



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020"

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Development of Grade 12th Students' Science Communication Skills Using Problem-Based Learning

ปิยพร ศักดิ์ภิรมย์

piyaporn.sa@ku.th

ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน²

fedustp@ku.ac.th

ดร.สุธาสนี กิตยาการ³

fscistsn@ku.ac.th

ดร.กัลยาณี พันโบ⁴

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁴ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีรัตนบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ อนุทินหลังการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกหลังสอนของครู และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยข้อมูลแบบอุปนัย องค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา บริบท ภาษา และรูปแบบของสิ่งแทนความ ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้-ดี ดังนี้ 13.24, 16.05 และ 16.63

คำสำคัญ: การสื่อสารวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Abstract

The purpose of this research was to develop the science communication on grade 12th student which were 38 students. The research instruments were the science communication evaluation form, reflective journal of student, and teacher and lesson plans. The lesson plans were covering the industrial element and compounds unit. The data were analysis on qualitative method by measuring means and quantitative method for science communication skills. Science communication consists of factual content, context, code and representation



form. The result was shown students' science communication skill rated fair-good level which were 13.24, 16.05 and 16.63.

Keywords: Science Communication, Problem-based-learning

บทนำ

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นหนึ่งในความรับผิดชอบที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ในการเผยแพร่ข้อค้นพบหรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Lewenstein, 2015) แต่บุคคลทั่วไปได้รับข้อมูลจากนักวิทยาศาสตร์โดยตรงน้อยมาก เพราะสาเหตุอาจจะมาจากบุคคลที่เป็นผู้สื่อสารทำการบิดเบือนข้อมูลผ่านสื่อจากการใช้ภาษาและจินตนาการ (Nelkin, 1995) ส่งผลก่อให้เกิดปัญหาที่กระทบถึงทรัพย์สินและชีวิตของคนในสังคมได้ จากการนำเสนอข้อมูลที่ทำการบิดเบือนและฉวยโอกาสจากความไม่รู้ ความไม่เข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์ของคนในสังคม และสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (ปณาลี สติธรรม, 2562)

ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ และถือเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 จากการค้นคว้าและศึกษาพบว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์คือ ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดแลกละเปลี่ยนความรู้ และการนำเสนอคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างถูกต้องและชัดเจน (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) โดยมีนักวิจัยที่ให้ความหมายในลักษณะที่ใกล้เคียงกันว่า เป็นความสามารถของผู้ส่งสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารผ่านสื่อหรือช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ถือว่าเป็นการใช้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่สิ่งมีชีวิตหนึ่งถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557)

การเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทำให้ผู้วิจัยตั้งคำถามถึงความสำคัญของการสื่อสารในวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์และการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน การศึกษาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นไปที่การให้การศึกษาว่า วิทยาศาสตร์แสดงออกอะไรและนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติติดนอย่างไร แต่การสื่อสารวิทยาศาสตร์เน้นในเรื่องความร่วมมือของบุคคลทั่วไปในสังคมให้มีส่วนร่วมับวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Baram-Tsabari & Osborne, 2015) จากความแตกต่างขั้นต้นอาจจะทำให้นักเรียนที่ศึกษาในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เน้นการบรรยาย ขาดการให้ความสำคัญในเรื่องของการสื่อสารวิทยาศาสตร์และนักเรียนมีโอกาสน้อยในการฝึกฝนการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) จึงมีการกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้กำหนดให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร เนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกละเปลี่ยนความรู้ หรือการนำเสนอคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นำมาสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน และกระทรวงศึกษาธิการ (2551) มีการกำหนดสมรรถนะของนักเรียนที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ว่าเป็นความสามารถในการรับ และส่งสารที่มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของนักเรียน



ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สิ่งแรกที่พบคือการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการสื่อสารทั่วไปมีองค์ประกอบที่เหมือนกันคือ ผู้ส่งสาร สาร สื่อหรือช่องทาง และผู้รับสาร (ผ่องพรรณ ลวนานนท์, 2547) พร้อมทั้งผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี และพบว่าหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญในการสื่อสาร เช่น สารที่ต้องอิงความรู้ทางเคมีนั้นมีเอกลักษณ์จำเพาะ คือ การศึกษา การอธิบายลักษณะของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร (Johnston, 1969) ดังนั้นนักเรียนที่ทำการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ควรทำให้สารนั้นมีความถูกต้องและชัดเจนสอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของเคมี ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเรื่องธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรมถือว่า เป็นเนื้อหาที่สำคัญในรายวิชาเคมีและมีการกล่าวถึงความรู้ที่เกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาเคมีในรูปแบบของอุตสาหกรรมในสังคมที่มีความสำคัญสำหรับมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมแร่โลหะและอุตสาหกรรมเซรามิก เป็นต้น (สสวท., 2551) เพื่อให้นักเรียนสามารถสื่อสารความรู้ที่ถูกต้องได้ในชีวิตประจำวันและก่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันกับผู้รับสาร แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้เคมียังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ สาเหตุดังกล่าวมาจากหลักสูตรเน้นเนื้อหามากเกินไป เน้นให้นักเรียนท่องจำข้อเท็จจริง ขาดกระบวนการที่จะสอนให้นักเรียนเข้าใจว่าข้อเท็จจริงหรือความรู้ทางเคมีมีที่มาอย่างไร มีความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงกันอย่างไร แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายหรือไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้เรียนรู้ได้จริง (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2558)

จากการศึกษาและค้นคว้าพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning context) หลังจากนั้นนักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้จากประเด็นหรือคำถามที่ได้รับจนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ ทำให้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้จัดการเรียนการสอนนักเรียนในเรื่องธาตุและอุตสาหกรรมที่มีเนื้อหาความรู้ในปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ อาทิ ปฏิกิริยารีดอกซ์ในอุตสาหกรรม พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา (Savery, 1994) ตลอดจนช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน (ทิวาวรรณ จิตตะภาค, 2548) การใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม (สาริญา และสุม, 2559) จะยิ่งพัฒนาให้นักเรียนสามารถจำลองสังคมของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีการถกเถียงปัญหา ข้อค้นพบ จนกว่าจะได้ข้อสรุปขององค์ความรู้ โดยอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและชัดเจนสามารถถ่ายทอดให้คนในสังคมมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่องธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เรื่องธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

ผู้วิจัยทำวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งสังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม.3) จังหวัดนนทบุรี โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยกับกลุ่มที่ศึกษาคือ นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งหมด 38 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากการที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนประจำในรายวิชาเคมีเพิ่มเติมของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องธาตุและสารประกอบอโลหะที่ใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของไพศาล สุวรรณน้อย (2558) ร่วมกับการแบ่งวงจรการวิจัยออกเป็น 3 วงจรการวิจัยที่ใช้เนื้อหาจากเรื่องธาตุและสารประกอบอโลหะ ดังนี้ วงจรการวิจัยที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุตสาหกรรมแร่โลหะ วงจรการวิจัยที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุตสาหกรรมแร่รัตนชาติ และวงจรการวิจัยที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุตสาหกรรมปุ๋ย เครื่องมือวิจัย ได้แก่ การแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ดัดแปลงจาก Kugqmeyer และ Schecke (2013) ชิ้นงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน อนุทินของนักเรียน บันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงร่วมกับอาจารย์นิเทศก์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และรูปแบบของสิ่งแทนความ (Kugqmeyer & Schecke, 2013) ผ่านแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเน้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยดัดแปลงจากการใช้ปัญหาเป็นฐานของ ไพศาล สุวรรณน้อย (2558) ที่ประกอบด้วย 7 ขั้น ที่มีจุดเน้นในขั้นตอนแรกคือการให้กลุ่มนักเรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจคำศัพท์ ขั้นที่ 2 ระบุนิยามหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน ขั้นที่ 3 ระดมสมองวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 4 อธิบายและตั้งสมมติฐาน ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเอง และขั้นที่ 7 รายงานสรุปผลร่วมกัน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติคือการหาค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากอนุทินของนักเรียนและบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงร่วมกับอาจารย์นิเทศก์ มีช่วงระดับคะแนนและเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020"

ตารางที่ 1 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน
ดี	14 - 21
พอใช้	7 - 13
ควรปรับปรุง	0 - 6

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ดัดแปลงจาก Kugqmeyer และ Shecke (2013)

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา (Factual content)	เนื้อหาที่สื่อสารถูกต้องและครบทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เนื้อหาที่สื่อสารถูกต้องเกือบทั้งหมดและครอบคลุมเกือบทุกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เนื้อหาที่สื่อสารส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องและประเด็นส่วนใหญ่ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
	มีการเรียบเรียงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับขั้น	มีการเรียบเรียงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับขั้นบางส่วน	มีเรียบเรียงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้น

ตารางที่ 2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
2. บริบท (Context)	มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับตัวอย่างในชีวิตประจำวัน	มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับตัวอย่างในชีวิตประจำวัน แต่ในบางตัวอย่างยังไม่ตรงกับเนื้อหา	มีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องกับตัวอย่างในชีวิตประจำวัน
	ตัวอย่างในชีวิตประจำวันช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด	ตัวอย่างในชีวิตประจำวันช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น	ตัวอย่างในชีวิตประจำวันไม่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. ภาษา (Code)	มีการเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) กับคำศัพท์ทั่วไปได้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และบริบทของข้อความ	มีการเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) กับคำศัพท์ทั่วไปได้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือบริบทของข้อความ	มีการเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) กับคำศัพท์ทั่วไปไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และบริบทของข้อความ
	มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด	มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบางประเด็น	มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) แต่ไม่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. รูปแบบของสิ่งแทนความ (Representation form)	มีการเลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางเคมีได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	มีการเลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางเคมีได้ถูกต้องหรือเหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	มีการเลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางเคมีไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์



ผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยพบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรมทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านเขียนอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี และรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และรูปแบบของสิ่งแทนความ ตามผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการประเมินองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

วงจร การวิจัย	แผนการจัดการ เรียนรู้	คะแนนองค์ประกอบในการสื่อสารวิทยาศาสตร์				คะแนนรวม (21)
		เนื้อหา (6)	บริบท (6)	ภาษา (6)	รูปแบบของ สิ่งแทนความ (3)	
1	อุตสาหกรรม แร่โลหะ	4.26	3.94	3.53	1.50	13.24 (พอใช้)
2	อุตสาหกรรม แร่รัตนชาติ	5.15	4.36	4.74	1.78	16.05(ดี)
3	อุตสาหกรรมปุ๋ย	4.95	4.26	5.03	2.39	16.63 (ดี)

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 วงจรการวิจัย พบว่า ค่าคะแนนรวมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์คือระดับพอใช้-ดี โดยเรียงคะแนนจากวงจรที่ 1 ถึง 3 ดังนี้ 13.24, 16.05, 16.63 ตามลำดับ หลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตาม วงจรการวิจัยแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์พบว่า ในองค์ประกอบ การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านรูปแบบของสิ่งแทนความมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 1.50, 1.78, 2.39 ตามลำดับ และองค์ประกอบในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านภาษาก็มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจาก 3.53, 4.74, 5.03 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับค่าเฉลี่ยคะแนนรวมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ผลวิจัยแสดงว่าความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับพอใช้-ระดับดี ตัวอย่างงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนที่อยู่ระดับดี แสดงดังภาพที่ 1



ฟิล์มกรองแสง กันกระแทกจาก บุษราคัม

ปกติคนส่วนใหญ่เปลี่ยนฟิล์มกับ กระแทกเฉลี่ยปีละ 3-4 ครั้ง ตกปีละ ประมาณ 750-1,000 บาท/ปี

ฟิล์มกรองแสงกันกระแทกจาก บุษราคัมมีความทนทานมากกว่าจริง มีอายุการใช้งานมากกว่า

PROPERTY

- มีความสามารถในการกรอง แสงสีฟ้า
- มีความแข็งแรง ทนทาน
- ลดรอยขีดข่วน

ราคาขาย

2,999 BATH

FOR CALL : 099-999-99XX
CONTACT: WWW.CADMIUM.CO.TH

YELLOW SAPPHIRE

บุษราคัม

บุษราคัม คืออะไร?

บุษราคัม หรือ แซปไฟร์สีเหลือง เป็นพลอย ที่จัดอยู่ในตระกูลคอร์นิน (corundum) เช่นเดียวกับทับทิม (ruby) และไพลิน (blue sapphire) มีสีเหลือง และมักมี ความใสสะอาดมากกว่าพลอยคอร์นินใน ตลาดเลยทีเดียว

เนื่องจากเป็นหินหรือแร่ธาตุภายในก้อน ข้างน้อย มีองค์ประกอบทางเคมีเป็น อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al₂O₃) โดยสีเหลือง ของพลอยชนิดนี้เกิดจากการมีธาตุเหล็ก (Fe) เป็นธาตุให้สี

จุดเด่น

- มีค่าความแข็งตามสเกลมอส์เท่ากับ 9 มีเฉพาะเพชรและบุษราคัมที่สามารถสร้าง รอยขีดข่วน
- มีความคงทนสูง แดกหักได้ยาก
- มีความใสสะอาดสูง เนื่องจากมีมลทินหรือ ฝุ่นภายในในค่อนข้างน้อย

วิธีการเพิ่มคุณค่า

การเผาพลอย (Heat treatment)
 วิธีการนี้เป็นการนำหินพลอยมาผ่านความร้อน ไล่ตั้งแต่ 1,000 องศาเซลเซียส ไปจนถึงอุณหภูมิสูงถึง 1,600-1,900 องศาเซลเซียส

นอกจากการเผาพลอยยังจัดประเภที่ การนำความร้อนใส่ให้เย็นขึ้น หรือเผาพลอย เพื่อลดสีให้อ่อนลง

ภาพที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเรื่องการเพิ่มคุณค่าของอัญมณีมิงคลของไทย

จากตัวอย่างชิ้นงานแสดงได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับดี จากองค์ประกอบการสื่อสารวิทยาศาสตร์ดังนี้

ด้านเนื้อหา นักเรียนสามารถสื่อสารเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบทุกประเด็น ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของอัญมณี และการเพิ่มคุณค่าของอัญมณี การเรียบเรียงเนื้อหาในแต่ละประเด็นมีความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับขั้น

ด้านบริบท นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เข้ากับตัวอย่างในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การเพิ่มคุณค่าของอัญมณีที่สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบใช้จุดเด่นของอัญมณีได้อย่างเหมาะสมสามารถช่วยแก้ไขปัญหาค่าขายอัญมณีมิงคลของไทย ตัวอย่างในชีวิตประจำวันช่วยให้เข้าใจเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนยกตัวอย่างการผลิตฟิล์มมือถือกันกระแทกจากบุษราคัมโดยมีการแสดงถึงหลักฐานที่น่าเชื่อถือและถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการทนต่อรอยขีดข่วนด้วยค่าความแข็งระดับ 9 โมส์ จึงสามารถยืนยันได้ว่ามีเพียงเพชรและบุษราคัมเท่านั้นที่สามารถสร้างรอยขีดข่วนให้กับฟิล์มดังกล่าว

ด้านภาษา นักเรียนสามารถเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) กับคำศัพท์ทั่วไปได้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และบริบทของข้อความ ได้แก่ “สีเหลืองของพลอยชนิดนี้เกิดจากการมีธาตุเหล็ก (Fe) เป็นธาตุให้สี” และมีการขยายความคำศัพท์เฉพาะ (Technical Term) ที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การอธิบายวิธีการเพิ่มคุณค่าของอัญมณี เช่น การเผาพลอยประเภทคอร์นิน

ด้านรูปแบบของสิ่งแทนความ นักเรียนสามารถเลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางเคมี ได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเลือกใช้รูปของบุษราคัมที่ชัดเจน และมีการสร้างแบบจำลองของผลิตภัณฑ์



อภิปรายผล

จากการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติมหลักสูตร 2551 เรื่อง ธาตุและสารประกอบอุตสาหกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับ พอใช้-ดี สอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบด้านรูปแบบของสิ่งแทนความและด้านภาษาที่เพิ่มขึ้นอย่าง สม่่าเสมอ แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านบริบท พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีการเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่่าเสมอสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ด้านเนื้อหาที่คะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับในวงจรการวิจัยที่ 1 และวงจรการวิจัยที่ 2 คะแนนเฉลี่ยมีการ เพิ่มขึ้นอย่างสม่่าเสมอ แต่ในวงจรการวิจัยที่ 3 คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านเนื้อหาลดลงจากวงจรที่ 2 ผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสร้างห้องเรียนให้มีบรรยากาศการอภิปรายหรือการโต้แย้งจะช่วย กระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน (Driver, Newton & Osborne, 2000; Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2008) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้มีการ สื่อสารวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Rodgers, 2018) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาริญา และสุเม (2559) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยาและทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของการจัดการเรียนรู้จะเปิด โอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นผ่านกระบวนการกลุ่มพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและ การสื่อสารวิทยาศาสตร์สูงขึ้นสามารถเขียนสรุปเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และ Kulgemeyer (2013) ระบุว่า การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มความเข้าใจของ นักเรียนในเรื่องเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น แต่ผู้วิจัยพบว่าในวงจรการวิจัยที่ 3 โดย นักเรียนได้สวมบทบาทสมมติเป็นเกษตรกร เจ้าของโรงงาน และคณะรัฐบาลเพื่อสื่อสารในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ กิจกรรมการใช้ปุ๋ยก่อให้เกิดการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้ความร่วมมือของบุคคลทั่วไปในสังคมให้มีส่วน ร่วมกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Baram-Tsabari & Osborne, 2015) สิ่งที่พบและแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ คือ ความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลแต่ละสาขาอาชีพมีความลุ่มลึกของเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ไม่เท่ากัน จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เนื้อหาที่ต้องสื่อสารมีความถูกต้องน้อยลงและไม่ครบทุก ประเด็นที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับวงจรการวิจัยที่ 2

2. ด้านบริบท ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ด้านบริบทที่คะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการใช้ปัญหาที่ เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning context) ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้อย่างได้ สอดคล้องกับ ปาณิสรา สุปัญญา (2560) กล่าวว่าการใช้ปัญหา จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากศึกษาและแสวงหาความรู้เพื่อมาแก้ไขปัญหาซึ่งจะต้องอยู่บนพื้นฐานของ ความต้องการตลอดจนความสนใจของนักเรียนด้วย ได้แก่ การเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ไขปัญหาเรื่องมูลค่าอัญมณี มงคลของไทยอย่างอิสระ แต่จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทาง วิทยาศาสตร์



3. ด้านภาษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านภาษามีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับระดับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของทุกวงจรการวิจัยที่มีระดับจากพอใช้-ดี ผู้วิจัยสังเกตจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเห็นความสำคัญในการเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะและคำศัพท์ทั่วไปในการสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Rincke (2011) และ Hinko (2014) ที่พบว่าพฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่ การอธิบาย การยกตัวอย่างประกอบ และการใช้คำศัพท์ทั่วไปที่ใช้ในชีวิตประจำวันให้เหมาะสมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่พัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้ผู้รับสารเข้าใจความรู้อย่างยิ่งขึ้น นอกจากนี้การสื่อสารความรู้กับบุคคลในคนละวงการเดียวกัน อาจทำให้ผู้รับสารมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่ชัดเจน เนื่องจากผู้สื่อสารขาดความระมัดระวังในการใช้คำศัพท์เฉพาะที่มากเกินไป และอีกหนึ่งสาเหตุมาจากการที่ผู้สื่อสารนักวิทยาศาสตร์ไม่เข้าใจคำศัพท์เฉพาะอย่างถ่องแท้เพื่ออธิบายให้แตกต่างและชัดเจน ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ ไพศาล สุวรรณน้อย (2558) ที่แตกต่างจากวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักวิจัยท่านอื่น คือในขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอนจะเริ่มให้นักเรียนทำความเข้าใจคำศัพท์หรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ชัดเจนก่อน

4. ด้านรูปแบบของสิ่งแทนความ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านรูปแบบของสิ่งแทนความที่คะแนนเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับระดับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของทุกวงจรการวิจัยที่มีระดับจากพอใช้-ดี สาเหตุหนึ่งมาจากลักษณะผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการเลือกใช้สิ่งแทนความ ผู้วิจัยสังเกตจากผลการวิจัยพบว่า ผลงานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนมีความหลากหลาย ได้แก่ บทความ แผ่นพับ และอินโฟกราฟิกส่งผลให้นักเรียนสามารถเลือกใช้รูปแบบของสิ่งแทนความได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเป็นลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลชนก ชีวะกุล (2562) พบว่า องค์ประกอบในลักษณะการนำเสนอมีระดับที่สูงขึ้น เพราะเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกนำเสนอผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ในหลากหลายรูปแบบ แต่ในงานวิจัยของ ธนกร อรรถนาววัฒน์ (2558) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนพบว่า ในองค์ประกอบด้านรูปแบบของสิ่งแทนความอยู่ในระดับพอใช้ เพราะนักเรียนไม่เลือกสิ่งแทนความให้หลากหลายและสิ่งแทนความที่เลือกมาไม่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนนทบุรีมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอ้างอิงจากคะแนนการประเมินของผลงานด้านการเขียน ตลอดจนอนุทินหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ส่วนใหญ่ระบุว่า การสื่อสารความรู้ที่ถูกต้องจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ เนื้อหา ภาษา บริบท และรูปแบบของสิ่งแทนความ สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนสามารถสื่อสารความคิด มุมมอง และความรู้สึกรู้สึโดยใช้ภาษาและสิ่งแทนความเพื่อสื่อสารใจความสำคัญ หรือเนื้อหาที่ซับซ้อนต่อผู้ฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีวิธีการที่เหมาะสม (Chung, Yoo, Kim, Lee & Zeidler, 2014)



ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

จากวงจรการวิจัยที่ 3 เรื่องอุตสาหกรรมปุ๋ยที่ได้ในการกำหนดบทบาทสมมติเพื่อสื่อสารในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการใช้ปุ๋ยที่มาจากหลากหลายมุมมอง แต่นักเรียนบางกลุ่มยังขาดการคำนึงถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในบางบทบาทสมมติ เช่น คณะรัฐบาล ดังนั้นนักเรียนและครูควรมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองต่อบทบาทของอาชีพนั้น ๆ ก่อนว่า มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับการสื่อสารวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประจำปีการศึกษา 2561

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กมลชนก ชีวะกุล. (2562). *การพัฒนาทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับเครื่องมือไอซีที*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: วิสด้า อินเตอร์เน็ต.
- ทิววรรณ จิตตะภาค. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธนกร อรรถนาววัฒน์. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปาณิสรา สุปัญญา. (2560). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับวิธีการโต้แย้งเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



- ปณาลี สติคราม. (2562). การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ “การเรียนรู้ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์” คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (หน้า 1958-1971). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). เอกสารประกอบการบรรยายโครงสร้างพัฒนาการเรียนการสอน “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” (Problem-based Learning: PBL). *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 9(2), 1-10.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: เอพริล เรน พรินต์ติ้ง จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2551). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สาริญา และสุม. (2559). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6*. *ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- Baram-Tsabari, A. & Osborne J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 135-144.
- Chung, Y., J. Yoo, S. W. Kim, H. Lee & D. L. Zeidler. (2016). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1-27.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Hinko, K., Seneca, J. & Finkelstein, N. (2014). Use of Scientific Language by University Physics Students Communicating to the Public. In *Physics Education Research Conference*.
- Johnson, Donovan A. & Rising, Gerald R. (1969). *Learning Package in American Education*. Englewood Cliffs. N.T.: Education Technology Publication.
- Kulgemeyer, C. & H. Schecker. (2013). Students Explaining Science—Assessment of Science Communication Competence. *Research in Science Education*, 43(6), 2235–2256.
- Lewenstein, B. V. (2015). Identifying what matters: Science education, science communication and democracy. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 253-262.
- Rincke, K. (2011). It's rather like learning a language: development of talk and conceptual understanding in mechanics lessons. *International Journal of Science Education*, 33(2), 229-258.



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020"

Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions.
Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1(1).