรียนจึงสั่งโซดาตามดื่มแทน หลังจากที่ดื่มโซดาแล้วนักเรียนรู้สึกวุ่นวายเกินไป นักเรียนจึงหยุดดื่มโซดา และสั่งนมสดร้อนมาดื่มพร้อมกับสูดหายใจเข้าออกลึก ๆ เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ร่างกาย จากสถานการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า มีการสอดแทรกแนวคิดคลาดเคลื่อนไว้โดยกล่าวถึงนม ซึ่งนมไม่ใช่สารละลายแต่เป็นสารประเภทคอลลอยด์ เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า นมเป็นสารละลายและไม่คิดว่าทองเหลืองเป็นสารละลาย จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการเฉลยคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีสารละลาย 5 ชนิด ได้แก่ โซดา ไวน์ อากาศ เทียนไข และทองเหลือง ทำให้นักเรียนเกิดคำถามขึ้นมากมาย เช่น “อากาศและทองเหลืองเป็นสารละลายได้ด้วยหรือ” “ทำไมนมไม่ใช่สารละลาย” ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนและให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของสารละลาย ตัวละลาย และตัวทำละลาย รวมถึงกระบวนการทำเทียนไข สัดส่วนของธาตุต่าง ๆ ในทองเหลือง สัดส่วนของอากาศรอบตัวเรา ลักษณะของนม และตารางเปรียบเทียบสมบัติของสารละลาย สารคอลลอยด์ และสารแขวนลอย เพื่อให้ นักเรียนได้ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองว่าทำไมนมจึงไม่ใช่สารละลาย และทำไมทองเหลืองจึงเป็นสารละลาย

2. ใช้การทดลองเสมือนร่วมกับการถามคำถามชักใช้ไล่เรียง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดและการเชื่อมโยงแนวคิดไปยังสถานการณ์อื่น ๆ เนื่องจากในขณะที่ทำกรวิจัยเป็นช่วงสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID -19) ทำให้นักเรียนไม่สามารถลงมือทำการทดลองจริงเพื่อเรียนรู้แนวคิดได้ การสาธิตโดยใช้การทดลองเสมือนร่วมกับการถามคำถามชักใช้ไล่เรียงความคิดจึงเป็นแนวทางที่ดี สำหรับนำมาใช้ส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดและการเชื่อมโยงแนวคิดไปยังสถานการณ์อื่น ๆ เนื่องจากนักเรียนจะได้สังเกตและเห็นข้อมูลเชิงประจักษ์จากการทดลองเสมือน และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การละลายของสารกับพลังงาน ที่นักเรียนมีการนำข้อมูลอุณหภูมิก่อนเติมซีเรียม (III) ซัลเฟตและโซเดียมไนเตรดลงในน้ำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิล้างการละลายของสารทั้งสองชนิดในน้ำ มาใช้ในการลงข้อสรุปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า สารที่ละลายน้ำได้อาจทำให้อุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้นจากอุณหภูมิของน้ำก่อนการละลาย เนื่องจากสารเกิดการคายพลังงานออกมา เช่น การละลายของซีเรียม (III) ซัลเฟต และสารบางชนิดเมื่อละลายน้ำอาจทำให้อุณหภูมิของสารละลายต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำก่อนการละลายได้เช่นกัน เนื่องจากสารเกิดการดูดพลังงาน ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลองเสมือนนี้ยังช่วยแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เพราะแต่เดิมนักเรียนเข้าใจว่าเมื่อนำสารมาละลายน้ำ อุณหภูมิของสารละลายจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ข้อมูลเชิงประจักษ์จากการทดลองเสมือนทำให้นักเรียนเข้าใจว่า การนำสารมาละลายน้ำจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเมื่อละลายแล้วอาจทำให้สารละลายของเรามีอุณหภูมิสูงขึ้น ต่ำลง หรือเท่าเดิมก็ได้ ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่การทำความเข้าใจแนวคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังค้นพบว่า การใช้การทดลองเสมือนร่วมกับการใช้คำถามชักใช้ไล่เรียง จะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์

ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การให้นักเรียนลงข้อสรุปจากสถานการณ์การเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกจากกรดซัลฟิวริกเข้มข้นว่าเป็นการละลายแบบคายความร้อนหรือดูดความร้อน โดยครูใช้คำถามชักใช้ไล่เรียงว่า นักเรียนคิดว่า การเทกรดซัลฟิวริกลงในน้ำเป็นการละลายแบบดูดหรือคายความร้อนเพราะเหตุใด หลักฐานที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดลองเสมือนมีอะไรบ้าง จากหลักฐานดังกล่าว นักเรียนคิดว่า จะมีความร้อนเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด นักเรียนคิดว่าควรใช้อุปกรณ์ที่ทำจากวัสดุชนิดใดมาใส่สารละลายดังกล่าว เพราะเหตุใด ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดและหลักฐานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ จนนำไปสู่การสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) และฝึกให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. การทำให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดควรถูกสอนอย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยเริ่มจากแนวคิดที่เป็นรูปธรรมในระดับมหภาค (macroscopic level) แล้วจึงเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมในระดับจุลภาค (microscopic level) ร่วมกับการยกตัวอย่างสถานการณ์ประกอบสำหรับให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์และประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัว เนื่องจากการสอนในเรื่องสารละลายเกี่ยวข้องกับแนวคิดทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาค ดังนั้นในการอธิบายผู้วิจัยจะเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยหรือสามารถสังเกตเห็นได้รอบตัว แล้วจึงเชื่อมโยงเข้าสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม โดยแนวปฏิบัติที่ดีนี้มาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สภาพการละลายได้ของสาร ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการอภิปรายถึงวิธีการทำป้ายสแตนด์เชียร์กีฬาของนักเรียนในโรงเรียนว่า นักเรียนใช้สีชนิดใดในการทำป้ายสแตนด์เชียร์ คำตอบที่ปรากฏพบว่า มีทั้งสีน้ำ สีโปสเตอร์และสีน้ำมัน ผู้วิจัยจึงสอบถามเกี่ยวกับวิธีการใช้งานของสีแต่ละชนิดว่า สีแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานอย่างไร จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามว่า หากนำสีน้ำมันไปผสมกับน้ำ ไม่ใช่การผสมด้วยทินเนอร์ดังที่นักเรียนกล่าว จะเกิดผลอย่างไร นักเรียนตอบว่า สีจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงเชื่อมโยงเข้าสู่แนวคิดที่เกี่ยวข้องว่า ชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อการละลายของสารแต่ละชนิด ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นว่า น้ำไม่ใช่ตัวทำละลายที่ทำให้ตัวละลายเกิดการละลายได้ดีที่สุดเพียงชนิดเดียว อาจจะมีตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ ที่สามารถทำให้สารเกิดการละลายได้ดีกว่าน้ำก็ได้

ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสังเกตการละลายของผงโวลดินในน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ จากนั้นมีการแบ่งสารละลายออกเป็นสองแก้ว เติมน้ำลงในสารละลายแก้วที่หนึ่งจนสารละลายในแก้วที่หนึ่งมีสีจางลง เมื่อเทียบกับสารละลายในแก้วที่สอง แล้วจึงถามว่า สารละลายชนิดใดมีความเข้มข้นมากกว่ากัน และปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของสาร ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องว่าตัวทำละลายเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของสาร เมื่อเพิ่มตัวทำละลายความเข้มข้นจะยิ่งน้อยลง จากนั้นลองแบ่งสารละลายในแก้วที่สองออกมาใส่แก้วใบที่สาม แล้วถามนักเรียนว่า สารละลายในแก้วใบที่สาม มีความเข้มข้นเท่ากับแก้วใบที่หนึ่งหรือแก้วใบที่สอง ซึ่งนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องว่ามีความเข้มข้นเท่ากับแก้วใบที่สอง จากนั้นผู้วิจัยจึงอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค และสอนการคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วยร้อยละและให้นักเรียนลองคำนวณด้วยตนเอง จากนั้นจึงให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกสรต้องการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (น้ำเกลือ) ที่เข้มข้นมาก ซึ่งมีอยู่สองยี่ห้อ แต่มีการเขียนแสดงความเข้มข้นไว้แตกต่างกัน นักเรียนจะต้องช่วยเกสรตัดสินใจเลือกว่าจะเลือกสารละลายในข้อใด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงวิธีคิดและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง

4. การส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ผู้วิจัยจะต้องใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือนักเรียนเคยพบเจอในชีวิตประจำวัน เพราะประสบการณ์เดิมจะทำให้นักเรียนมองเห็นภาพของสถานการณ์ใหม่ได้อย่างชัดเจน และยังทำให้นักเรียนมีอารมณ์ร่วมไปกับสถานการณ์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ จนสามารถถ่ายโอนแนวคิดภายใต้หลักการที่เกิดจากการเรียนรู้อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ ดังเช่นในสถานการณ์การล้างเล็บด้วยน้ำเปล่าและเครื่องประคบหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ไม่ละลายในน้ำเย็น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยการเล่าสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสมมติตนเองเป็นจิ้งจอก และสมมตินักเรียนเป็นแซนดี้ผู้ให้คำแนะนำแก่จิ้งจอก ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่

คุ้นเคยกับสถานการณ์ที่ยกมาเป็นอย่างดี เนื่องจากบริบทของนักเรียนนั้นเป็นโรงเรียนหญิงล้วนที่กำลังอยู่ในวัยรักสวยรักงาม และผู้วิจัยมักจะสังเกตเห็นว่า นักเรียนชอบรับประทานขนมที่มีสำเร็จรูป เมื่อนำทั้ง 2 สถานการณ์มาใช้เป็นคำถามในแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่เรียนเข้ากับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ง่ายขึ้น เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้แล้ว นักเรียนจะสามารถนำแนวคิดนั้น ๆ ไปประกอบการตัดสินใจได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ดังเช่น สถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่ให้นักเรียนนำแนวคิดเรื่องความดันกับสภาพละลายได้ของแก๊ส มาช่วยในการตัดสินใจว่า หากต้องการจะดื่มน้ำอัดลมที่มีความซ่า นักเรียนจะเลือกดื่มน้ำอัดลมที่แช่ในตู้เย็นหรือที่วางตากแดด เมื่อนักเรียนพบเจอสถานการณ์ดังกล่าวในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะสามารถระลึกถึงแนวคิดที่เคยเรียนมาได้

อภิปรายผล

ข้อมูลจากแผนภูมิ 1 พบว่า องค์กรประกอบที่ 1 ความเข้าใจในแนวคิด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.90 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 1 เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ง่ายกว่าแนวคิดในแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดชุดอื่น ๆ เพียงแต่นักเรียนเข้าใจหลักการในการระบุสถานะของสารละลายที่ว่า “หากผสมสารที่อยู่ในสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีปริมาณน้อยกว่าจะเป็นตัวละลาย” นักเรียนก็จะสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องใช้ความคิดหรือการคำนวณที่ซับซ้อน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.40 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 4 สังเกตได้จากการคำนวณหาความเข้มข้นในแบบวัดชุดที่ 4 นักเรียนบางคนมีการระบุปริมาตรของตัวละลายและตัวทำละลายได้ถูกต้อง แต่เมื่อต้องมีการคำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลาย นักเรียนส่วนใหญ่เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายแอลกอฮอล์มาใช้ในการวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียน ซึ่งการจะพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดนี้ได้ นักเรียนจะต้องบูรณาการความรู้หลายเรื่องเข้าด้วยกัน เริ่มจากการจำแนกความแตกต่างระหว่างตัวละลาย ตัวทำละลาย และสารละลายให้ได้ก่อน จากนั้นจึงเชื่อมโยงแนวคิดดังกล่าวเข้ากับคำถามเพื่อเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามที่โจทย์กำหนด ซึ่งโดยธรรมชาติของนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลมีพื้นฐานในการคำนวณค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลอยนันทดา ผาไชย และคณะ (2563) ที่ระบุว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถยกตัวอย่างหรือเชื่อมโยงเนื้อหาที่เป็นแนวคิดทางเคมีอย่างเช่น การอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ แต่เมื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของผลที่ได้จากการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในแต่ละช่วง นักเรียนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการอธิบายโจทย์ที่ไม่มีการคำนวณมาเกี่ยวข้องนั้นใช้เพียงความเข้าใจในแนวคิดก็เพียงพอแล้ว หากนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องไม่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ย่อมไม่เกิดข้อผิดพลาด แต่เมื่อมีการคำนวณมาเกี่ยวข้องนักเรียนจะต้อง ใช้กระบวนการหลายขั้นตอน ทั้งการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาให้สอดคล้องกับแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นคำตอบการคำนวณ ก่อนจะนำข้อมูลนั้นไปดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน หากนักเรียนขาดความรอบคอบและไม่แม่นยำในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ก็จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้

องค์กรประกอบที่ 2 การเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ใหม่ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.30 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 4 เนื่องจากในแบบวัดชุดที่ 4 เป็นการนำความรู้มาเชื่อมโยงผ่านบริบทที่ใกล้ตัวของนักเรียนมากที่สุด คือ บริบทเกี่ยวกับการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID -19) ซึ่งกำลังเป็นประเด็นที่มีการพูดถึงกันมากที่สุดในสังคมขณะนั้น ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ตรงที่ได้รับจากสื่อในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.37 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 1 เนื่องจากการใช้บริบทเรื่องโรงงานทำเครื่องประดับนาฬิกา ซึ่งเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถถ่ายโอนแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนว่า รู้สึกอย่างไรบ้างกับการทำแบบวัดชุดที่ 1 นักเรียนบอกว่า “ยาก เพราะไม่รู้ว่าจะเครื่องประดับนาฬิกาคืออะไร ทำให้หนูไม่รู้ว่าจะเขียนอธิบายอย่างไร อยากให้เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมากกว่านี้” นักเรียนรหัส S-19 (การสื่อสาร

ส่วนบุคคล, 10 มกราคม 2564) ดังนั้น หลังจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยจึงเริ่มปรับบริบทที่นำมาใช้ให้ใกล้ตัวของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถทำคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบที่ 2 ได้ดีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภกร สุขยิ่ง และคณะ (2560) และ Gilbert et al. (2011) ที่ระบุว่า การนำบริบทในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้นเนื่องจากบริบทที่ใกล้ตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนเข้ากับบริบทจริงในชีวิตประจำวันได้ ส่งผลให้สามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และยังช่วยตอบคำถามที่นักเรียนมักจะชอบถามว่า เราเรียนวิทยาศาสตร์ไปทำไมได้อีกด้วย

องค์ประกอบที่ 3 การตัดสินใจนำแนวคิดไปใช้ประโยชน์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.23 คะแนน ในแบบวัดชุดที่ 3 เนื่องจากผู้วิจัยใช้บริบทการเลือกดื่มเครื่องดื่มในในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาวัดความสามารถของนักเรียนโดยสมมติสถานการณ์ให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจว่า หากนักเรียนต้องการดื่มเครื่องดื่มที่มีความซ่า นักเรียนจะเลือกดื่มเครื่องดื่มแบบใด ระหว่างน้ำอัดลมที่วางตากแดดหรือน้ำอัดลมที่แช่ในตู้เย็น สอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรชา สุขสบาย (2558) ที่ระบุว่า การฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดที่เรียนเข้ากับบริบทรอบตัวของนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของแนวคิดที่นักเรียนได้เรียนรู้ เนื่องจากบริบทที่ถูกกล่าวถึงในแบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดนั้นเป็นบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยและมีประสบการณ์ตรงในเรื่องดังกล่าว เมื่อเรียนรู้เรื่องสภาพการละลายได้ของแก๊สนักเรียนจึงสามารถเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์เดิม จึงทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจแนวคิดดังกล่าว การที่นักเรียนเคยสัมผัสหรือมีส่วนร่วมกับประสบการณ์นั้น และเมื่อได้รับการกระตุ้นจากคำถามในแบบวัดนักเรียนจะพยายามนำแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาอธิบายสถานการณ์ดังกล่าว และเมื่อเจอสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันนักเรียนก็จะสามารถถ่ายโอนแนวคิดนั้นไปอธิบายในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันนั้นได้ และยังสอดคล้องกับอิทธิพงศ์ แก่นอินทร์ (2554) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้โดยกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาข้อมูลหลักฐานมาตอบคำถามด้วยตนเอง ผ่านการใช้คำถามประกอบสถานการณ์ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดที่เรียนอย่างลึกซึ้ง นักเรียนไม่เพียงแต่จดจำความรู้หรือข้อเท็จจริงได้ แต่ยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างออกไปได้ เช่นเดียวกับ Johnstone (2000) และเอกภูมิ จันทราชันตี (2554) ที่พบว่าในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาเคมีนักเรียนมักมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดที่เป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคเพราะเป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม ต้องใช้จินตนาการประกอบในการทำความเข้าใจ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เคมีครูผู้สอนจะต้องใช้สื่อที่เป็นตัวแทนความคิดจากระดับมหภาคที่นักเรียนคุ้นเคย สามารถสังเกตเห็นได้ทั่วไป เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ตัวแทนความคิดในระดับจุลภาค หรือใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอุปมาอุปไมย (analogy) ที่เน้นให้นักเรียนเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมกับสิ่งที่นักเรียนมีความคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน หรือการใช้การทดลองเสมือน (simulation) เพื่อแปลงแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้อยู่ในลักษณะที่เป็นรูปธรรมที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน เช่นการทดลองเรื่องกฎของแก๊สอุดมคตินักเรียนจะไม่สามารถมองเห็นอนุภาคของแก๊สในชีวิตประจำวันได้ แต่การใช้แบบจำลองผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิที่มีต่ออนุภาคของแก๊สอย่างชัดเจนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่เรียนมากยิ่งขึ้น ส่วนคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดขององค์ประกอบนี้ คือ 1.27 คะแนน พบในแบบวัดชุดที่ 4 ซึ่งเป็นบริบทเกี่ยวกับการมีแอลกอฮอล์วางขายอยู่ทั้งหมด 4 ยี่ห้อ แต่ละยี่ห้อที่มีผลึกที่แสดงปริมาณแอลกอฮอล์ต่อปริมาณสารละลายแอลกอฮอล์ที่แตกต่างกัน นักเรียนจะต้องทำการคำนวณหาความเข้มข้นของแอลกอฮอล์แต่ละยี่ห้อด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบว่าแอลกอฮอล์ยี่ห้อใดมีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 70 เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกใช้แอลกอฮอล์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นบริบทที่ค่อนข้างมีความซับซ้อน ประกอบกับนักเรียนในกลุ่มวิจัยเป็นนักเรียนที่มีทักษะการคำนวณน้อย จึงส่งผลทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบนี้ของแบบวัดความสามารถ

ในการถ่ายโอนแนวคิดที่ 4 น้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Calik and Ayas (2005) ที่ระบุว่า แม้นักเรียนจะมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการละลายที่ถูกต้อง แต่เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนมากกว่าเดิม ดังเช่นการเปลี่ยนสถานการณ์จากการนำน้ำตาลใส่น้ำแล้วให้นักเรียนระบุตัวละลาย ตัวทำละลาย และสารละลายเป็นการให้นักเรียนระบุน้ำตาลตัวละลาย ตัวทำละลาย และสารละลายของเครื่องดื่มน้ำมะนาว (lemonade) จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามได้มีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของศิรินทร บุญสุ (2564) ที่กล่าวว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างต่ำ ในเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นการคำนวณ เนื่องจากนักเรียนขาดการนำแนวคิดที่มีอยู่มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน อันเป็นพื้นฐานนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง

เมื่อพิจารณาความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดในภาพรวม พบว่า แบบวัดความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิด ชุดที่ 3 มีคะแนนมากที่สุด เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมและใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด นักเรียนคุ้นชินมากที่สุด แล้วจึงค่อย ๆ เชื่อมโยงเข้าสู่แนวคิดที่เป็นนามธรรมที่นักเรียนจับต้องไม่ได้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นั้น ผู้วิจัยเลือกใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องและอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนตั้งแต่ต้นจนจบ ไม่ว่าจะเป็นป้ายสแตนดาร์ดเชียร์กีฬา หรือสถานการณ์การทะเลาะ การดื่มเบียร์ถึงสำเร็จรูป การเลือกดื่มน้ำอัดลม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะนิสัยของนักเรียนห้องดังกล่าวที่เป็นคนรักสวยรักงามและชื่นชอบการรับประทานเบียร์ถึงสำเร็จรูปและดื่มน้ำอัดลม เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ที่คุ้นเคยทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สามารถคิดเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของตัวเองเข้ากับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนมีคะแนนการถ่ายโอนแนวคิดน้อยที่สุดในแบบวัดฯ ชุดที่ 1 เพราะการใช้บริบทการทำเครื่องประดับมากเป็นสิ่งที่ไกลตัวนักเรียนมากเกินไป ทำให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการตอบคำถาม เพราะคิดว่าเป็นเรื่องยากและตนเองไม่รู้จักรัง ผลให้นักเรียนไม่สามารถถ่ายโอนแนวคิดนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ถ้าสถานการณ์เอื้ออำนวย ควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองจริงด้วยตนเอง แทนการสาธิตการทดลองผ่านทางออนไลน์ เพราะจะช่วยพัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนอย่างเต็มรูปแบบอันจะนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง

2. ในการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท ไม่ควรใช้บริบทที่ยากจนเกินไปหรือเป็นบริบทที่นักเรียนไม่คุ้นชิน ควรใช้บริบทที่ใกล้ตัวนักเรียนและนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน เช่น การยกตัวอย่างว่า นากเป็นสารละลายในบทเรียนครั้งแรกอาจทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยาก เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชิน และเป็นบริบทที่ไกลตัวนักเรียน ครูผู้สอนควรเริ่มจากบริบทที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ ก่อน จากนั้นให้นักเรียนเป็นผู้นำแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้โดยการเป็นผู้เสนอสารละลายที่นักเรียนรู้จักออกมาด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบแนวคิดและเตรียมที่จะเรียนรู้การประยุกต์ความรู้ในขั้นต่อไป เช่น บริบทที่ให้นักเรียนตัดสินใจว่าหากต้องการจะดื่มน้ำอัดลมที่มีความซ่า นักเรียนจะเลือกดื่มน้ำอัดลมที่แช่ในตู้เย็นหรือที่วางตากแดด เป็นต้น

3. เนื่องจากการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ทำให้นักเรียนไม่มีการอภิปรายกันในกลุ่มของการทำงานกลุ่มเท่าที่ควร ดังนั้นครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มย่อย และนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกันให้มากขึ้น โดยครูผู้สอนอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนขณะจัดการเรียนรู้อยู่เสมอ เช่น ในการเรียนรู้แนวคิดเรื่องการระบุตัวละลาย ตัวทำละลาย และสารละลาย นักเรียนคนหนึ่งตอบว่าโซดาคือสารละลาย ครูผู้สอนก็อาจจะจุดประเด็นให้นักเรียนเกิดการสนทนาว่า นักเรียนเชื่อที่เพื่อนตอบหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่เชื่อ ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

หรือถ้านักเรียนเชื่อตามที่เพื่อนตอบ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น การทำเช่นนี้ภายใต้บรรยากาศของชั้นเรียนที่ผ่อนคลายจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไป

1. การทำวิจัยนี้เป็นการสอนในรูปแบบออนไลน์ พบว่า นักเรียนยังไม่ได้รับการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากนัก เพราะนักเรียนไม่มีโอกาสได้ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์จริง ๆ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปครูผู้สอนที่สนใจควรจะให้ความสำคัญกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์จริง ๆ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นการส่งเสริมการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างรอบด้านให้แก่นักเรียน

2. งานวิจัยนี้พบว่านักเรียนได้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการถ่ายโอนแนวคิดแตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเพื่อพัฒนานักเรียนรายบุคคลได้ดีขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชรินดา สุขแสนชนานันท์. (2557). การพัฒนาแนวคิดและความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องพลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. <http://www.lib.ku.ac.th.portal.lib.ku.ac.th/KUthesis/2555/charinda-suk/index.html>

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2554). วิธีสอนแบบโสเครติส. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 22(2), 158-166.

พลอยนัดดา ผาปไชย, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และ อนุสรณ์ วรสิงห์. (2563). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 22(3), 164-176.

ภัทรชา สุขสบาย. (2558). ความสามารถในการนำความรู้เรื่อง ของไหลไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. <http://www.lib.ku.ac.th.portal.lib.ku.ac.th/KUthesis/0error/2555/patcha-soo-all.pdf>

ราชศักดิ์ สว่างแวว. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี]. http://digital.lib.kmutt.ac.th/thesis/loadfile.php?obj_id=36997

ศิรินทร บุญสุ. (2546). ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง]. <https://opacimages.lib.kmitl.ac.th/medias/pdf/09025125.pdf>

ศุภกร สุขยิ่ง, ธิติยา บงกชเพชร, และ นุชจิรา ดีแจ่ม. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่องสภาพสมดุลเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 18(2), 31-44.

เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2554). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 011592222 วิธีการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษา [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Calik, M., & Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.

Johnstone, A. H. (2000). Chemical education research: Where from here? Proceedings from variety in chemistry teaching meeting. *University Chemistry Education*, 4(1), 34-38.

John, K. G., Astrid, M. W. B., & Albert, P. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer.

The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. OECD publishing.