

การพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

The Development of Assessment Criteria for Science Communication Via Infographics for Secondary School Students

ปัทมาภรณ์ แก้วคงคา^{1*} ภาวิณี รัตนคอน² กุลธิดา นกุลธรรม³ และ นันทรัตน์ เครืออินทร์³
Pattamaporn kaewkhongkha^{1*}, Pawinee Rattanakorn², kulthida nugultham³ and Nantarat Kruea-In³

(Received: February 17, 2024; Revised: March 19, 2024; Accepted: March 21, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก และ 2) ศึกษาผลการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่สร้างขึ้น โดยประเมินอินโฟกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 18 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมวิจัย ผลการวิจัยพบว่าเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกได้ผ่านการวิพากษ์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน เกณฑ์ประเมินที่พัฒนาขึ้นครอบคลุมองค์ประกอบ 2 ด้านคือ 1) ด้านเนื้อหาและข้อมูล และ 2) ด้านการออกแบบ ระดับคะแนนในแต่ละองค์ประกอบแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2, 1 และ 0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแยกกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาอภิปรายหาข้อสรุปจนได้คะแนนที่ตรงกันทั้งหมด (ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 1) และคำนวณหาค่าร้อยละของผลการประเมินในแต่ละองค์ประกอบ ผลการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก พบว่า ในด้านเนื้อหาและข้อมูล ชิ้นงานส่วนใหญ่ยังระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ พบความคลาดเคลื่อนของเนื้อหาวิทยาศาสตร์บางส่วน ในด้านการออกแบบ พบว่า ชิ้นงานส่วนใหญ่ใช้การจัดวางเค้าโครงข้อมูลที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาที่สื่อสาร อีกทั้งรูปแบบตัวอักษรและรูปภาพประกอบที่ใช้ยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและข้อมูลที่น่าเสนอ

คำสำคัญ อินโฟกราฟิก การสื่อสารวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การประเมิน วิวัฒนาการ

¹ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Doctoral degree student, Science Education Program, Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University

² Lecturer, General Science Program, Faculty of Education, Suan Sunandha Rajabhat University

³ Assistant Professor, Science Education Program, Faculty of Education and Development Sciences, Kasetsart University

* Corresponding Author E-mail: Nantarat.p@ku.th

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop assessment criteria for science communication via infographics; and 2) study the results of trying out the developed assessment criteria by assessing the infographics produced by 18 Grade 10 students who participated in the study voluntarily. The results revealed that the content validity of the assessment criteria was validated by 3 science education experts. The assessment criteria developed covered 2 components: 1) the content and information, and 2) the design. The score level for each component was divided into 3 levels: 2, 1, and 0. In data analysis, the researchers separately used the criteria to evaluate the student infographics, then took the results, discussed them, and drew conclusions until all the scores matched (inter-rater reliability = 1). The percentage of each component score level was calculated. The results of trying out the assessment criteria for science communication via infographics showed that, regarding the components of content and information, most of the workpieces could not identify complete scientific content. Some scientific misconceptions were found. Regarding the design and the components of the design, it was found that most workpieces used inappropriate layouts. The font styles and illustrations were also inconsistent with the content and information being presented in the infographics.

Keywords: infographics, science communication, assessment criteria, evolution

บทนำ

โลกในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีทั้งเรื่องที่เป็นเรื่องจริงที่น่าเชื่อถือและเรื่องที่ขาดหลักฐานเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน การเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในด้านทักษะการสื่อสารจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับข้อมูลข่าวสารที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารของนักเรียนอย่างแพร่หลาย อาทิ การศึกษาความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 100 คน ในรัฐชวากลาง ประเทศอินโดนีเซีย โดยการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการสื่อสาร ไม่กล้าถามหรือแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการขาดความเข้าใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Angganing et al., 2022) การศึกษาเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในประเทศอิสราเอล จำนวน 160 คน ที่เรียนด้วยโปรแกรมที่ส่งเสริมการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งเน้นทักษะการสื่อสารด้วยการพูดและการเขียน พบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามโปรแกรมสามารถตอบคำถามหรือทำงานที่ซับซ้อนในด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ได้เรียนตามโปรแกรม (Spektor-Levy et al., 2009) และยังมี

การศึกษาความสามารถในการสื่อสารแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาหลักสูตรชีวเคมี มหาวิทยาลัยรัฐในเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการสื่อสารแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบเดิมโดยการทำรายงานหรือการพูดนำเสนอผลงาน ในบางครั้งไม่สามารถทำให้ผู้รับสารที่ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์เข้าใจข้อมูลเหล่านั้นได้ แต่การสื่อสารโดยการใช้ภาพแทนจะทำให้เข้าใจแนวคิดได้มากกว่า (Jones, 2019) และจากการศึกษาของ Phinin (2021) พบว่า ทักษะการสื่อสารของเด็กไทยมีปัญหาค่อนข้างมาก โดยนักเรียนจะสื่อสารจากการอ่านตามข้อความได้อย่างเดียว แต่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นในประเด็นสำคัญเพิ่มเติมได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสรุปเนื้อหาได้ตรงประเด็นและไม่สามารถถ่ายทอดความรู้หรืออธิบายและบรรยายเรื่องราวต่าง ๆ ที่ซับซ้อนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

สำหรับประเทศไทย นโยบายแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับสมรรถนะของผู้เรียน โดยเฉพาะความสามารถในการสื่อสาร เพื่อช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนรู้จักคิด เรียนรู้ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสาร และสามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต โดยได้กำหนดเป้าหมายความสามารถในการสื่อสารเมื่อนักเรียนเรียนจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ว่านักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และสื่อสารนำเสนอด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับได้ อีกทั้งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแค่มุ่งให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังเพื่อให้นักเรียนมีทักษะที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ส่งผลให้บทบาทหน้าที่ของผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ตามทักษะ สร้างโอกาสที่จะประยุกต์ทักษะเชิงบูรณาการข้ามสาระเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่างกันออกไป และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้สู่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Azizah et al. (2021) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ถูกกำหนดให้เป็นความสามารถในการถ่ายทอดความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจใช้วิธีการสื่อสารด้วยวาจา หรือสื่อสารด้วยอวัจนภาษาในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสื่อสารด้วยอวัจนภาษาที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การสื่อสารด้วยภาพ ที่ผู้ส่งสารใช้ภาพหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อส่งข้อมูลอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพให้ผู้อื่นตีความและตอบสนอง ทั้งนี้จากการศึกษาวิจัยของ Kulgemeyer & Schecker (2013) ได้ระบุไว้ว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ดีประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงที่ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยคำนึงถึงผู้รับสารเป็นสำคัญ ทำให้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ใช้อาจปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ของผู้รับสารได้ ในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผู้ส่งสารสามารถสร้างสารที่ดึงดูดผู้รับสารได้ โดยผ่านองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหา (factual content) เป็นข้อมูล ข้อเท็จจริง หรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ส่งสารต้องการสื่อสารออกมาให้ผู้รับ 2) บริบท (context) เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหา ข้อมูล ข้อเท็จจริงที่นำเสนอเข้ากับเหตุการณ์หรือตัวอย่างในชีวิตประจำวัน 3) ภาษา (code) เป็นสิ่งที่ผู้ส่งสารต้องระบุหรือเลือกว่าจะใช้ภาษาชนิดใดในการสื่อสารออกมา เพื่อให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ชัดเจน เหมาะสม และถูกต้อง และ 4) สิ่งแทนความ

(representation form) เป็นการเลือกใช้สิ่งต่างๆ ที่จะเป็นตัวแทนของเนื้อหา หรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้ส่งสารอาจใช้รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ ตาราง หรือสิ่งอื่นๆ แทนเนื้อหา ทำให้ข้อมูลที่จะนำเสนอมีความเหมาะสม และเข้าใจได้ง่ายขึ้น

การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ด้วยภาพมีประสิทธิภาพดีกว่าและใช้เวลาสื่อสารได้สั้นกว่า การสื่อสารด้วยวาจาหรือด้วยตัวอักษร เนื่องจากภาพสามารถแสดงข้อมูลที่ซับซ้อนแทนข้อความหรือคำอธิบายจำนวนมากได้ (Alrwele, 2017) วิธีการแสดงข้อมูลด้วยภาพที่แพร่หลายในปัจจุบันแนวทางหนึ่งคือการนำเสนอข้อมูลด้วยอินโฟกราฟิก (infographic) ที่นำเสนอข้อมูลด้วยข้อความที่กระชับและแสดงภาพเพื่อถ่ายทอดข้อความ ทำให้ผู้รับสารสามารถเข้าถึงข้อมูลและดึงดูดความสนใจได้ง่าย จากประสิทธิภาพของอินโฟกราฟิกที่สามารถสื่อสารข้อมูลด้วยภาพที่เข้าใจง่าย จึงมีการนำอินโฟกราฟิกไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เช่น จากงานวิจัยของ Azizah et al. (2021) ที่ศึกษาทักษะการสื่อสารด้านการพูดและด้านการออกแบบภาพเพื่อนำเสนอข้อมูลในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าเมื่อนำอินโฟกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนได้ และงานวิจัยของ Basco (2020) ยังพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยอินโฟกราฟิกมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการเข้าใจข้อมูลที่ซับซ้อน ความสามารถในการจัดกลุ่มข้อมูล ความสามารถในการสื่อสารข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาจะมีการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เช่น จากการศึกษาบทความของ Siricharoen & Siricharoen (2015) ที่กล่าวถึงการประเมินอินโฟกราฟิกว่าเป็นคำถามปลายเปิดหรือแบบมาตรฐานค่าที่ประกอบด้วยคำถามในด้านต่างๆ เช่น ด้านเนื้อหา ด้านการวางรูปแบบ ข้อความภาพ สี กราฟ และด้านอื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Damyanov & Tsankov (2018) ที่ใช้แบบประเมินอินโฟกราฟิกแบบคำถามปลายเปิดในการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกของผู้เรียน เรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อมในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยในการประเมินจะมีการหักคะแนนเมื่อต้องปรับปรุงชิ้นงาน หรือมีคุณสมบัติไม่ครบตามประเด็นคำถาม และงานวิจัยของ Kardgar et al. (2017) ที่ศึกษาวิธีการสอนและแบบประเมินอินโฟกราฟิกของนักเรียนสาขาเทคโนโลยี ในปี 2015 พบว่า แบบประเมินอินโฟกราฟิกประกอบด้วยเกณฑ์ 3 ด้าน คือ เนื้อหาของอินโฟกราฟิก ประเด็นสำคัญที่ต้องการสื่อสาร และความเหมาะสมของการนำเสนอ โดยให้ผู้เรียนตรวจสอบแบบร่างอินโฟกราฟิกของตนเองกับเกณฑ์การประเมิน ซึ่งพบว่าแบบประเมินที่ใช้เป็นแบบประเมินด้านเนื้อหา การจัดรูปแบบ และความเหมาะสมของการออกแบบ แต่ไม่ได้มุ่งเน้นด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และด้านความครบถ้วนขององค์ประกอบชิ้นงานอินโฟกราฟิก

จากนโยบายแผนการศึกษาแห่งชาติและเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ให้ความสำคัญและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมุ่งเน้นการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ด้วยภาพหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ผ่านชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้รับสารและถ่ายทอดข้อมูลวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ การพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านชิ้นงานอินโฟกราฟิกจึงมีความสำคัญ แต่จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบประเมินอินโฟ

กราฟิกในปัจจุบันยังไม่มุ่งเน้นประเมินด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์และความครบถ้วนขององค์ประกอบชิ้นงาน งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่สามารถประเมินชิ้นงานได้อย่างครอบคลุมทั้งด้านการเนื้อหาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ควรนำมาอ้างอิงและด้านองค์ประกอบของอินโฟกราฟิก เพื่อสามารถนำมาใช้ประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่นักเรียนสร้างขึ้นได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก
2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่สร้างขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยนี้ให้นักเรียนจัดทำอินโฟกราฟิกเพื่อสื่อสารเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ในรายวิชาชีววิทยา 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ขอบเขตด้านผู้เข้าร่วมงานวิจัย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ จำนวน 18 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมในงานวิจัยนี้ โดยนักเรียนมีอายุ 15 – 16 ปี คณะเพศ มาจากห้องเรียนเดียวกัน มีผลการเรียนในรายวิชาต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ดี และมีเกรดเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป และผ่านการเรียนเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา 2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว ผู้วิจัยเลือกศึกษานักเรียนในห้องเรียนนี้เพื่อลดตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น ระดับความรู้ความเข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก เพื่อออกแบบเกณฑ์ที่สามารถประเมินได้ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์และด้านองค์ประกอบของอินโฟกราฟิก ดังนี้

2.1 การศึกษาองค์ประกอบของอินโฟกราฟิก

จากการศึกษาองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกจากงานวิจัยและบทความต่างๆ ที่ตีพิมพ์ในช่วงปี ค.ศ. 2012 – 2020 ที่เผยแพร่บนฐานข้อมูล แล้วคัดเลือกงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกได้ พบว่า Davis & Quinn (2013) กล่าวว่า อินโฟกราฟิกที่มีประสิทธิภาพนั้นควรมีลักษณะสำคัญ 4 ด้าน คือ (1) มีวัตถุประสงค์หรือข้อมูลที่ต้องการสื่อสารชัดเจน (2) มีองค์ประกอบ เช่น โทนสี สัญลักษณ์เหมาะสมกับเนื้อหา (3) มีการอ้างอิงหลักฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือและส่งเสริมความเข้าใจของผู้อ่าน และ 4) มีรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล เช่น มีกราฟหรือแผนภูมิแสดงข้อมูลทางสถิติ หรือมีแผนภาพวงจรที่ใช้นำเสนอข้อมูล และพบว่างานวิจัยของ Thatcher (2012) ระบุองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siricharoen & Siricharoen (2015) โดยกล่าวว่า อินโฟกราฟิกประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

(1) ภาพองค์ประกอบ (2) เนื้อหา และ (3) ความรู้ ซึ่งส่วนของเนื้อหาและความรู้คือส่วนที่เป็นข้อมูลตัวอักษร หรือข้อความที่ผู้ส่งสารต้องการถ่ายทอดเนื้อหา

ผู้วิจัยจึงกำหนดองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกให้มี 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา/ข้อมูล และด้านการออกแบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิก

2.2 การศึกษาเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก

จากการศึกษางานวิจัยและบทความต่างๆ พบว่าเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นมาตรฐานค่าที่มีการแบ่งระดับและการระบุความหมายของแต่ละระดับแตกต่างกัน เช่น งานวิจัยของ Kardgar et al. (2017) ที่พัฒนาแบบประเมินอินโฟกราฟิกเป็นแบบมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ เหมาะสมมาก เหมาะสม และไม่เหมาะสม โดยประกอบด้วยการประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านข้อความสื่อสาร 2) ด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูล 3) ด้านความสมดุลของภาพและข้อความ 4) ด้านความสมดุลสี และ 5) ด้านแบบอักษร ส่วนในงานวิจัยของ Alrwele (2017) ใช้แบบประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านข้อมูล ด้านองค์ประกอบและความสวยงาม และด้านการนำไปใช้ ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 16 รายการ ในแต่ละรายการให้คะแนนแบบมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ ค่าคะแนน 2 1 และ 0 ในองค์ประกอบด้านข้อมูล และด้านความสวยงามของชิ้นงานอินโฟกราฟิก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นเบื้องต้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ผู้วิจัยนำเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาในรูปของการประชุมวิพากษ์เครื่องมือ จนผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีความเห็นพ้องตรงกัน ผู้วิจัยจัดทำสรุปประเด็นข้อเสนอแนะ และนำไปปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก เสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านตรวจสอบอีกครั้ง ได้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก ดังตาราง 1 แล้วจึงนำเกณฑ์ไปทดลองใช้ประเมินอินโฟกราฟิกของนักเรียนที่เข้าร่วมในงานวิจัย โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำชิ้นงานอินโฟกราฟิก 1 ชิ้น เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับแนวคิดและหลักฐานการเกิดวิวัฒนาการสิ่งมีชีวิต ของ Jean Lamarck และ Charles Darwin โดยใช้แพลตฟอร์ม Canva ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มสำหรับการออกแบบกราฟิก ผ่านทางเว็บไซต์ <https://www.canva.com> ให้เวลานักเรียนจัดทำชิ้นงานประมาณ 1 สัปดาห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจให้คะแนนชิ้นงานอินโฟกราฟิกดำเนินการโดยผู้วิจัย 2 คนซึ่งทำหน้าที่ประเมินชิ้นงานของผู้เรียน ผู้วิจัยแต่ละคนแยกกันตรวจให้คะแนนชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนำผลการตรวจคะแนนมารวบรวมกันพิจารณาทั้งที่สอดคล้องและแตกต่างกันของเกณฑ์องค์ประกอบแต่ละด้าน และนำผลที่ได้มาหารือร่วมกันจนได้ข้อยุติของการให้คะแนนชิ้นงานจนตรงกันทั้งหมด (inter-rater reliability = 1)

ผลการวิจัย

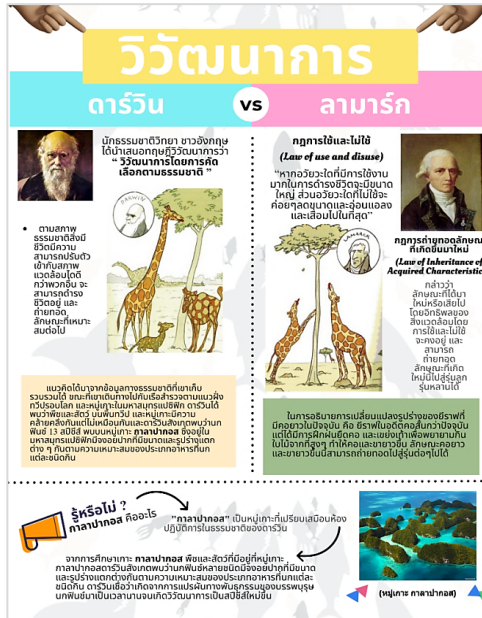
1. การพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก

เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของการประเมินของ Kardgar et al. (2017) และ Alrwele (2017) พบว่าประกอบด้วย เกณฑ์ประเมินมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาหรือข้อมูล และด้านการออกแบบ แต่ยังไม่ครอบคลุมประเด็นความถูกต้องของข้อมูลเนื้อหาตามหลักวิทยาศาสตร์ และยังมีการประเมินด้านเค้าโครงการออกแบบที่ไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนโดยนำองค์ประกอบทั้ง 2 ด้านมาพิจารณาเป็นแบบประเมินในด้านต่างๆ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ ดังตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก

รายการ	คะแนนประเมิน		
	2	1	0
ด้านเนื้อหาและข้อมูล			
ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	เนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดให้และมีรายละเอียดของเนื้อหาที่สมบูรณ์ในทุกหัวข้อ	เนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดให้ ครบถ้วน แต่รายละเอียดของเนื้อหา ยังไม่สมบูรณ์	เนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนด และรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังไม่สมบูรณ์
ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	สื่อสารเนื้อหาตามข้อเท็จจริงและหลักวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด	สื่อสารเนื้อหาตามหลัก วิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมี ความคลาดเคลื่อนของเนื้อหาอยู่ บางส่วน	ไม่มีส่วนที่สื่อสารเนื้อหาได้ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์
ด้านการออกแบบ			
เค้าโครงการออกแบบ	มีการจัดและวางข้อมูลลงในเค้าโครงที่เหมาะสม การจัดวาง ข้อมูล เข้าใจ ได้ง่ายส่งเสริมการสื่อสารความหมายของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	มีการจัดและวางข้อมูล ลงในเค้า โครงที่เหมาะสม แต่ไม่ได้ส่งเสริม การสื่อสารความหมายของข้อมูลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น	ออกแบบเค้าโครง จัดและวางข้อมูล ไม่เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ ต้องการสื่อสาร
รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและ สีที่ส่งเสริมการสื่อสารความหมายของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและ สีที่เหมาะสมและอ่านได้ง่าย	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและ สีที่ไม่เหมาะสมและอ่านยาก
รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ	รูปภาพและ/หรือสื่อที่ใช้มีความ น่าสนใจ สามารถสื่อสารและ เล่า เรื่องของข้อมูลที่นำเสนอได้ชัดเจน ในตัวเอง	รูปภาพและ/หรือสื่อที่ใช้สอดคล้อง กับ ข้อมูล น่าสนใจ แต่ไม่สามารถ สื่อสารข้อมูลที่นำเสนอได้ด้วย รูปภาพนั้นต้องอาศัยข้อความมา อธิบายประกอบ	รูปภาพไม่สอดคล้องกับข้อมูลไม่ น่าสนใจและ/หรือใช้เพื่อกำ การ ตกแต่งชิ้นงานเท่านั้น

เมื่อผู้วิจัยนำเกณฑ์ข้างต้นไปทดลองใช้ประเมินชิ้นงานของนักเรียนโดยแต่ละคนแยกกันประเมินพบว่า ประเมินได้ระดับเดียวกัน ยกเว้นมีชิ้นงานของนักเรียนจำนวน 4 คนจากทั้งหมด 18 คน ที่ผู้วิจัยให้คะแนนแตกต่างกันในด้านการออกแบบ ได้แก่ เค้าโครงการออกแบบ และรูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ผู้วิจัยจึงนำผลคะแนนมาพิจารณาร่วมกันจนได้ข้อมูลคะแนนที่ตรงกันทั้งหมด (inter-rater reliability = 1) ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างชิ้นงานอินโฟกราฟิกพร้อมแสดงผลการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกและเหตุผลในการให้คะแนนที่ผู้วิจัยมีความเห็นที่สอดคล้องกันในทุกองค์ประกอบแล้ว ดังตัวอย่างชิ้นงานอินโฟกราฟิก (ก)



(ก)

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างชิ้นงานอินโฟกราฟิก (ก)

ตาราง 2 ผลการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิก ภาพ (ก) และเหตุผลในการให้คะแนน

ด้านเนื้อหาและข้อมูล		ด้านการออกแบบ		
ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	เค้าโครงการออกแบบ	รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี	รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ
2	2	1	0	1

- ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหาครอบคลุมตามหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังครบถ้วนสมบูรณ์ โดยการอธิบายการเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ Lamarck กับ Darwin และอธิบายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสที่เป็นไปตามแนวคิดของ Darwin ได้ครบถ้วนตามขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้
- ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหามีความถูกต้อง และเป็นจริงตามหลักวิทยาศาสตร์
- เค้าโครงการออกแบบ ได้ 1 คะแนน เพราะมีการจัดและวางข้อมูลลงในเค้าโครงที่เหมาะสม แต่ไม่ได้ส่งเสริมการสื่อสารความหมายของข้อมูลในการเปรียบเทียบความแตกต่างของ 2 แนวคิดให้ชัดเจน และมีการจัดวางองค์ประกอบด้านเนื้อหาแน่นเกินไป
- ด้านรูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี ได้ 0 คะแนน เพราะรูปแบบตัวอักษรและขนาดตัวอักษรเล็กเกินไป (ขนาดตัวอักษรต่ำกว่า 20-24 พอยต์) ทำให้อ่านยาก
- ด้านรูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ได้ 1 คะแนน เพราะการนำภาพหมู่เกาะกาลาปากอสมาใช้ มีความน่าสนใจ แต่ไม่สามารถสื่อสารถึงลักษณะของนกฟินช์ที่เป็นไปตามแนวคิดวิวัฒนาการได้

ในระหว่างที่ตรวจประเมินชิ้นงานผู้วิจัยยังพบอีกว่า เกณฑ์การประเมินยังไม่สามารถประเมินชิ้นงานของนักเรียนได้อย่างละเอียดชัดเจน เนื่องจากชิ้นงานส่วนหนึ่งใส่เนื้อหาข้อมูลวิทยาศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องและมีการจัดวางเค้าโครงไม่เหมาะสม เช่น มีการจัดวางข้อความในรูปแบบการเขียนบรรยายหรือแบบสรุปย่อความตลอดจนไม่ใส่ภาพประกอบในชิ้นงานเลย ทำให้เกณฑ์ไม่สามารถประเมินได้ ดังตัวอย่างชิ้นงานอินโฟกราฟิก

ภาพ (ข) และ (ค) ซึ่งสรุปผลการประเมินชิ้นงานและเหตุผลในการให้คะแนน โดยการใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกข้างต้น ดังนี้



(ข)



(ค)

ภาพ 2 แสดงตัวอย่าง (ข) ชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่ไม่มีเค้าโครงการออกแบบ และ (ค) ชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่ไม่ใส่ภาพประกอบ โดยใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก

ตาราง 3 ผลการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิก (ข) และ (ค) เหตุผลในการให้คะแนน

ด้านเนื้อหาและข้อมูล		ด้านการออกแบบ		
ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	เค้าโครงการออกแบบ	รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี	รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ
ผลการประเมิน ภาพ (ข)				
2	2	ไม่สามารถประเมินได้	0	1
<p>- ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหาครอบคลุมตามหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังครบถ้วนสมบูรณ์ โดยการอธิบายการเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ Lamarck กับ Darwin และอธิบายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสที่เป็นไปตามแนวคิดของ Darwin ได้ครบถ้วนตามขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้</p> <p>- ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหามีความถูกต้อง และเป็นจริงตามหลักวิทยาศาสตร์</p> <p>- เค้าโครงการออกแบบ ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากในชิ้นงานไม่ปรากฏการวางเค้าโครงของรูปแบบอินโฟกราฟิก ซึ่งไม่มีอยู่ในเกณฑ์ของการให้คะแนน</p> <p>- ด้านรูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี ได้ 0 คะแนน เพราะ รูปแบบตัวอักษรอ่านยาก ขนาดเล็ก ไม่มีการใช้สีเน้นเพื่อส่งเสริมการสื่อข้อมูลที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น</p> <p>- ด้านรูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ได้ 1 คะแนน เพราะ มีการนำภาพวิวัฒนาการของยีราฟ และงอยของนกฟินช์มาใช้ ประกอบให้มีความน่าสนใจ แต่ยังคงอาศัยข้อความอธิบายของรูปภาพเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น</p>				
ผลการประเมิน ภาพ (ค)				
0	0	0	0	ไม่สามารถประเมินได้

ตาราง 3 (ต่อ)

- ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด ได้ 0 คะแนน เพราะ เนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังไม่สมบูรณ์ โดยแนวคิดต่างๆ ยังไม่ชัดเจน ซึ่งไม่มีสาเหตุการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสที่เป็นไปตามแนวคิดของ Darwin
- ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ได้ 0 คะแนน เพราะ มีเนื้อหา 3 ประเด็นที่คลาดเคลื่อน คือ แนวคิดของลามาร์ก การอธิบายลักษณะของปากนกกระจอกที่เป็นไปตามแนวคิดดาร์วิน และการบอกแนวคิดของดาร์วินไม่ชัดเจน
- คำโครงสร้างการออกแบบ ได้ 0 คะแนน เพราะ ไม่มีมีการจัดและวางข้อมูลตามคำโครงสร้างของการสื่อความหมาย ของอินโฟกราฟิกให้เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร และใส่เนื้อหาข้อความมากเกินไป ทำให้การจัดวางตัวหนังสือแน่น
- รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี ได้ 0 คะแนน เพราะ รูปแบบตัวอักษรอ่านยาก ขนาดเล็ก บางส่วนสีกลมกลืนไปกับพื้นหลัง บางส่วนไม่มีการใช้สีเน้นเพื่อส่งเสริมการสื่อข้อมูลที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น
- รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากในชิ้นงานไม่ปรากฏรูปภาพใดๆ ซึ่งไม่มีอยู่ในเกณฑ์ของการให้คะแนน

จากการวิเคราะห์ชิ้นงานอินโฟกราฟิก ภาพ (ข) และ (ค) แสดงให้เห็นว่า เกณฑ์คะแนน 3 ระดับที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถนำมาประเมินผลงานของผู้เรียนเหล่านี้ได้ ผู้วิจัยจึงร่วมกันปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนน โดยปรับค่าคะแนนประเมินที่ระดับ 0 เพิ่มระดับที่สามารถประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกที่ไม่ปรากฏด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบ ผู้วิจัยนำเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาปรับปรุงเพิ่มเติมนี้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านอีกครั้งเพื่อให้ร่วมกันวิพากษ์ พิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นได้ปรับปรุงแก้ไขจนได้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง) ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง)

รายการ	คะแนนประเมิน			
	2	1	0	
ด้านเนื้อหาและข้อมูล				
ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	เนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่กำหนด ให้และมีรายละเอียดของเนื้อหาที่สมบูรณ์ในทุกหัวข้อ	เนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่กำหนด ให้ครบถ้วน แต่รายละเอียดของเนื้อหายังไม่สมบูรณ์	เนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังไม่สมบูรณ์	ไม่ปรากฏเนื้อหาตามที่กำหนด
ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	สื่อสารเนื้อหาตามข้อเท็จจริงและหลักวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด	สื่อสารเนื้อหาตามหลัก วิทยาศาสตร์ ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมี ความคลาดเคลื่อนของเนื้อหาอยู่บางส่วน	ไม่มีส่วนที่สื่อสารเนื้อหา ได้ถูกต้องตามหลัก วิทยาศาสตร์	ไม่ปรากฏเนื้อหาที่สามารถสื่อสารเนื้อหาตามหลักวิทยาศาสตร์ได้
ด้านการออกแบบ				
คำโครงสร้างการออกแบบ	มีการจัดและวางข้อมูลลงในเค้าโครงที่เหมาะสม การจัดวาง ข้อมูล เข้าใจได้ง่ายส่งเสริมการสื่อสาร ความหมายของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	มีการจัดและวางข้อมูล ลงในเค้าโครงที่เหมาะสม แต่ไม่ได้ส่งเสริม การสื่อสารความหมายของข้อมูลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น	ออกแบบเค้าโครง จัด และวาง ข้อมูล ไม่เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร	ไม่ปรากฏเค้าโครงการ ออกแบบ
รูปแบบอักษรและ การเลือกใช้สี	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและสีที่ส่งเสริมการสื่อสารความหมายของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาด และสีที่ เหมาะสมและอ่าน ได้ง่าย	เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและสีที่ไม่เหมาะสม และอ่านยาก	ไม่ ปรากฏตัวอักษร และ/หรือการใช้สี
รูปภาพและสื่อที่ใช้ ประกอบ	รูปภาพและ/หรือสื่อที่ใช้มีความน่าสนใจ สามารถสื่อสาร และ เล่า เรื่องของ ข้อมูลที่ นำเสนอได้ชัดเจนในตัวเอง	รูปภาพและ/หรือสื่อที่ใช้สอดคล้อง กับ ข้อมูล น่าสนใจ แต่ไม่สามารถ สื่อสารข้อมูลที่น่าสนใจด้วยรูปภาพ นั้นต่ออาศัยข้อความมาอธิบาย ประกอบ	รูปภาพไม่สอดคล้องกับ ข้อมูลไม่น่าสนใจและ/ หรือใช้เพื่อการตกแต่ง ชิ้นงานเท่านั้น	ไม่ปรากฏรูปภาพและ/ สื่อที่ใช้ประกอบ

ผู้วิจัยนำชิ้นงานที่ไม่สามารถประเมินด้วยเกณฑ์เดิมมาแยกกันตรวจให้คะแนนชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียนแต่ละคนอีกครั้งโดยใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง) ทำให้ได้ค่าคะแนนผลการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกภาพ (ข) และ (ค) พร้อมระบุเหตุผลในการให้คะแนนดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิก (ข) และ (ค) เหตุผลในการให้คะแนนจากการใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง)

ด้านเนื้อหาและข้อมูล		ด้านการออกแบบ		
ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	เค้าโครงการออกแบบ	รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี	รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ
ผลการประเมิน ภาพ (ข)				
2	2	0	0	1
<p>- ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหาครอบคลุมตามหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังครบถ้วนสมบูรณ์ โดยการอธิบายการเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ Lamarck กับ Darwin และอธิบายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสที่เป็นไปตามแนวคิดของ Darwin ได้ครบถ้วนตามขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้</p> <p>- ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ได้ 2 คะแนน เพราะเนื้อหามีความถูกต้อง และเป็นจริงตามหลักวิทยาศาสตร์</p> <p>- เค้าโครงการออกแบบ ได้ 0 คะแนน เพราะ ไม่มีปรากฏเค้าโครงการออกแบบในรูปแบบของอินโฟกราฟิก โดยไม่มีการจัดและวางข้อมูลตามเค้าโครงของการสื่อความหมายในอินโฟกราฟิกให้เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร เป็นการจัดวางข้อมูลในลักษณะของการเขียนเป็นความเรียงที่ต่อเนื่องกัน</p> <p>- ด้านรูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี ได้ 0 คะแนน เพราะ รูปแบบตัวอักษรอ่านยาก ขนาดเล็ก ไม่มีการใช้สีเน้นเพื่อส่งเสริมการสื่อข้อมูลที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น</p> <p>- ด้านรูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ได้ 1 คะแนน เพราะ มีการนำภาพวิวัฒนาการของยีราฟ และจงอยของนกฟินช์มาใช้ ประกอบให้มีความน่าสนใจ แต่ยังต้องอาศัยข้อความมาอธิบายของรูปภาพเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น</p>				
ผลการประเมิน ภาพ (ค)				
0	0	0	0	0
<p>- ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด ได้ 0 คะแนน เพราะ เนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังไม่สมบูรณ์ โดยแนวคิดต่างๆ ยังไม่ชัดเจน ซึ่งไม่มีสาเหตุการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสที่เป็นไปตามแนวคิดของ Darwin</p> <p>- ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ได้ 0 คะแนน เพราะ มีเนื้อหา 3 ประเด็นที่คลาดเคลื่อน คือ แนวคิดของการอธิบายลักษณะของปากนกกระจอกที่เป็นไปตามแนวคิดดาร์วิน และการบอกแนวคิดของดาร์วินไม่ชัดเจน</p> <p>- เค้าโครงการออกแบบ ได้ 0 คะแนน เพราะ ไม่มีมีการจัดและวางข้อมูลตามเค้าโครงของการสื่อความหมายของอินโฟกราฟิกให้เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร และใส่เนื้อหาข้อความเยอะเก๋นไป ทำให้การจัดวางตัวหนังสือดูแน่น</p> <p>- รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี ได้ 0 คะแนน เพราะ รูปแบบตัวอักษรอ่านยาก ขนาดเล็ก บางส่วนสีกลมกลืนไปกับพื้นหลัง บางส่วนไม่มีการใช้สีเน้นเพื่อส่งเสริมการสื่อข้อมูลที่สำคัญให้ชัดเจนขึ้น</p> <p>- รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ได้ 0 คะแนน เพราะ ไม่ปรากฏรูปภาพที่สามารถสื่อความหมายของข้อมูล และรูปภาพที่ใช้ประกอบเพื่อการตกแต่งในอินโฟกราฟิก</p>				

2. ผลการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง)

ผู้วิจัยนำคะแนนชิ้นงานของนักเรียนทั้งหมดหลังผ่านข้อยุติของการประเมินเรียบร้อยแล้วแล้วมานับจำนวนนักเรียนและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับคะแนนประเมิน ทั้งด้านเนื้อหาและข้อมูล และด้านการออกแบบจากการใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุง ได้ผลแสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 จำนวนนักเรียนและร้อยละของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละค่าคะแนนประเมิน โดยใช้เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก (ปรับปรุง)

รายการ	จำนวนนักเรียนในแต่ละค่าคะแนนประเมิน (ร้อยละ)			
	ค่าคะแนนประเมิน			
	2	1	0	
ด้านเนื้อหาและข้อมูล				
1. ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด	5 (27.78)	5 (27.78)	8 (44.44)	0
2. ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์	5 (27.78)	9 (50.00)	3 (16.67)	1 (5.56)
ด้านการออกแบบ				
1. เค้าโครงการออกแบบ	1 (5.56)	3 (16.67)	12 (66.67)	2 (11.11)
2. รูปแบบอักษรและการเลือกใช้สี	0	0	17 (94.44)	1 (5.56)
3. รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ	0	14 (77.78)	3 (16.67)	1 (5.56)

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ด้านเนื้อหา ในหัวข้อ 1) ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 8 คน (ร้อยละ 44.4) มีค่าคะแนนประเมินที่ 0 คือ เนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดและรายละเอียดของเนื้อหาให้ยังไม่สมบูรณ์ หัวข้อ 2) ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 9 คน (ร้อยละ 50) มีค่าคะแนนประเมินที่ 1 คือ สามารถสื่อสารเนื้อหาตามหลักวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนของเนื้อหาอยู่บางส่วน โดยพบว่านักเรียนมีเนื้อหาที่คลาดเคลื่อน เช่น พบว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดเกี่ยวแนวคิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นของลามาร์ก หรือการอธิบายถึงปัจจัยจำกัดด้านอาหารในแนวคิดของลามาร์ก เป็นต้น ส่วนด้านการออกแบบ ในหัวข้อ 1) เค้าโครงการออกแบบ นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 12 คน (ร้อยละ 66.67) มีค่าคะแนนประเมินที่ 0 คือ ออกแบบเค้าโครง จัดและวางข้อมูลไม่เหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร หัวข้อ 2) รูปแบบอักษร/การเลือกใช้สี นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 17 คน (ร้อยละ 94.44) มีค่าคะแนนประเมินที่ 0 คือ เลือกใช้รูปแบบตัวอักษร ขนาดและสีที่ไม่เหมาะสมและอ่านยาก และหัวข้อ 3) รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 14 คน (ร้อยละ 77.78) มีค่าคะแนนประเมินที่ 1 คือ รูปภาพและ/หรือสื่อที่ใช้สอดคล้องกับข้อมูล น่าสนใจ แต่ไม่สามารถสื่อสารข้อมูลที่นำเสนอได้ด้วยรูปภาพนั้นต้องอาศัยข้อความมาอธิบายประกอบ จากผลการวิเคราะห์ชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียน จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบในด้านเนื้อหา ชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียนยังระบุเนื้อหาไม่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนด สามารถสื่อสารเนื้อหาตามหลักวิทยาศาสตร์ได้แต่ยังพบว่ามีคลาดเคลื่อนของเนื้อหา ส่วนในด้านการออกแบบ ชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียนมีการออกแบบเค้าโครง การจัดวางข้อมูล การเลือกใช้รูปแบบตัวอักษร และสีที่ไม่เหมาะสม และรูปภาพที่ใช้ประกอบยังไม่สามารถสื่อสารข้อมูลที่ได้อาศัยข้อความมาอธิบายประกอบ

อภิปรายผล

1. งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์แบบประเมินอินโฟกราฟิกของ Alrwele (2017) และ Kardgar et al. (2017) ที่ครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาหรือข้อมูล และด้านการออกแบบที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน และเมื่อนำเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกไปทดลองใช้ จากนั้นผู้วิจัยนำผลการประเมินที่ได้มาวิพากษ์ความสอดคล้องและความแตกต่างของการให้คะแนนจนได้ข้อสรุปคะแนนตรงกันทั้งหมด โดยในแต่ละองค์ประกอบของแบบประเมินมีรายละเอียด ดังนี้

เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นด้านเนื้อหาหรือข้อมูลประกอบไปด้วยการประเมิน 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) ความครอบคลุมของเนื้อหาตามที่กำหนด และ 2) ความถูกต้องของข้อมูลตามความเป็นจริงหรือหลักวิทยาศาสตร์ ส่วนด้านการออกแบบ ประกอบไปด้วยการประเมิน 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1)เค้าโครงการออกแบบ 2) รูปแบบ อักษร/การเลือกใช้สี และ 3) รูปภาพและสื่อที่ใช้ประกอบ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประเมินอินโฟกราฟิกของ Alrwele (2017) พบว่า เป็นเกณฑ์ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ด้านข้อมูล 2) ด้านองค์ประกอบและความสวยงาม และ 3) ด้านการนำไปใช้ และเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิกของ Kardgar et al. (2017) ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1) ด้านข้อความสื่อสาร 2) ด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูล 3) ด้านความสมดุลของภาพ 4) ด้านความสมดุลของสี และ 5) ด้านแบบอักษร จะเห็นได้ว่า เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในด้านเนื้อหาและข้อมูลจะมุ่งเน้นความถูกต้องของข้อมูล แนวคิดวิทยาศาสตร์ และเค้าโครงการออกแบบชิ้นงานอินโฟกราฟิกมากกว่า จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และมีการวางเค้าโครงได้สวยงาม สื่อความหมายได้ชัดเจน

เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ 2, 1, และ 0 โดยคะแนนประเมินที่ระดับ 0 มี 2 ระดับ เพื่อให้สามารถประเมินชิ้นงานอินโฟกราฟิกของนักเรียนในกรณีที่ไม่ปรากฏด้านเนื้อหาและข้อมูล และไม่ปรากฏด้านการออกแบบ ซึ่งคล้ายกับเกณฑ์การประเมินของ Alrwele (2017) ที่มีลักษณะเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 แต่แตกต่างจากเกณฑ์ประเมินของ Kardgar et al. (2017) ที่เป็นแบบมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ เหมาะสมมาก เหมาะสม และไม่เหมาะสม เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นจึงมีความละเอียดและครอบคลุมประเด็นต่างๆ ที่ต้องการประเมินได้

2. จากการศึกษาเกณฑ์ประเมินอินโฟกราฟิกของ Alrwele (2017) และ Kardgar et al. (2017) พบว่า เป็นเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินชิ้นงานของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนทำชิ้นงานอินโฟกราฟิกในขั้นตอนการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นข้อดีของการนำเสนอข้อมูลผ่านอินโฟกราฟิก เน้นการสื่อสารข้อมูลด้วยภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งแบบประเมินทั้ง 2 แบบไม่มุ่งเน้นวัดการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในชิ้นงานอินโฟกราฟิก และไม่มีการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในขณะที่เกณฑ์ประเมิน

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มุ่งประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนนำเสนอในชิ้นงานอินโฟกราฟิก และมีการแสดงค่าคะแนนผลการประเมินชิ้นงานให้ผู้เรียนทราบเพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

เกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนระดับต่างๆ แต่ไม่สามารถนำผลคะแนนที่ได้มาตัดสินเป็นมาตรฐานคุณภาพของอินโฟกราฟิกได้ เนื่องจากการให้คะแนนเกิดจากระดับความคาดหวังและความสามารถในการสื่อสารของผู้ประเมินซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ต้องการใช้แบบประเมินนี้ต้องมีความเข้าใจ ทั้งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นหัวข้อของอินโฟกราฟิกที่จะประเมิน และเข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ประเมินแต่ละองค์ประกอบอย่างชัดเจน โดยอ่านคำอธิบายเกณฑ์คะแนนแต่ละระดับอย่างละเอียดรวมถึงควรฝึกใช้เกณฑ์เพื่อประเมินได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ สอดคล้องกับ Davis-Becker & Buckendahl (2013) และ La Marca et al. (2000) ที่กล่าวว่า ผู้ประเมินจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการประเมิน ลักษณะของผู้เรียน หลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำชิ้นงานอินโฟกราฟิก โดยในระยะแรกผู้ประเมินอาจฝึกใช้เกณฑ์การประเมินร่วมกับเพื่อนร่วมงาน วิเคราะห์ผลคะแนนการประเมินในแต่ละด้านแล้วหาข้อสรุปที่ตรงกันก่อนที่จะผู้วิจัยได้ปฏิบัติในงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับ Janprasert et al. (2020) ที่กล่าวว่า การฝึกปฏิบัติของผู้ประเมินก่อนการประเมินมีความสำคัญต่อความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วิจัย เนื่องจากจะช่วยให้ผู้ประเมินทุกคนเข้าใจกระบวนการประเมินความสอดคล้องในแนวเดียวกัน ทำให้สามารถทำหน้าที่ประเมินได้อย่างอิสระ (Janprasert et al., 2020) หากผู้ประเมินต้องประเมินเพียงคนเดียวให้ทำการตรวจสอบความเที่ยง (reliability) ในการให้คะแนนชิ้นงานด้วยตนเอง โดยสุ่มชิ้นงานที่ตรวจแล้วขึ้นมาให้คะแนนอีกครั้งหนึ่ง แล้วเปรียบเทียบกับผลคะแนนเดิม และอาจเปรียบเทียบกับคุณภาพกับชิ้นงานของนักเรียนคนอื่นที่ได้ระดับคะแนนเท่ากันเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงแม่นยำยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกครั้งนี้ ได้มาจากการศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่มีองค์ประกอบในด้านเนื้อหาและข้อมูล และด้านการออกแบบ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการสัมภาษณ์หรือให้ผู้เรียนอธิบายชิ้นงานอินโฟกราฟิกของผู้เรียนด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่ผู้เรียนต้องการสื่อสารออกมาประกอบในการพัฒนาชิ้นงานอินโฟกราฟิก

2.2 ควรมีการตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนจัดทำชิ้นงานอินโฟกราฟิกเพื่อตรวจสอบว่ามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ ซึ่งจะช่วยลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่จะปรากฏในชิ้นงานอินโฟกราฟิกได้

2.3 การพัฒนาเกณฑ์ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิกนี้ กำหนดขอบเขตของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวนเพียง 18 คน ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมวิจัยให้มากขึ้น และลดความสามารถ เพื่อประเมินคุณภาพของเกณฑ์ให้มีความเหมาะสมและประเมินผลได้แม่นยำมากขึ้น

2.4 แม้ว่านักเรียนที่สร้างขึ้นงานที่เข้าร่วมในงานวิจัยนี้จะเป็นกลุ่มที่มีผลการเรียนดี แต่ผลจากการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินชิ้นงานของนักเรียน พบว่า อินโฟกราฟิกส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับที่ควรพัฒนาทั้งด้านเนื้อหาและข้อมูล และด้านการออกแบบ จึงควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านอินโฟกราฟิก

References

- Alrwele, N. S. (2017). Effects of infographics on student achievement and students' perceptions of the impacts of infographics. *Journal of Education and Human Development, 6*(3), 104-117. <https://doi.org/10.15640/jehd.v6n3a12>
- Angganing, P., Budiningsih, C. A., & Haryanto. (2022). The Profile of Students' Communication Skills on Science Learning in Elementary Schools. *Pegem Journal of Education and Instruction, 13*(1), 117-124.
- Azizah, D. N., Rustaman, N. Y., & Rusyati, L. (2021). Enhancing students' communication skill by creating infographics using Genially in learning climate change. *Journal of Physics: Conference Series, 1806*(1), 012129. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012129>
- Basco, R. O. (2020). Effectiveness of science infographics in improving academic performance among sixth grade pupils of one laboratory school in the Philippines. *Research in Pedagogy, 10*(2), 313-323.
- Damyranov, I., & Tsankov, N. (2018). The role of infographics for the development of skills for cognitive modeling in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 13*(1), 82-92.
- Davis, M. J., & Quinn, D. (2013). Visualizing Text: The New Literacy of Infographics. *Reading Today, 31*(3), 16-18.
- Davis-Becker, S. L., & Buckendahl, C. W. (2013). A proposed framework for evaluating alignment studies. *Educational Measurement: Issues and Practice, 32*(1), 23-33.
- Jones, R. M. (2019). *Advancing Scientific Communication with Infographics: An Assignment for Upper-Level Chemistry Classes*. ACS Symposium Series American Chemical Society.

- Kardgar, A., Mentzer, N., Laux, D., Chesley, A., & Whittinghill, D. M. (2017). *Developing strategies for instruction and assessment of infographics for first-year technology students*. Paper presented at the 2017 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://doi.org/10.18260/1-2--28150>
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Students Explaining Science—Assessment of Science Communication Competence. *Research in Science Education, 43*(6), 2235-2256. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9354-1>
- La Marca, P. M., Redfield, D., & Winter, P. C. (2000). *State standards and state assessment systems: A guide to alignment*. Council of Chief State School Officers.
- Siricharoen, W. V., & Siricharoen, N. (2015). How infographic should be evaluated. *Paper presented at the Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology (ICIT 2015)*. <https://doi.org/10.15849/icit.2015.0100>
- 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.
- Thatcher, B. (2012). *An Overview of Infographics*. <https://www.slideshare.net/slideshow/an-overview-of-infographicsv5-0-15179863/15179863>

Translate Thai References

- Janprasert, B., Laothong, N., & Ngankrathok, S. (2020). Inter-rater Reliability of Alignment between Science Items and Indices. *Journal of Education Studies, 48*(3), 144-163. (in Thai)
- Phinin, T. (2021). The Effects of Model-Base Learning for Developing Science Communication Skill of the Changes of State of Matter for the 5th Grade Students. *Proceeding National & International Conference, 15*(2), 41-52. <http://journalgrad.ssru.ac.th/index.php/8thconference/article/view/2431> (in Thai)