

การประยุกต์ใช้สัญศาสตร์พื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
Applying constructivist semiotics to develop scientific communication skills
about the cell functions of an ethnic student group in Grade 10

นรมน โปธา* และ สิรินภา กิจเกื้อกุล
Noramon Pota* และ Sirinapa Kijkuakul

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

*Corresponding author, E-mail: noramonp62@nu.ac.th, โทร. 085-2190116

วันที่ส่งบทความ 19 ตุลาคม 2565 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 1 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 14 ธันวาคม 2565 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สัญศาสตร์พื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องการทำงานของเซลล์ และ 2) ศึกษาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 25 คน เมื่อจัดการเรียนรู้ ณ โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนคิด แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัยและด้านแหล่งข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์พื้นฐานคอนสตรัคติวิสต์ ควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นเตรียมสมอง 2. ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน 3. ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม 4. ขั้นสร้างผลงาน และ 5. ขั้นนำเสนอความรู้ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ นักเรียนสามารถอ่านจับความจากบทความทางวิทยาศาสตร์แล้วค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อมาสร้างภาพ โมเดล แผนผัง นิทานหรือตัวแทนภาพอื่นๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถเขียนรายงานบทปฏิบัติการจากการทดลองด้วยตนเอง โดยอ้างอิงจากข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการฟังและสังเกต อีกทั้งสามารถจับประเด็นต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนสามารถนำข้อมูลต่างๆ มานำเสนอ โดยใช้ภาษาและคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ คอนสตรัคติวิสต์ สัญศาสตร์

Abstract

This research aimed to 1) develop a constructivist-semiotic approach for teaching cell functions and promoting Grade 10 students' scientific communication skills; and 2) study the level of enhancement of scientific communication skills the 25 students had achieved when implementing the approach in the Opportunity Expansion School in Chiang Rai Province. The researcher carried out a 4-spiral process of action research. The research tools included lesson plans, reflective journals, observation checklists, and a test of scientific communication skills. The data were analyzed with content analysis and reliability of the instruments by method and resource triangulations. The results showed that the constructivist-semiotic approach needed five steps of teaching: 1) brain preparation; 2) basic knowledge construction; 3) group work operation; 4) created production; and 5) knowledge presentation. In addition, the results revealed that the students had developed their scientific communication skills as follows: The students gained an understanding by reading scientific articles, searching for additional information from a variety of learning sources, and then creating an image, a model, a diagram, a table, etc. as a knowledge representation. Also, they originally reported a science experiment by themselves, and cited evidence obtained from their preliminary study through listening and observation. Moreover, the students correctly took notes and presented the information by using appropriate language and scientific terminologies effectively.

Keywords: *Scientific communication skills, Constructivism, Semiotics*

บทนำ

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการอธิบาย สร้างความเข้าใจ จุดประกาย หรือเกิดแนวคิดจากนักวิทยาศาสตร์สู่ประชาชน หรือกลุ่มเป้าหมายให้เข้าใจในวิทยาศาสตร์ว่ามีประโยชน์และโทษอย่างไร มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์แค่ไหน ปลูกฝังและสร้างสำนึกจนเกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เหตุการณ์ต่างๆ รอบตัวแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสื่อสารนั้นมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตและใกล้ตัวคนเรามากเพียงใด เนื่องจากความเป็นวิทยาศาสตร์นั้นจะสนับสนุนให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะการมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ กระบวนการวิทยาศาสตร์ และการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะช่วยให้การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ยิ่งปัจจุบันที่เทคโนโลยีและสื่อออนไลน์พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว นักเรียนก็ควรมีความคิดที่ขั้นสูง และสื่อสารที่ชัดเจน แต่ความเป็นจริงนั้นนักเรียนกลับมีปัญหาในเรื่องของการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น คือมีปัญหาในเรื่องของการสื่อสารแบ่งงาน และไม่มีแลกเปลี่ยนความรู้กัน ทำให้ชิ้นงานที่ออกมาไม่ประสบความสำเร็จ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถชี้ประเด็นสำคัญหรือสรุปใจความระหว่างการนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, “Education for the Future ปรับห้องเรียนเปลี่ยนอนาคต” บรรยายเมื่อ 25 มีนาคม 2558: คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) โดยเฉพาะการอธิบายเหตุผล หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ก็ไม่สามารถสื่อสารเป็นคำพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจได้ จึงมีการเคลื่อนไหวโดยการใช่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศให้ดีขึ้น ดังนั้นจึงทำให้มีการวิจัยและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และการเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ

เหล่านั้นจะส่งผลให้ข้อมูลข่าวสารถูกเผยแพร่ผ่านช่องทางต่างๆ สู่ประชาชน อาจทำให้เกิดความสับสนในข้อเท็จจริง เนื่องจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก อาจส่งผลให้เกิดการวิเคราะห์ที่ไปในแนวทางต่างกัน ด้วยเหตุนี้นักสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเริ่มเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจะเข้ามาทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการเผยแพร่และสื่อสารองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้องให้แก่สาธารณชน การปลูกฝังหรือสร้างนักสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะกลุ่มเยาวชนไทยผู้มีอัจฉริยภาพทางการสื่อสารซึ่งอยู่ในยุคการขยายของสังคมออนไลน์ จะเข้ามาเป็นกลไกสำคัญในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้น

ผู้วิจัยตระหนักเห็นถึงความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จึงได้ทำการสังเกตพฤติกรรมกรรมการสื่อสารในระหว่างการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสายวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย พบว่านักเรียนมักท่องจำบทพูดขณะนำเสนอหน้าชั้นเรียน หรืออ่านบทพูดหรือข้อความตามหนังสือโดยไม่สบตาผู้ฟัง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่ขาดความเข้าใจในเนื้อหา และไม่สามารถชี้ประเด็นสำคัญในขณะนำเสนอได้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่มักออกเสียงคำศัพท์ทางชีววิทยาผิด หรืออธิบายและสื่อถึงความหมายของคำศัพท์คลาดเคลื่อน เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์ ในขั้นตอนการแยกโครมาทินหรือโฮโมโลกัสโครโมโซม เป็นต้น และยังขาดทักษะในการตั้งคำถามและไม่สามารถสื่อสารตอบคำถามได้อย่างถูกต้องชัดเจน นอกจากนี้พฤติกรรมในขณะการอภิปรายภายในกลุ่มหรือทำงานกลุ่มก็มักมีปัญหาในการสื่อสารงาน ปรัชญาหรือหรือแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอีกด้วย อาจเป็นเพราะนักเรียนส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ ประกอบด้วย ชาวไทยใหญ่ อาข่า ลื้อ ลีซอ พม่า จีน เป็นต้น มีความหลากหลายทางเชื้อชาติ วัฒนธรรมและภาษา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังเคยชินกับการสื่อสารโดยใช้ภาษาแม่หรือภาษาประจำชาติพันธุ์ ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของความเข้าใจและการเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ๆ ส่งผลให้หลายครั้งที่ผู้วิจัยต้องการชี้แจงรายละเอียดของงานหรืออธิบายถึงเนื้อหาความรู้ มักใช้ระยะเวลาหรือเกิดการคลาดเคลื่อนของความเข้าใจ ผู้วิจัยจึงสังเกตเห็นว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการทำงานและเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก หากนักเรียนได้รับการพัฒนาและฝึกฝนในด้านนี้จะส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยาและพัฒนาความสามารถเพื่อดำรงอยู่ในยุคที่เต็มไปด้วยการสื่อสารรูปแบบต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อผู้วิจัยสังเกตเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจึงได้นำเอาปัญหาเหล่านั้นมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุ พบว่าการที่นักเรียนไม่มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการขาดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยานั้น เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ไม่ได้เน้นในกระบวนการปฏิบัติที่ก่อให้เกิดทักษะต่างๆ ทั้งทักษะการอ่าน การค้นคว้า การเขียน การพูด เป็นต้น ส่งผลต่อความมั่นใจและความกล้าที่จะสื่อสารในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกมา อีกทั้งมีการนำสื่อของจริงมาให้ให้นักเรียนได้ศึกษาน้อยเกินไป ซึ่งลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบเดิมของครูผู้สอนนั้น คือการเน้นในเรื่องของการบรรยายมากจนเกินไป โดยการจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายนั้นเป็นกระบวนการที่ผู้สอนมักใช้สำหรับช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการเตรียมเนื้อหาสาระแล้วบรรยาย คือ การพูด การเล่า การอธิบายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียนเท่านั้น (ทิศนา แคมมณี, 2544) ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่จะนำทฤษฎีการสอน หรือวิธีการสอนอื่นๆ มาปรับใช้กับนักเรียน เพื่อหวังพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ คือ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (Visual representation) และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (Knowledge presentation) ให้ดีขึ้น (Scherz and Spektor-Levy, 2008)

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 19 ในปัจจุบันทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับคำแนะนำจากทางสถาบันการแพทย์ คือ สวมหน้ากากอนามัยตลอดเวลา ๆ และ

เว้นระยะห่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้งานวิจัยนี้ปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีทั้งรูปแบบออนไลน์และออนไซต์ ตามสถานการณ์รอบตัว ซึ่งทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่จากความรู้เดิม โดยเริ่มจากการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้มีความพร้อมในการเรียนรู้ จากนั้นให้ความรู้เพื่อเป็นพื้นฐานก่อนจะลงมือทำกิจกรรม โดยที่การลงมือทำกิจกรรมจะดำเนินในลักษณะกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนได้รู้จักการวางแผนและการรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ส่วนในขั้นการทำกิจกรรมนั้นจะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง และให้มีการอภิปรายภายในกลุ่มของตน แล้วค่อยนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มานำเสนอหน้าชั้นเรียน ลักษณะวิธีการสอนที่กล่าวมาจำเป็นต้องอาศัยสัญศาสตร์เข้ามาผนวกกับกิจกรรมด้วย เพื่อดูความเข้าใจและการสื่อสารในสิ่งที่เรียนออกมาในลักษณะของรูปร่าง สัญลักษณ์ หรือภาษา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ และสามารถนำมาประยุกต์กับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การทำงานของเซลล์ได้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมและไม่อาจมองเห็นด้วยตาเปล่า ทั้งเรื่องของการหายใจระดับเซลล์ การแบ่งเซลล์ เป็นต้น และต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองโดยการออกแบบในเชิงสัญศาสตร์ และมีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยได้ทำการศึกษากับนักเรียนชาติพันธุ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดหวังให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้ที่มีสื่อสารส่งต่อไปยังบุคคลอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์
2. เพื่อศึกษาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการทำงานของเซลล์ ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ มีลักษณะอย่างไร
2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการทำงานของเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ เป็นอย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ว31241 ชีววิทยา 1 เรื่องการทำงานของเซลล์
ตัวแปรศึกษา 1. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ และ 2. การเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์

ระยะเวลาในการวิจัย งานวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างของเซลล์และกล้องจุลทรรศน์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จำนวน 4 คาบเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน รวมทั้งหมด 20 คาบ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ดำเนินวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (student-centered learning) โดยเน้นกระบวนการภายในตัวบุคคล ซึ่งพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องบทเรียน หรือประสบการณ์ที่ศึกษาขึ้นด้วยตัวเองมากกว่าที่จะรับความเข้าใจที่สำเร็จรูปจากการสอนหรือการถ่ายทอดจากผู้อื่น และบุคคลจะเกิดการเรียนรู้ใหม่ๆ ได้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และจะเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น โดยเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในรูปแบบของการสร้างความหมาย หรือตัวแทนของความคิดในหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาษา รูปภาพ สัญลักษณ์ หรือท่าทาง เป็นต้น ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียมสมอง เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทความทางวิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่กำลังจะศึกษา
 - 2) ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน นักเรียนศึกษาเรียนรู้มโนทัศน์เบื้องต้นหรือภาพรวมของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จากคลิปวิดีโอ ซึ่งเป็นการให้ความรู้เบื้องต้นก่อนที่จะทำกิจกรรม โดยที่จะสามารถจดบันทึกสรุปความรู้พื้นฐานตามความเข้าใจของตนเองได้ เพราะจะนำไปสู่การเรียนรู้ในกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติ
 - 3) ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิด และวางแผนหน้าที่ที่รับผิดชอบในกลุ่มของตน จากนั้นทำการปฏิบัติและเขียนรายงานเชิงวิทยาศาสตร์
 - 4) ขั้นสร้างผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบของสัญลักษณ์ ภาพวาด หรือแผนผังภาพ โดยเป็นการนำเอาองค์ความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ก่อนหน้านี้นี้ มาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองในเชิงสัญศาสตร์
 - 5) ขั้นนำเสนอความรู้ นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนหรือผ่านคลิปวิดีโอ โดยครูผู้สอน จะทำการวัดประเมินอิงการปฏิบัติ (Performance-based assessment)
2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการทำกิจกรรม และความสามารถในการถ่ายทอดความรู้หรือการนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้ยึดกระบวนการของทักษะทั้งหมดมาจาก Learning Skills for Post-16 Sciences หลักสูตรของประเทศสหราชอาณาจักร ได้แก่
- 1) ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) เป็นการเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นหนังสือ อินเทอร์เน็ต หรือบทความต่างๆ โดยข้อมูลเหล่านั้นควรง่ายต่อการค้นคว้า และต้องมีความน่าเชื่อถือของข้อมูล
 - 2) ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) เป็นการอ่านข้อมูล หรือวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างความท้าทายให้นักเรียนเมื่ออ่านบทความวิจัยและบทความมักจะมีการสันนิษฐานจากความรู้เดิมด้วย
 - 3) ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) เกี่ยวข้องกับการฟังอย่างกระตือรือร้น สังเกตการณ์สรุปและจดบันทึก การคิดเชิงวิพากษ์การถามคำถามที่เน้นและการคิดจากมุมมองที่ต่างกัน
 - 4) ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) เป็นการพัฒนากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้และให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
 - 5) ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (Visual representation) คือการที่นักเรียนสามารถประมวลผลข้อมูลหรือสิ่งที่ค้นพบออกมาในลักษณะของภาพ ซึ่งการแสดงของภาพเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลกับตรรกะความคิด สามารถช่วยให้เข้าใจข้อความที่ต้องใช้การคิดที่ซับซ้อน ลึกซึ้ง และเป็นนามธรรมมากขึ้น

6. ทักษะการนำเสนอความรู้ (Knowledge presentation) การนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพ โมเดล หรือวิดีโอเพื่อสร้างความเข้าใจแก่บุคคลอื่น

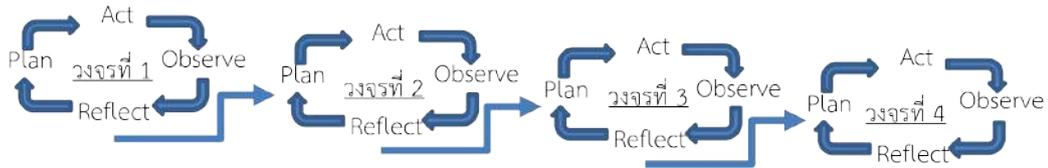
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกจากนักเรียนที่ศึกษาในแผนการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	แผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	แบบบันทึกการสะท้อนผล	แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรม
การสร้างเครื่องมือ	<ol style="list-style-type: none"> ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ขั้นเตรียมสมอง ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม ขั้นสร้างผลงาน และขั้นนำเสนอความรู้ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ไปแก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ol style="list-style-type: none"> กำหนดรูปแบบของแบบบันทึกสะท้อนผลเป็นแบบวัดแบบไม่มีโครงสร้างจากนั้นกำหนดหัวข้อที่จะใช้ในการบันทึก นำหัวข้อในบันทึกความรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม ปรับปรุงหัวข้อในการบันทึกตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ สร้างแบบบันทึกสะท้อนผล โดยแต่ละขั้นการสอนให้ผู้สะท้อนบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา/ปรับปรุง และข้อเสนอแนะลงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อื่นๆ 	<ol style="list-style-type: none"> ศึกษาเอกสารและงานวิจัย เกี่ยวกับทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินภาคปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นตัวประเมินทักษะ สร้างแบบวัดทักษะและเกณฑ์การให้คะแนน ประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล ทักษะการอ่านเชิงวิทย์ ทักษะการฟังและการสังเกต ทักษะการเขียนเชิงวิทย์ ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ นำแบบวัดทักษะที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา นำแบบวัดทักษะที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 	<ol style="list-style-type: none"> ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัย กำหนดรูปแบบของแบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้าง กำหนดรายการพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต และกำหนดเกณฑ์การปฏิบัติ สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน นำแบบสังเกตพฤติกรรมในทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อชี้แจงเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิส ในรายวิชาชีววิทยา 1 ว31241 เรื่องการทำงานของเซลล์ พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์
2. ทดสอบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ก่อนจะเริ่มกระบวนการจัดการเรียนรู้
3. ดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร



4. นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการก่อนหน้ามาพัฒนาและวางแผนแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสัญศาสตร์บนฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซิม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในครั้งถัดไป
7. ทดสอบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หลังกระบวนการเรียนรู้
8. นำข้อมูลที่สังเกตได้จากเครื่องมือแบบบันทึกพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์พฤติกรรมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจัดกลุ่มพฤติกรรมของนักเรียน แล้วสรุปถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ถอดความข้อมูลที่รวบรวมได้ออกมาเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย จัดกลุ่มข้อมูลดิบว่าข้อมูลใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้
 - 1.1 คำถามวิจัยข้อที่ 1 เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้จากแบบบันทึกการสะท้อนผล ที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง ในการให้ข้อมูลประเด็นเดียวกันและใช้เครื่องมือวิจัยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Resource triangulation) คือ ผู้วิจัย และครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอน
 - 1.2 คำถามวิจัยข้อที่ 2 เตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมได้จากการใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด สำหรับเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Method triangulation) เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกพฤติกรรมสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
2. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาคัดเลือกข้อมูลดิบที่รวบรวมได้ว่าส่วนใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้แล้วเก็บไว้ ส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิจัยก็ตัดทิ้งไป
3. วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่คัดเลือกได้ โดยการดึงข้อมูลส่วนที่สำคัญออกมา ซึ่งข้อมูลที่คัดเลือกจากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่มีการวิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ คือ ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (Information retrieval) ทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reading) ทักษะการฟังและการสังเกต (Listening and observing) ทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific writing) ทักษะการสร้างตัวแทนภาพ (Visual representation) และทักษะการนำเสนอความรู้ความเข้าใจ (Knowledge presentation)
4. รวมกลุ่มข้อมูล โดยข้อมูลที่มีรูปแบบเดียวกันให้จัดอยู่ในหมวดหมู่ (Category) เดียวกันเพื่อให้เกิดรูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลที่ตกผลึกแล้วใช้ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ เช่น ทักษะการเข้าถึงข้อมูล (IR)

กลุ่ม IR1 แปลความหมาย การค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และมีความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ซึ่งมีการพิจารณาข้อมูลเพื่อใช้ทำกิจกรรม หรือตอบคำถามให้ถูกต้องและครบถ้วนอีกทั้งมีการเขียนอ้างอิงกำกับเป็นระดับพฤติกรรม ดีมาก เป็นต้น

ผลการวิจัย

ข้อที่ 1 การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิซซิม ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ดังนี้

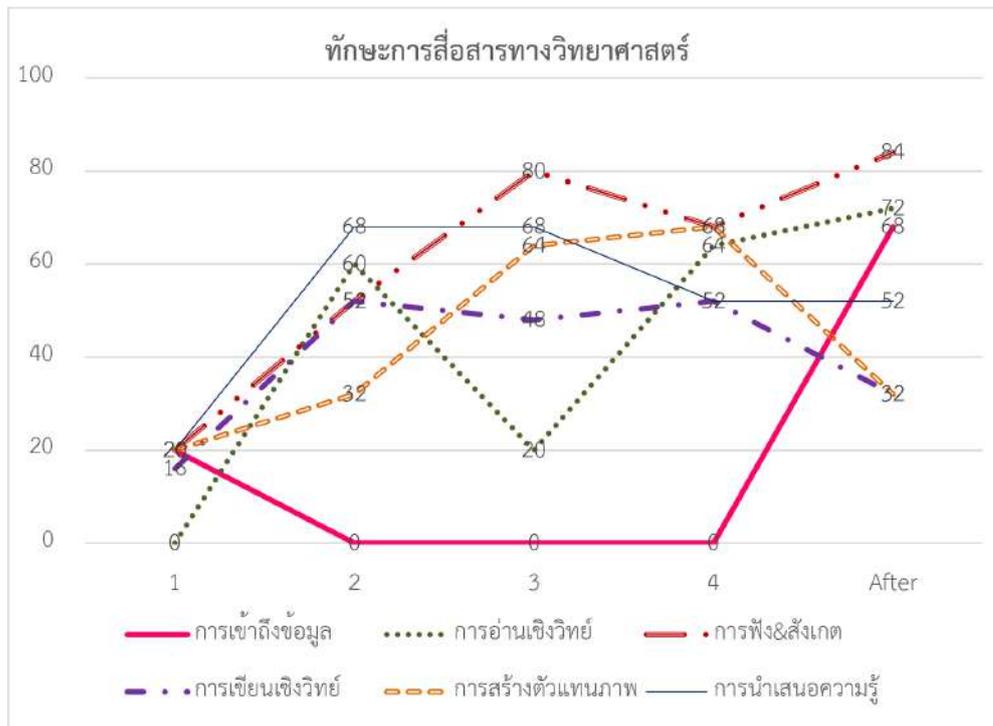
ตารางที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิซซิม ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1-4

วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจร 3	วงจรที่ 4	สรุป
ขั้นเตรียมสมอง				
หลังจากการอ่าน ผู้วิจัยปรับมาใช้ นักเรียนแสดงความ เลือ กบ ท ความ ที่ บ ท ความ ที่ นำ มา ใช้ ควร เป็น เรื่อง บ ท ความ นักเรียน กระตั้นแสดงความคิด คิดเห็นในกระตั้น เป็น ข่า ว สาร ไกล่ ไกล่ ตัว และมี ภาษา ที่ เข้าใจ ง่าย ไม่สามารถตอบ เห็นออนไลน์ เพื่อให้ แสดงความคิดเห็น ตัวนักเรียน เพื่อให้ ไม่ซับซ้อน ซึ่งสามารถดึงดูด คำถามหรืออภิปราย นักเรียนได้แสดงความ ออนไลน์ครบทุก นักเรียนได้ แสดง ความสนใจและเป็น การกระตั้น ร่วมกันได้ คิดเห็นครบทุกคน คนและค้นคว้าด้วย ความ คิดเห็น และ ให้สามารถอภิปรายแสดงถึง ตนเองมากขึ้น สามารถเชื่อมโยงเข้า ความเข้าใจ การจับใจความ และการเชื่อมโยงบทความ กับความรู้ของผู้เรียนได้				
ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน				
นักเรียนทุกคน ผู้วิจัยแนะนำแนวทาง ผู้วิจัยตั้งคำถามก่อน นักเรียนไม่สามารถ สื่อวิดีโอที่ได้นำมาควรมีรายละเอียดที่ชัดเจนและไม่ซับซ้อน ความเข้าใจจากการ เพื่อให้สามารถจด เพื่อ ให้สามารถ ดูวิดีโอได้ ผู้วิจัยจึง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถ ดูวิดีโอลงในสมุด บันทึกใจความจาก จับใจความ และ ปรับรูปแบบเป็นการ จับใจความหรือเข้าใจภาพรวม ได้ และมีพฤติกรรม การดูวิดีโอ และตอบ ตอบคำถามได้ แต่มี สอนจากการบรรยาย ของเนื้อหาได้ ควรอธิบาย การค้นคว้าข้อมูล คำถามระหว่างการ ปัญหานในเรื่องของคำ ประกอบรูปภาพ ประเด็นของเนื้อหา ก่อนและ จากแหล่งเดี เรียนรู้ อีกทั้งมีการ ศัพท์เฉพาะทาง จึงมี และให้นักเรียนสรุป ให้นักเรียนดูวิดีโอเพื่อสรุป ความรู้อีกครั้ง ส่วนการค้นคว้า ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่ม การทดสอบย่อยเพื่อ จดบันทึกตาม ให้นักเรียนดูวิดีโอเพื่อสรุป หาความรู้ ควรให้นักเรียนสืบ ค้นจากแหล่งที่หลากหลาย และใช้แหล่งข้อมูลได้นำเชื่อถือ				

วงจรถี 1	วงจรถี 2	วงจรถี 3	วงจรถี 4	สรุป
ขั้นปฏิบัติการกลุ่ม				
นักเรียนทำการทดลองเป็นครั้งแรก จึงไม่สามารถบันทึกผลการทดลองและการสรุปผลการทดลองที่ถูกต้องได้	เมื่อตรวจสอบรายงานเบื้องต้นพบว่าไม่มี การบันทึกผลจากการทดลองซ้ำ เมื่อได้รับคำแนะนำก็มีการแก้ไขรายงาน นักเรียนจึงสรุปผลได้อย่างถูกต้อง	นักเรียนดูภาพและ ส่งกล้องเพื่อที่จะสามารถวาดรูป กระบวนการใน แต่ละระยะของการ แบ่งเซลล์ได้ แต่ยังพบปัญหาการ แยกความแตกต่าง ระหว่างการแบ่ง เซลล์ในเซลล์พืชและ เซลล์สัตว์	เมื่อตรวจสอบการ เขียนรายงานพบ ว่านักเรียนบันทึก ผลเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น แต่ไม่มีการแปลค่า ความหมายจึงให้ คำแนะนำ เพื่อให้ นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถสรุปผลได้ อย่างถูกต้อง	การจัดการเรียนรู้แบบการ ทดลองสามารถอธิบายโม ทศน์ของเนื้อหาเพิ่มเติมได้ อีกทั้งเป็นการฝึกการเขียน รายงานบทปฏิบัติการและการ สื่อสารการทำงานภายในกลุ่ม แต่เนื่องด้วยสถานการณ์ที่ไม่ สามารถร่วมตัว จึงต้องปรับขั้น ทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ให้ง่าย ต่อการเตรียม เพื่อที่นักเรียน สามารถศึกษาและปฏิบัติด้วย ตนเองที่บ้านได้
ขั้นสร้างผลงาน				
เนื้อหาในผลงาน ของบางกลุ่มมีความคลาดเคลื่อน ของความถูกต้อง เช่น มีสัญลักษณ์ของ ออร์แกเนลลอร์ พลาสในเซลล์สัตว์	ผู้วิจัยตรวจสอบ ระหว่างนักเรียน ทำงาน เพื่อให้ส่วน ใหญ่สามารถสร้าง ภาพเคลื่อนไหวได้ อย่างถูกต้อง ถึงแม้ มีบางกลุ่มที่ภาพมี ความคลาดเคลื่อน	ผู้วิจัยให้คำแนะนำ ก่อนเริ่มงานเพื่อให้ นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถสร้างโมเดล ที่มีระยะการแบ่งเซลล์ ครบถ้วนแต่มีบางกลุ่ม ที่มีการจัดวางจำนวน โครโมโซมไม่ครบถ้วน	ผู้วิจัยให้คำแนะนำ และแสดงตัวอย่าง ก่อนเริ่มงานเพื่อให้ เนื้อหาในนิทานภาพ ของทุกกลุ่มถูกต้อง แต่มีบางกลุ่มที่ไม่มี การร้อยเรียงเนื้อหา ให้เป็นนิทาน	การจัดการเรียนรู้ในขั้นการ สร้างผลงาน เป็นการสื่อถึงโม ทศน์ที่ได้เรียนรู้มาในรูปแบบ ของชิ้นงานต่างๆ ซึ่งนักเรียน ส่วนใหญ่สามารถสื่อถึงโมทศน์ ได้ชัดเจน แต่บางกลุ่มเน้นความ สวยงามของชิ้นงานมากกว่า ความครบถ้วนของเนื้อหา
ขั้นนำเสนองาน				
นักเรียนส่วนใหญ่ นำเสนอด้วยความมั่นใจ แต่มีการออก เสียงคำศัพท์เฉพาะ ผิด และเนื้อหา ในการนำเสนอมีความคลาดเคลื่อน	นักเรียนส่วนใหญ่ นำเสนอด้วยความ มั่นใจ การออกเสียงคำศัพท์ เฉพาะถูกต้อง แต่มี ความคลาดเคลื่อน ของเนื้อหาเล็กน้อย	นักเรียนส่วนใหญ่ นำเสนอด้วยความ มั่นใจ การออกเสียง คำศัพท์เฉพาะถูกต้อง แต่เนื้อหาไม่ครบถ้วน	นักเรียนส่วนใหญ่ นำเสนอด้วยความ มั่นใจ การออกเสียง คำศัพท์เฉพาะถูก ต้องและเนื้อหาครบ ถ้วน แต่บางกลุ่ม ไม่ใช่ลักษณะนิทาน	การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ นักเรียนได้ฝึกการออกเสียงคำ ศัพท์เฉพาะ ฝึกการพูดหรือ สื่อสารหน้าชั้นเรียน เป็นการ สร้างความมั่นใจ และฝึก การนำเสนอหน้าชั้นเรียน เนื่องจากยังมีนักเรียนบางคน ที่อ่านขณะนำเสนอหรือ ออก เสียงผิด

ข้อที่ 2 การศึกษาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการทำงานของเซลล์ ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสซึ่งผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อค้นพบหลัก คือ

กราฟที่ 1 แสดงพัฒนาการของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับดีมาก



จากกราฟแสดงให้เห็นว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 6 ด้าน ในระดับดีมากนั้นมีจำนวนน้อยที่สุด แต่จะมีทักษะด้านการสร้างภาพที่จะมีคะแนนสูงที่สุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างสัญลักษณ์ออร์กาเนลล์ได้อย่างถูกต้อง ส่วนในวงจรปฏิบัติการ 2 3 และ 4 จำนวนนักเรียนที่แสดงพฤติกรรมทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ การฟังและการสังเกต การเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างตัวแทนภาพ และการนำเสนอความรู้ ในระดับดีมาก มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 ยกเว้นการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่มียกเว้นนักเรียนแสดงพฤติกรรมในระดับดีมากเลย เนื่องจากผู้วิจัยเห็นพฤติกรรมการสืบค้นของนักเรียน แต่นักเรียนไม่ได้เขียนอ้างอิงการสืบค้นกำกับมาด้วย ส่วนทักษะการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีจำนวนนักเรียนในระดับดีมากสูงสุดในเกือบทุกวงจร โดยเฉพาะวงจรที่ 2 กับ 4 และหลังเรียน เพราะเรื่องราวที่นำมาใช้มีความน่าสนใจและเข้าใจง่าย จึงทำให้นักเรียนอธิบายได้ดี ส่วนพัฒนาการในด้านของการฟังและการสังเกตดีขึ้นเรื่อย ๆ ยกเว้นในวงจรที่ 4 สื่อที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีความซับซ้อน นักเรียนจึงไม่อาจจดบันทึกความเข้าใจจากการดูวิดีโอเพียงอย่างเดียวได้ ส่วนทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพัฒนาการในแต่ละวงจรดีขึ้นเรื่อย ๆ โดยสามารถเขียนบทปฏิบัติการด้วยตนเองหลังจากการทดลอง แต่ในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์มีนักเรียนบางคนไม่สามารถแปลค่าในตารางเป็นกราฟได้ ส่งผลต่อการสรุปผลการทดลองเช่นเดียวกัน และในทักษะการนำเสนอความรู้ นักเรียนมีพัฒนาในแต่ละวงจรดีขึ้นเหมือนการเขียน ยกเว้นหลังเรียนที่มีนักเรียนบางกลุ่มเข้าใจโจทย์ผิดจึง

นำเสนอในเรื่องการหายใจแทนที่จะเป็นการหายใจระดับเซลล์ ส่วนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ นั้น (หลังเรียน) จำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก มีจำนวนมากขึ้น นักเรียนสามารถแสดงทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้ง 6 ด้าน ถึงแม้ว่านักเรียนบางรายแสดงพฤติกรรม ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 6 ด้าน แต่ก็สามารถปฏิบัติได้ 3-4 ทักษะ แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์นั้น สามารถใช้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของ เซลล์ ได้บางทักษะและบางเนื้อหาเท่านั้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบการประยุกต์ใช้สัญศาสตร์บนฐานของคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนา ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนชาติพันธุ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สรุปผลและอภิปราย ดังนี้

ในขั้นเตรียมสมอง จะมีกิจกรรมหลัก อยู่ 4 กิจกรรม คือ การอ่านบทความ การแสดงความคิดเห็น การอภิปรายร่วมกัน และการสร้างสมมติฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Jensen (2008) ว่าการจัดการเรียนรู้เริ่มต้น จะต้องมีการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงความรู้และเตรียมซิมซึบสิ่งใหม่ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือกระตุ้น ผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ ตามความเป็นจริง จากการสะท้อนพบว่าบทความที่นำมาให้นักเรียนหากเป็นเรื่องราวรอบตัวและเกี่ยวกับการใช้ ชีวิต นักเรียนจะให้ความสนใจและร่วมอภิปรายอย่างกระตือรือร้น อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงเรื่องราวที่อ่านกับความ รู้ใหม่ที่กำลังจะศึกษาในขั้นถัดไปผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถจับใจความสำคัญจากการอ่าน บทความวิทยาศาสตร์ และสรุปประเด็นที่บทความสื่อออกมาได้ จากนั้นนักเรียนก็มาอภิปรายร่วมกันถึงประเด็น ต่างๆ ที่ได้อ่านไป สอดคล้องกับ สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์ (2557) ได้กล่าวไว้ว่าการอ่านคือการรับรู้สารทางสายตาเพื่อ ตีความตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ผ่านกระบวนการความคิด จุดมุ่งหมายในการอ่านเพื่อสรุปแนวคิดการอ่าน เพื่อตอบคำถามและพัฒนาความคิดของนักเรียน อาศัยความรู้และแนวคิดจากการอ่านไปสนทนา ได้ตอบกับผู้อื่น ได้ ซึ่งตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถจับใจความจากการอ่าน แสดงความคิดเห็นและสร้างสมมติฐานจาก การอ่านได้ เมื่อบทความที่นำมาเป็นเรื่องราวที่ใกล้ตัว ส่งผลให้พัฒนาการทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอ่านเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นมีพัฒนาการมากที่สุด

ขั้นสร้างความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้เบื้องต้นจากการดูวิดีโอประมาณ 10 -15 นาที และทำการจดบันทึกสิ่งที่เข้าใจหรือประเด็นที่สำคัญลงในสมุด โดยเป็นการสร้างองค์ความรู้เบื้องต้นให้ แก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนจะทำการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นใบงาน แผ่นผังความรู้ หรือ สรุปความรู้ในรูปแบบของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายของ Bednar et al., 1995 (อ้างถึงใน อนุชา โสมาบุตร, 2561) ว่าเงื่อนไขการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของตามกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ว่า การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง จากประสบการณ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาสร้างความหมาย ในการเรียนรู้ของตนเอง จากการสะท้อนผลพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างองค์ความรู้จากการศึกษาผ่าน วิดีโอที่ผู้วิจัยเปิดให้ดูเป็นความรู้พื้นฐาน มารวมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากค้นคว้าเพิ่มเติมและทำใบงานหรือใบกิจกรรม จนสำเร็จได้ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้สร้างโมโนทัศน์เบื้องต้นหรือเห็นภาพรวมของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ผ่านทางวิดีโอ จากนั้นให้นักเรียนทำการจดบันทึกลงสมุดตามความเข้าใจของผู้เรียนเอง หรือบางครั้งจะตั้งคำถาม ให้นักเรียนจับประเด็นจากการฟังแล้วก็ตอบ ดังที่ สนิท ตั้งทวี (2529) ได้กล่าวถึง การฟังว่าเป็นทักษะทางภาษาที่ สำคัญมากต่อการติดต่อสื่อสาร เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อการคิดและการพูด การฟังช่วยให้เกิดความรู้ และความ

รอบรู้ ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านการฟังและสังเกตดีขึ้นตามลำดับ แตกต่างกับพฤติกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ที่นักเรียนไม่สามารถจับใจความจากการดูวิดีโอได้ ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบเป็นการบรรยาย พร้อมรูปภาพ โดยให้นักเรียนทำการจดบันทึกสรุปตามความเข้าใจทีละขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการ หลังจากนั้นดีขึ้น นอกจากนี้นักเรียนได้ฝึกฝนในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งที่หลากหลาย ทั้งจากหนังสือหรือ ทางออนไลน์ด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องมีการตรวจสอบว่าแหล่งข้อมูลเหล่านั้นมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือพอที่จะนำมาเป็นแหล่งคำตอบหรือไม่ ดังที่ จุมพล เหมะศรีรินทร์ (2557) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะหลักและทักษะย่อยมากมาย หนึ่งในนั้นคือการรวบรวมข้อมูลที่ต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย และสามารถจัดกระทำข้อมูลหรือสรุปข้อมูลเหล่านั้นในรูปแบบการเขียนได้ กิจกรรมในห้องเรียน ผู้วิจัยจึงมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้า ไม่ว่าจะเป็นการค้นคว้าทำใบงาน ค้นคว้าเพื่อตอบคำถาม หรือ ค้นคว้าเพื่อทำการสรุปความรู้ ซึ่งนักเรียนแสดงพฤติกรรมค้นคว้าด้วยตนเองได้ แต่ไม่เขียนอ้างอิงแหล่งศึกษาที่น่าเชื่อถือ แตกต่างจากงานวิจัยของ Spektor-Levy, Eylon, and Scherz (2009) ที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัด ขึ้นมาแล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ในห้องสมุด โดยผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมต่างๆ จากคีย์เวิร์ด เช่น ค้นกำลังมองหาหนังสือเรียน ค้นกำลังศึกษาจากพจนานุกรม เป็นต้น ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าหลังจากผ่านการแนะนำจากผู้สอน นักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายและน่าเชื่อถือได้มากกว่า ก่อนที่จะได้รับการเรียนรู้

ขั้นทำปฏิบัติการกลุ่ม เป็นขั้นตอนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่นักเรียนจะมีการจัดกลุ่ม มีการวางแผนและ ปฏิสัมพันธ์กันระหว่างที่ทำกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมจะมีการปรับเปลี่ยนไปตามเนื้อหาที่กำลังศึกษา และสามารถสร้าง รายงานบทปฏิบัติการที่สมบูรณ์หลังจากทำกิจกรรมได้ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ ซึ่งเป็นการปฏิบัติกิจกรรมแบบกลุ่ม จากนั้นให้ออกแบบและเขียนรายงาน บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ซึ่งนักเรียนควรจะเขียนรายงานบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง ถูกต้องและตรวจสอบข้อมูลในตารางหรือในผลการทดลองให้มีความชัดเจน สอดคล้องกับ Sharo, Maran, and Tonnessen (2015) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในงานเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนตีพิมพ์ เป็นสิ่งสำคัญ ผู้เขียนควรอ่านบทความด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อ่านแต่ละประโยคอย่างช้า ๆ และตรวจสอบทีละคำ เพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดหรือการสะกดคำผิด โดยเฉพาะตัวเลขในตาราง หากตรวจสอบบทความเพียงคนเดียว อาจเป็นไปได้ที่ยังพบข้อผิดพลาด ดังนั้นควรนำบทความไปให้คนอื่นช่วยอ่านและตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งตรงกับ พฤติกรรมของนักเรียนในช่วงแรกไม่คุ้นเคยต่อการเขียนรายงานบทปฏิบัติการ พอได้รับการฝึกฝนและคำแนะนำ นักเรียนจึงมีพัฒนาการด้านการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีขึ้นในวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 แต่ทำได้แย่มากที่สุดในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ขั้นสร้างผลงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาในรูปแบบของสื่อภาพต่างๆ หรือในเชิง ของสัญศาสตร์ นักเรียนจะได้สร้างสรรคงานที่สร้างขึ้นจากองค์ความรู้ที่เรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับนิยามที่ ชาร์ลส์แซน เดอร์เพียร์ช (Torklid & Bent, 2014) ได้ให้ความหมายไว้ว่าการสร้างตัวแทนทางความคิดที่หลากหลายรูปแบบ ส่วนมากอยู่ใน รูปของข้อความ รูปภาพ เสียง ทำทาง เป็นต้น ซึ่งจะสะท้อนออกมาให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจ ในโมโนทัศน์ของความรู้มากน้อยแค่ไหน เพราะผลงานที่สร้างขึ้นจะสื่อถึงความเข้าใจว่ามีประเด็นที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน หรือเข้าใจผิดในเรื่องใดบ้าง ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการแก้ไขก่อนที่จะเป็นความจำ ความเข้าใจของนักเรียน แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างสรรคผลงานได้สวยงาม และองค์ความรู้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาในลักษณะของสัญศาสตร์หรือตัวแทนภาพเพื่อสื่อถึงความเข้าใจในเนื้อหา ที่เรียนรู้ เช่น อาณาจักรเซลล์ ภาพเคลื่อนไหวการลำเลียงสาร โมเดลการแบ่งเซลล์ และนิทานภาพการหายใจระดับ เซลล์ ดังเช่นที่ Shaughnessy, Stadler and Casey (2017) ได้ให้ความหมาย“สัญศาสตร์” หรือ “สัญวิทยา”

มีความหมายถึงสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้มีความหมายแทนของจริง ในตัวบทและในตัวบริบทหนึ่งๆ สิ่งที่น่ามาใช้เป็นสัญลักษณ์ อาจจะเป็นวัตถุสิ่งของหรืออาจเป็นรูปภาพ ซึ่งหลังจากได้รับคำแนะนำนักเรียนสามารถใช้ภาพสื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น ส่วนใหญ่มีความถูกต้องของเนื้อหา และเชื่อมโยงระหว่างบทและบริบทได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 ที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างผลงานหลังจากการเรียนรู้ได้ในระดับดีมาก แต่รายละเอียดเชิงลึกของเนื้อหาบางส่วนยังคงขาดความชัดเจนในแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

และขั้นสุดท้าย ชื่นนำเสนอความรู้ เป็นการนำผลงานจากขั้นการสร้างผลงานมานำเสนอในรูปแบบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน หรือนำเสนอผ่านวิดีโอ ซึ่งให้นักเรียนจัดทำชิ้นงาน แล้วนำเสนอองค์ความรู้ที่ค้นพบใหม่ต่อเพื่อนหรือเผยแพร่ต่อสาธารณะ ในการนำเสนอต้องเปิดโอกาสให้ผู้ฟังสามารถซักถามประเด็นที่สงสัย หรือสนับสนุนแนวคิดได้ จากการดำเนินกิจกรรมข้างต้นสะท้อนผลหลังจากปฏิบัติได้ คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น สามารถออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายถึงประเด็นความรู้จากผลงานได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งผู้ฟังยังสามารถเสนอแนะ กล่าวถึงข้อดีและจุดปรับปรุงได้ แสดงให้เห็นถึงความสนใจฟังและความเข้าใจในเนื้อหาที่เพื่อส่งสารนำเสนอ โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนากระบวนการสื่อสารมากขึ้น โดยที่ผู้เรียนสามารถสื่อสารตามความเข้าใจของตนเองได้อย่างถูกต้อง มีการใช้ภาษาและออกเสียงคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน ไม่ผิดเพี้ยน อีกทั้งสามารถสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจได้ และหลังจากการนำเสนอจะมีการรับฟังคำติชมและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากกลุ่มเพื่อน ดังที่ เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย (2531) ที่กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ภาษาในการพูดคุย ปรึกษาหารือกัน อย่างสนุกสนานในการทำงาน ตลอดจนการอภิปรายรายงานที่ได้รับมอบหมาย มีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในการทำกิจกรรม และเมื่อนักเรียนสามารถใช้ภาษาที่ตนต้องการในการสื่อสารในห้องเรียนเป็นผลสำเร็จจะทำให้ นักเรียนสามารถจำภาษาที่ใช้ได้ถูกต้องด้วยความแม่นยำ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และวิจัยต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 คลิปวิดีโอและบทความที่จะนำมาประกอบในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ควรเป็นเรื่องราวที่เข้าใจง่าย มีเนื้อหาที่ถูกต้อง สอดคล้องและครอบคลุมกับเนื้อหาที่จะให้นักเรียนศึกษา อีกทั้งควรมีสั้นหรือเรื่องที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

1.2 ขั้นตอนการทดลองและการสร้างผลงานเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนดำเนินงานเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนต้องมีการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนจึงควรดูแลการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 2 ส่วน อย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานและเนื้อหาที่นักเรียนใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัตวศาสตร์พื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้กับหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ บ้าง เช่น กายวิภาคของพืช เพราะเป็นหน่วยที่มีเนื้อหาค่อนข้างมาก และรายละเอียดของเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปโครงสร้างภาพในหรือกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในพืชเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหากสามารถสร้างออกมาเป็นสัตวศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ จะส่งเสริมความเข้าใจให้กับผู้เรียนมากขึ้น

2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้สัตวศาสตร์พื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้พัฒนาการสร้างมโนภาพ หรือการสื่อสารด้วยภาพในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เพื่อเพิ่มความเข้าใจและง่ายต่อการเรียนรู้

รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- จุมพล เหมะศิรินทร์. (2557). *ก่อนจะมาเป็นหนังสือ ความเชื่อกับวิทยาศาสตร์*. สืบค้นจาก <http://nstdachannel.tv/20140403-cc305-am-01/>
- ทีศนา แคมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์. (2557). *หลักและวิธีสอนอ่านภาษาไทย*. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- เสาวลักษณ์ รัตนวิเศษ. (2531). *เอกสารคำสอนหลักสูตรการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อนุชา โสมาบุตร. (2561). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)*. สืบค้น 13 เมษายน 2563, จาก <http://www.finding.co.th/it-solutions/human-resources-hr/14-it-solutions/human-resources-hr/85-constructivist-theory.html>
- Jensen, E. (2008). *Brain-based learning : the new paradigm of teaching (2nd ed.)*. California: Corwin Press.
- O'Shaughnessy, M., Stadler, J. & Casey, S. (2017). *Media and society* (6th. ed.). Melbourne, Australia: Oxford University Press
- Sharo, A., Maran, T., & Tonnessen, M. (2015). Towards Synthesis of Biology and Semiotics. *Biosemiotics* 8(1), 1-7. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12304-015-9239-y.pdf>
- Spektor-Levy, O., Eylon, B.S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference?. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 875-903. doi:10.1007/s10763-009-9150-6
- Scherz, Z., & Spektor-Levy, O. (2008). *Learning Skills for Post-16 Sciences Introduction*. London: Jo Oladejo (Nuffield Curriculum Centre).

Translated Thai References

- Haemakirin. J. (2014). *Before it became a book Belief and Science*. Retrieved from <http://nstdachannel.tv/20140403-cc305-am-01/> [in Thai]
- Kaemane, T. (2008). *The Science of Teaching: Knowledge for Organising Effective Learning Process*. Bangkok: Qdeon store. [in Thai]
- Ministry of Education. (2002). *Guidelines for measuring and evaluating*. Bangkok: The Printing House of the Teachers' Council Lat Phrao
- Munsetavit, S. (2014). *Principles and methods of teaching Thai language reading*. Bangkok: Office of the Prime Minister. [in Thai]
- Rattanawit. S. (1988). *Document of course in high school*. Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]
- Somabut, A. (2018). *Constructivist Theory*. Retrieved April 13, 2020, from <http://www.finding.co.th/it-solutions/human-resources-hr/14-it-solutions/human-resources-hr/85-constructivist-theory.html>