

การศึกษาการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน  
The Study of Genetics Literacy and Genetics Attitude on Topic of DNA  
Technology for Grade 10 Students by Context-based Learning Approach

นิชาภา เจียรวัฒนากอร์<sup>1</sup> และ อรุณี แสงสุวรรณ<sup>2\*</sup>  
Nichapa Jiarawattanakorn<sup>1</sup> and Arunee Saengsuwan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, nichapaj@kku.ac.th  
(Faculty of Education, Khon Kaen University)

<sup>2</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, arunsa@kku.ac.th  
(Faculty of Education, Khon Kaen University)

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน ด้วยวิธีวิจัยแบบผสมผสาน ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณในการศึกษาระดับการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ วิเคราะห์ใบบันทึกในระหว่างเรียนและแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์หลังเรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ อีกทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการตีความผลงานในใบภารกิจ อนุทิน และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าเฉลี่ย ความถี่ และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้พันธุศาสตร์ในระดับสูงทุกแผนการจัดการเรียนรู้ บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ในระดับสูง ส่วนการศึกษาเจตคติต่อพันธุศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ในระดับปานกลาง และหลังเรียนนักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ในระดับดี บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ดีขึ้น

**คำสำคัญ:** บริบทเป็นฐาน การรู้พันธุศาสตร์ เจตคติต่อพันธุศาสตร์ เทคโนโลยีดีเอ็นเอ สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค

### ABSTRACT

This research aims to study genetics literacy and genetics attitudes of students on the topic of DNA technology by context-based learning in the situation of the COVID-19 pandemic. The target group consisted of 30 students in grade 10. This research was mixed methods of qualitative and quantitative research. It was used to study the level of genetics literacy and genetics attitudes. The mission sheets during class and genetics literacy assessment form after all lesson plans were analyzed by qualitative content analysis and quantitative method. In addition, qualitative data were also collected from interpretation of the work by

using mission sheets, diaries, and semi-structured interviews. Quantitative data were collected from the genetics attitude scale before and after the study. The quantitative data were analyzed by mean, frequency and percentage. The result was found that after learning management most students have genetics literacy at high level in all learning lesson plans. These shown that context-based learning improve students to high level of genetics literacy. The study of genetics attitudes was found that before studying the students had a moderate genetics attitudes, and after studying the students had a good genetics attitudes. These shown that the context-based learning improves students' genetics attitudes.

**KEYWORDS:** Context-based learning, Genetics literacy, Genetics attitudes, DNA technology, Pandemic

---

*\*Corresponding author, E-mail: arunsa@kku.ac.th โทร. 0631545924*

*Received: 16 August 2022 / Revised: 17 September 2022 / Accepted: 18 October 2022 / Published online: 27 January 2023*

## บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้มีการนำความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาประยุกต์ในการตรวจและการรักษาโรคโควิด-19 (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2563) ทำให้ผู้วิจัยตระหนักเห็นความสำคัญว่าปัจจุบันความรู้ทางด้านเทคโนโลยีดีเอ็นเอมีบทบาทสำคัญต่อสังคมมนุษย์อย่างมากในด้านการแพทย์และสาธารณสุข เช่น การตรวจหาเชื้อไวรัสโควิด-19 และการผลิตยาต่าง ๆ เช่น ฮอโมนอินซูลินที่ใช้บำบัดรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งพาอินซูลิน วัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 หรือแม้แต่การตรวจหาความเสี่ยงของการเป็นโรคทางพันธุกรรม เป็นต้น ด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่น การไขคดีหาฆาตกร การหาลายนิ้วมือแฝง หรือการหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด นอกจากนี้ ยังมีการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น การปรับปรุงพันธุกรรมพืชและสัตว์ เพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่เรต้องการ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอทั้งสิ้น แม้ว่าเทคโนโลยีดีเอ็นเอจะมีประโยชน์มากมาย แต่ในขณะเดียวกันก็อาจมีผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม หรือก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมได้จากงานวิจัยของ Boerwinkel, Yarden & Waarlo (2017) ได้ระบุว่าความรู้ทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอสามารถนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในสังคมและส่งผลกระทบต่อมนุษย์ นอกจากนี้การส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอและการนำไปประยุกต์ใช้นั้นไม่เพียงเป็นการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ แต่ยังช่วยส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

เนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาพันธุศาสตร์ในวิชาชีววิทยา ซึ่งการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลทางพันธุศาสตร์ พันธุศาสตร์สุขภาพ การดำรงชีวิต เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ และการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องมีการรู้พันธุศาสตร์ โดยการเรียนรู้พันธุศาสตร์ประกอบด้วย การมีทัศนคติ ความรู้ และทักษะเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ (Bowling et al., 2008 อ้างถึงใน Goltz HH., & Acosta, S., 2015, p. 1) การรู้พันธุศาสตร์ยังประกอบด้วย การมีความคุ้นเคย การมีความรู้ในหลักการ สามารถอธิบายและระบุประเด็นต่าง ๆ ด้วยหลักการทางพันธุศาสตร์ และการมีทักษะในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ (Abrams, McBride, Hooker, Cappella & Koehly, 2015) ซึ่งความรู้ทางพันธุศาสตร์ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์มีผลกระทบต่อบุคคลและสังคม รวมทั้งเกี่ยวข้องกับกฎหมาย จริยธรรม การศึกษา การแพทย์ และปรัชญา (Chapman et al., 2017) นอกจากนี้การรู้พันธุศาสตร์และความเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับจีโนมสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจด้านการดูแลสุขภาพและการตัดสินใจทาง

สังคม (Subasic, Kronk, Mantione & Vital, 2021) โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์สามารถป้องกันไม่ให้นักเรียนหลงเชื่อความรู้เดิมที่ไม่ถูกต้อง (Donovan et al., 2021)

อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้เนื้อหาพันธุศาสตร์นั้นเป็นเรื่องที่ยากแก่การทำความเข้าใจของนักเรียน เพราะเป็นเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และนักเรียนอาจมองว่าพันธุศาสตร์เป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนและยาก ทำให้นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องพันธุศาสตร์ วิชาพัฒนาการหรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน (นันทยา อัครอารีย์, 2558) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้พันธุศาสตร์โดยเน้นการเรียนรู้จากตำราทำให้นักเรียนมีเจตคติที่เป็นลบต่อพันธุศาสตร์อีกด้วย (Aivelo & Uitto, 2021) ผู้วิจัยจึงต้องการหาวิธีในการแก้ปัญหาดังกล่าว

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสนใจนำบริบทที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพมาจัดการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางพันธุศาสตร์ให้เข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์ซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของชีววิทยา และสามารถนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ซึ่ง Gilbert (2006) ได้ระบุองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ ได้แก่ 1) กำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับบริบทของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดหาวิธีแก้ปัญหา 2) ลงมือปฏิบัติและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3) เรียนรู้แนวคิดสำคัญ จากการเสนอแนวคิดที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ 4) นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์อื่น ๆ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อบูรณาการความรู้ทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอกับบริบทต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเรียนรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-based learning) 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1) ขั้นกำหนดสถานการณ์ ครูผู้สอนนำเสนอบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียน 2) ขั้นศึกษาค้นคว้าหรือลงมือทำภารกิจ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ 3) ขั้นการเรียนรู้แนวคิดสำคัญ ผู้เรียนเรียนรู้แนวคิดที่ได้จากการทำภารกิจที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา 4) ขั้นนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รับมาอภิปรายเชื่อมโยงเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

2. การรู้พันธุศาสตร์ (Genetics literacy) ประกอบด้วยความเข้าใจคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ ความเข้าใจในหลักการทางพันธุศาสตร์ และทักษะการนำความรู้ไปใช้ เช่น สามารถอธิบายหลักการและกระบวนการทางพันธุศาสตร์ได้ การมีทักษะในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ เพื่อนำความรู้มาอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในการประกอบการตัดสินใจ ซึ่งกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ มีดังนี้ 1) ความเข้าใจในคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (term familiarity) 2) ความเข้าใจในหลักการ (factual knowledge) และ 3) การนำความรู้ไปใช้ (practical skills) โดยผู้วิจัยวัดด้วยใบภารกิจ แบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ อนูทิน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3. เจตคติต่อพันธุศาสตร์ (Genetics Attitudes) หมายถึง มุมมอง ทศนคติ ความคิด ความรู้สึกที่มีต่อพันธุศาสตร์ หรือทัศนคติส่วนบุคคลที่มีต่อคุณค่าของพันธุศาสตร์และบทบาทของพันธุศาสตร์ในการนำไปใช้งาน โดยเจตคติต่อพันธุศาสตร์ประกอบด้วย ด้านสติปัญญา (ความรู้หรือความคิดที่มีต่อพันธุศาสตร์) ด้านความรู้สึก (ความรู้สึกที่มีต่อพันธุศาสตร์ เช่น ความ

พึงพอใจ) ด้านพฤติกรรม (แนวโน้มของพฤติกรรมที่จะนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปใช้งาน) โดยผู้วิจัยวัดด้วยแบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ อนุทิน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

## วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมผสาน (Mixed method research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ในการศึกษาการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ของนักเรียน

### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้เลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเรียนออนไลน์ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ในโรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น

### เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (12 ชั่วโมง) โดยใช้บริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานตามแนวคิดของ Gilbert (2006) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ 2) ขั้นศึกษาค้นคว้าหรือลงมือทำภารกิจ 3) ขั้นการเรียนรู้แนวคิดสำคัญ 4) ชี้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ จากนั้นดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยเป็นอาจารย์ชำนาญการของโรงเรียนที่สอนวิชาชีววิทยา และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าตั้งแต่ 0.50 เป็นต้นไป โดยบริบทที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

ตาราง 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้บริบทเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

| แผนการจัดการเรียนรู้                                                                   | ขั้นตอนการสอน                    | บริบทที่ใช้                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย (3 ชั่วโมง)                                    | ชี้นำเสนอสถานการณ์               | การสร้างฮอโมอินซูลินสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน                                                                                          |
|                                                                                        | ชี้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ | การสร้างโปรตีนหนาม (spike protein) ของไวรัส SAR-CoV-2 ที่ก่อโรคโควิด-19                                                              |
| 2. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (3 ชั่วโมง)                     | ชี้นำเสนอสถานการณ์               | การเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SAR-CoV-2                                                                                         |
|                                                                                        | ชี้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ | การนำเทคนิค PCR ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ รวมทั้งการแสดงความคิดเห็น และแนวปฏิบัติในการใช้เทคนิค PCR เพื่อป้องกันผลการทดลองที่ผิดพลาด |
| 3. การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (3 ชั่วโมง)                           | ชี้นำเสนอสถานการณ์               | การตรวจหาคนที่ติดเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 ด้วยการหาขนาดดีเอ็นเอที่เป็นผลิตภัณฑ์ของเทคนิค PCR                                             |
|                                                                                        | ชี้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ | การตรวจสอบพยาธิในปลาร้าและปลาต้ม                                                                                                     |
| 4. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม (3 ชั่วโมง) | ชี้นำเสนอสถานการณ์               | ข้อถกเถียงของคนในสังคมเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลกระทบของวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19                                                      |
|                                                                                        | ชี้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ | การออกแบบวัคซีนสำหรับการป้องกันโรคไวรัสชนิดหนึ่งที่ติดเชื้อในหมู (สมมติว่าเป็นไวรัส Z)                                               |

จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในกลุ่มที่ผู้วิจัยไม่ได้วัดผลประเมิน เพื่อทดสอบความเหมาะสมในการนำใช้งาน และสะท้อนผลหลังเรียนพร้อมกับปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครู พี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

2. ใบภารกิจและแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีลักษณะให้เขียนอธิบายคำศัพท์ เพื่อวัดการรู้พันธุศาสตร์ความเข้าใจในคำศัพท์ คำถามแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก และให้เขียนอธิบายหลักการเพื่อวัดการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการ และให้เขียนอธิบายผลกระทบจากการนำความรู้ไปใช้ในด้านต่าง ๆ รวมถึงเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อวัดการรู้พันธุศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ ทั้งหมด 5 ชุด โดยใบภารกิจมีกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและสร้างผลงานก่อนตอบคำถามเพื่อวัดการรู้พันธุศาสตร์ด้านต่าง ๆ ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ โดยเป็นอาจารย์ชำนาญการของโรงเรียนที่สอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยเลือกค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และนำไปภารกิจและแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาแล้ว จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อคำถามในแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ พบว่าแบบวัดการรู้ พันธุศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.75 และหาความเชื่อมั่นของแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach, 1990: 204) ซึ่งพบว่าแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 จากนั้นนำใบภารกิจและแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน โดยใบภารกิจใช้วัดในระหว่างเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ใช้วัดหลังเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

3. แบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถามปรนัย จำนวน 13 ข้อ ซึ่งมุ่งวัดเจตคติด้านสติปัญญา (4 ข้อ) ด้านความรู้สึก (4 ข้อ) และด้านพฤติกรรม (5 ข้อ) ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาและความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติพันธุศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยเป็นอาจารย์ชำนาญการของโรงเรียนที่สอนวิชาชีววิทยา ด้วยการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากนั้นนำแบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์มาทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้ววิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ บุญชม ศรีสะอาด (2543) จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-0.85 จากนั้นหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ของแบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เพื่อหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ พบว่า แบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 แล้วจึงนำแบบวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน

4. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนหลังเรียนในรูปแบบออนไลน์ ในกรณีที่มีการเขียนตอบในใบภารกิจไม่ชัดเจนหรือไม่สามารถพิจารณาหรือวิเคราะห์คำตอบได้ และใช้สัมภาษณ์เจตคติของนักเรียนที่ไม่ค่อยตอบคำถามในกล่องข้อความของโปรแกรม Zoom หรือไม่ค่อยเปิดไมค์ตอบคำถามในคาบเรียน โดยทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมหลังการตรวจใบภารกิจ และหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการเรียนรู้ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงของเนื้อหาและความเหมาะสมของข้อคำถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน จากนั้นปรับปรุงข้อคำถามก่อนสัมภาษณ์นักเรียน ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับเจตคติ 3 ข้อ ได้แก่ 1. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้บริบทรอบตัวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาที่เรียน 2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการทำภารกิจในแต่ละคาบของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (จากนั้นครูถามความรู้สึกที่มีต่อแต่ละภารกิจ) 3. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการเรียนเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอในทางชีวภาพและชีวจริยธรรมด้วยบริบทของการเลือกวัคซีน โดยใช้เวลาสัมภาษณ์คนละ 5-10 นาที (ระยะเวลาขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนแต่ละคน) ส่วนคำถามที่ใช้สัมภาษณ์การรู้พันธุศาสตร์มีลักษณะดังนี้ 1. ถามแหล่งที่มาของข้อมูลว่านักเรียนได้คำตอบมาอย่างไร 2. ถามรายละเอียดของคำตอบที่นักเรียนตอบคลุมเครือ

5. อนุทินการเรียนรู้ ประกอบด้วยวิดีโอบันทึกการสอน และข้อความการสนทนาผ่านโปรแกรม Zoom

### การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมผสาน (Mixed method research) โดยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research) จากการตอบคำถามในใบภารกิจของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดการรู้พื้นฐานศาสตร์ที่ใช้วัดหลังเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้ถามในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามคลุมเครือ หรือผู้วิจัยสงสัยในแหล่งที่มาของข้อมูล และผลงานของนักเรียนจากการทำแต่ละภารกิจ รวมถึงอนุทินในระหว่างเรียน ซึ่งเป็นวิดีโอที่บันทึกในขณะจัดการเรียนรู้ และการตอบคำถามผ่านกล่องข้อความของโปรแกรม Zoom เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากวิธีการเก็บที่ต่างกันตามเทคนิคสามเส้า (methodological triangulation) ในการศึกษาาระดับการรู้พื้นฐานศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อพื้นฐานศาสตร์นั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในคาบเรียนทั้งการตอบปากเปล่า และการตอบคำถามผ่านกล่องข้อความของโปรแกรม Zoom เพื่อศึกษาเจตคติต่อพื้นฐานศาสตร์ด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม อีกทั้งยังใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยสัมภาษณ์หลังเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มนักเรียนที่ไม่ค่อยตอบคำถามในคาบเรียน ส่วนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ผู้วิจัยได้นับจำนวนของนักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับต่าง ๆ หาค่าร้อยละจากคะแนนของใบภารกิจและแบบวัดการรู้พื้นฐานศาสตร์ และนำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงเปรียบเทียบกับแบบวัดการรู้พื้นฐานศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนการรู้พื้นฐานศาสตร์ของ บุศมาพร กันทะวัง (2562) ที่ปรับจาก Abrams et al. (2015) จากนั้นวิเคราะห์และแปลผลการรู้พื้นฐานศาสตร์แต่ละด้าน โดยใช้กรอบการประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับต่ำ คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 แต่น้อยกว่าร้อยละ 70 หมายถึง มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ระดับปานกลาง และคะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 หมายถึง มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ระดับสูง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วัดเจตคติต่อพื้นฐานศาสตร์ในเชิงปริมาณก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังเรียนครบทุกแผนการเรียนรู้อยู่ด้วยแบบวัดเจตคติต่อพื้นฐานศาสตร์ที่ดัดแปลงมาจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลของ นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ (2555) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและแปลผลตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert Technique) จำนวน 13 ข้อ และนำมาหาค่าเฉลี่ยจากนั้นแปลความหมายของคะแนนเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อพื้นฐานศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

### ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ในแต่ละแผนการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จากการวิเคราะห์ใบภารกิจ เรื่อง การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย เพื่อจำลองการสร้างฮอโมอินซูลินสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นบริบทที่เป็นประเด็นทางสังคม พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 5 คน และระดับสูง 25 คน ความเข้าใจในหลักการ ต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 6 คน ระดับสูง 24 คน ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ 2 คน ระดับปานกลาง 8 คน ระดับสูง 20 คน และเมื่อวิเคราะห์ผลงานการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (recombinant DNA) พร้อมระบุองค์ประกอบของนักเรียน พบว่าผลงานนักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์และความเข้าใจในหลักการในระดับสูงมักมีการระบุองค์ประกอบของดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ที่ถูกต้องและครบถ้วน ดังแสดงในภาพที่ 1 มากกว่านักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์และความเข้าใจในหลักการในระดับปานกลาง โดยมีข้อสังเกตคือนักเรียนที่สร้างผลงานพร้อมเขียนระบุองค์ประกอบจะเขียนอธิบายคำศัพท์และหลักการสร้างในใบภารกิจเสมอ แต่ไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่สร้างผลงานแล้วเขียนอธิบายคำศัพท์หรืออธิบายหลักการ และนักเรียนที่มีความรู้ด้านความเข้าใจในหลักการในระดับปานกลางบางคนมีทักษะการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ เนื่องจากกระตือรือร้นนำไปใช้ประโยชน์แต่ไม่เขียนอธิบายหรือเสนอแนวทางปฏิบัติ ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการนำ

ความรู้ไปใช้ในระดับปานกลางสามารถอธิบายการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์พร้อมบอกผลกระทบได้เพียงด้านเดียว แต่ไม่เสนอแนวปฏิบัติ และยังขาดการอธิบายผลกระทบในด้านอื่น ๆ และเมื่อใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบคำถามคลุมเครือ 8 คน และมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่าง ๆ รวมทั้งสอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล พบว่านักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านต่าง ๆ ในระดับสูงนั้นทราบความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์จากการสืบค้นข้อมูลในขณะที่สร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ และนำวิธีการสร้างไปเขียนอธิบายหลักการ ส่วนการนำความรู้ไปใช้พร้อมบอกผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ นักเรียนได้คำตอบจากการสืบค้นข้อมูลและแลกเปลี่ยนกับเพื่อนผ่านกระดานอิเล็กทรอนิกส์ (Padlet) ในคาบเรียน

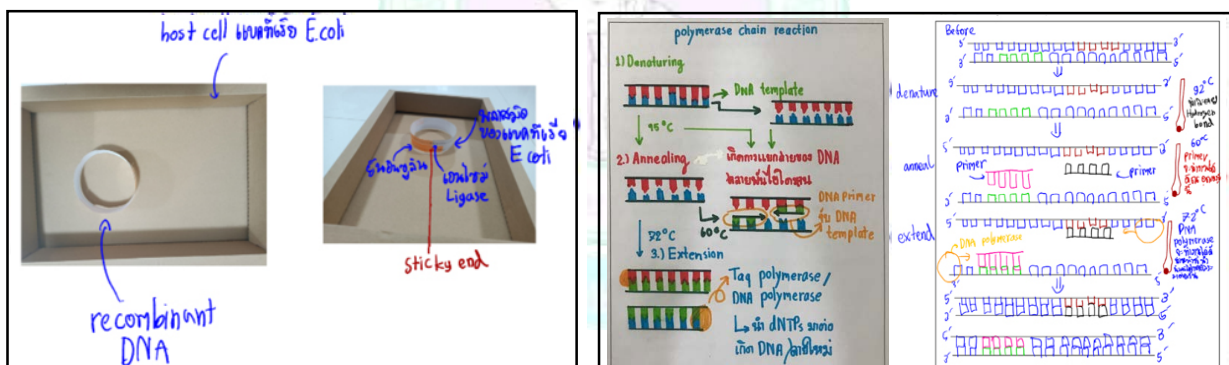
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จากการวิเคราะห์ใบภารกิจ เรื่อง การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์สือจำลองเสมือนจริงที่นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้ได้ ซึ่งเป็นบริบททางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับศัพท์ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 5 คน ระดับสูง 25 คน ด้านความเข้าใจในหลักการในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 5 คน ระดับสูง 25 คน ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 8 คน ระดับสูง 22 คน และเมื่อวิเคราะห์ผลงานการจำลองขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์สือ พบว่านักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์และความเข้าใจในหลักการในระดับสูงมีภาพวาดภาพจำลองขั้นตอนการทำ PCR โดยระบุขั้นตอนและองค์ประกอบถูกต้องครบถ้วน ดังแสดงในภาพที่ 2 มากกว่านักเรียนที่มีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์และความเข้าใจในหลักการในระดับปานกลาง โดยมีข้อสังเกตคือ แม้นักเรียนบางคนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์และความเข้าใจในหลักการในระดับสูง แต่มีทักษะการนำความรู้ไปใช้ในระดับปานกลาง เนื่องจากสามารถอธิบายผลกระทบเฉพาะด้านสุขภาพ แต่ไม่อธิบายผลกระทบในด้านอื่น ๆ และเมื่อใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างในการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบคำถามคลุมเครือ 6 คน และมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่าง ๆ รวมทั้งสอบถามแหล่งที่มาของข้อมูลพบว่า นักเรียนที่สามารถอธิบายคำศัพท์และหลักการของปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์สือ และระบุองค์ประกอบของแบบจำลองได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้กับสื่อจำลองเสมือนจริง แม้นักเรียนบางคนสามารถอธิบายการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมระบุผลกระทบ และแนวทางป้องกันผลการทดลองที่ผิดพลาดได้เกินร้อยละ 70 ดังภาพ 3 แต่นักเรียนบางคนอธิบายเฉพาะด้านสุขภาพ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จากการวิเคราะห์ใบภารกิจ เรื่อง การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยจำลองเสนอสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ฝึกตรวจหาเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ที่ก่อโรคโควิด-19 ซึ่งเป็นบริบทที่เป็นเรื่องของบุคคลและเป็นประเด็นทางสังคม พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับต่ำ 0 คน ในระดับปานกลาง 4 คน ในระดับสูง 26 คน ด้านความเข้าใจในหลักการในระดับต่ำ 0 คน ในระดับปานกลาง 4 คน ในระดับสูง 26 คน การนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 6 คน ระดับสูง 24 คน และเมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุบุคคลที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จากการวิเคราะห์แผ่นเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสได้ถูกต้องพร้อมอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบขนาดของแถบดีเอ็นเอดังภาพ 4 และสามารถวาดแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างปลาแรดและปลาสมบณแผ่นเจลได้ถูกต้อง แต่การนำเสนอแนวทางเพื่อป้องกันผลการทดลองที่ผิดพลาดนั้นคำตอบของนักเรียนค่อนข้างมีความหลากหลาย แต่ละคนอาจตอบไม่เหมือน และยังพบว่านักเรียนที่วาดแบบจำลองการทำเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสพร้อมระบุองค์ประกอบได้ถูกต้องครบถ้วนมักมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ที่สูง และจากการสัมภาษณ์นักเรียน 5 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่า การมีปฏิสัมพันธ์กับ JavaLab ดังภาพ 5 ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการตรวจหาบุคคลที่เป็นโรคโควิด-19 ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสมากขึ้น

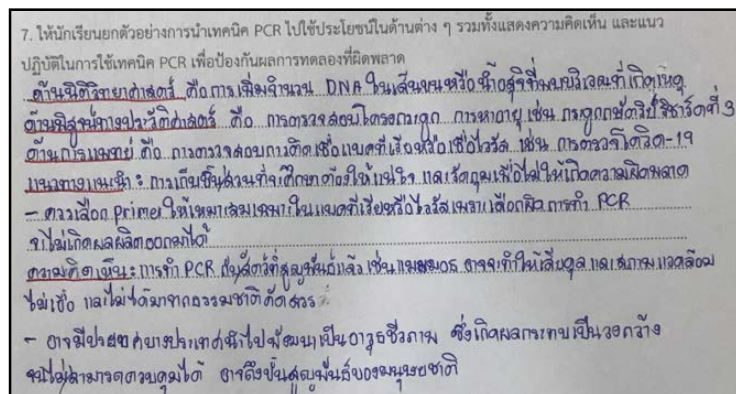
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม จากการวิเคราะห์ใบภารกิจ เรื่อง การเลือกวัคซีน พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 2 คน ระดับสูง 28 คน ความเข้าใจในหลักการในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 2 คน ระดับสูง 28 คน ด้าน

การนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 3 คน ระดับสูง 27 คน และเมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถระบุชนิดและยี่ห้อของวัคซีนที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมกับตนเอง และเขียนอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับอายุและประสิทธิภาพของวัคซีนได้ โดยสามารถนำเสนอแนวทางป้องกันผลกระทบด้านลบที่เกิดจากการฉีดวัคซีน ดังภาพ 6 และเมื่อพิจารณาผลงานของนักเรียนจากใบภารกิจ พบว่านักเรียนที่วาดภาพหลักการสร้างวัคซีนแต่ละชนิด และระบุองค์ประกอบในภาพส่วนใหญ่เขียนอธิบายหลักการสร้างวัคซีนได้ละเอียดครอบคลุมแนวคำตอบเกินร้อยละ 70 และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบคำถามคลุมเครือ รวมถึงสอบถามแหล่งที่มาของข้อมูล โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างสัมภาษณ์นักเรียน 5 คน พบว่า การที่นักเรียนได้ทำตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (ข้อดี ข้อเสีย และช่วงอายุที่เหมาะสม) ของวัคซีนแต่ละยี่ห้อในใบภารกิจ ทำให้นักเรียนมีข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการตัดสินใจ

จากการวิเคราะห์แบบวัดการรู้พื้นฐาน เรื่อง พยาธิในปลาทะเล ซึ่งมีบทความของงานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอตรวจสอบพยาธิในปลาทะเล พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานด้านความเข้าใจในศัพท์ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 2 คน ระดับสูง 28 คน ความเข้าใจในหลักการในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 3 คน ระดับสูง 27 คน ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับต่ำ 0 คน ระดับปานกลาง 4 คน ระดับสูง 26 คน เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์และหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดีเอ็นเอที่ใช้ในการตรวจสอบพยาธิในปลาทะเลได้ แต่ด้านการนำความรู้ไปใช้นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอผลกระทบจากการนำความรู้ไปใช้ในด้านต่าง ๆ แต่บางคนไม่บอกแนวทางป้องกันผลกระทบ และจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่าความหมายและหลักการทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอ รวมถึงการผลกระทบจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ที่นักเรียนได้เขียนตอบในใบภารกิจนั้น นักเรียนได้ข้อมูลมาจากการเรียนในคาบเรียนที่ผ่านมา



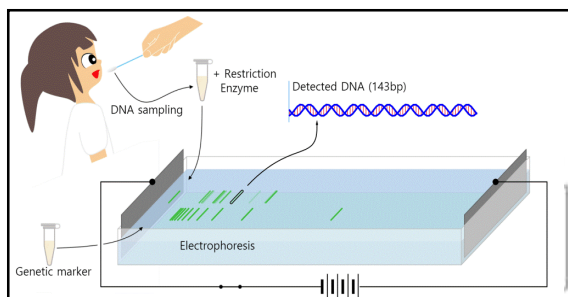
ภาพ 1 ตัวอย่างผลงานการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ภาพ 2 ตัวอย่างผลงานการวาดแบบจำลองปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส



ภาพ 3 ตัวอย่างผลงานการเขียนอธิบายการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ เรื่อง การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสไปใช้ของนักเรียนหมายเลข B5

7.1 จากการหาขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสบุคคลใดติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ?  
 ตอบ.....บุคคล B..... เพราะ..... แถบ DNA ของบุคคล B สอดคล้องกับ แถบดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิต PCR ที่มี cDNA ของ ไวรัส

ภาพ 4 การระบุบุคคลที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 จากการวิเคราะห์แผ่นเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสได้ถูกต้องพร้อมอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบขนาดของแถบดีเอ็นเอ



6. จากการสืบค้นและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัคซีนชนิดต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าวัคซีนชนิดใด และยี่ห้อใด เหมาะสมกับร่างกายของนักเรียนที่สุด เพราะเหตุใด?  
 ชนิด mRNA - Pfizer และ Moderna เพราะจากทีวีแจ้งผลของผลพบว่า Pfizer 9-17 ปี สปริงลิ่งสูง ฝักขี้ทูตพันธุ์จีนเบอร์ 1 ผลข้างเคียงของเชื้อ ใกล้เคียงกับโรคระบาด  
 8. นักเรียนมีแนวทางป้องกันผลกระทบจากการเข้ารับวัคซีนป้องกันโควิด-19 อย่างไรบ้าง?  
 (ระบุอย่างน้อย 3 แนวทาง)  
 - ศึกษาข้อมูลของวัคซีนก่อนฉีด 1. ผลข้างเคียงหลังการฉีดวัคซีน  
 - ดูแลร่างกาย รับประทานอาหารที่โปรตีนครบ 5 หมู่ ฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ  
 - สังเกตอาการของตัวเมื่อหลังฉีดวัคซีน  
 - หากเกิดผลข้างเคียงให้รีบแจ้งบุคลากรทางการแพทย์ หรือสอบถามแพทย์โดยตรง

ภาพ 5 สื่อจำลองเสมือนจริง เรื่อง เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส จาก JavaLab

ภาพ 6 การระบุชนิดและยี่ห้อของวัคซีนที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมกับตนเอง และเขียนอธิบายเหตุผล

ที่มา: <https://javalab.org/en/dna-electrophoresis>

## 2. สรุปผลการศึกษาเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เจตคติต่อพันธุศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ด้วยแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ โดยนักเรียนไม่จำเป็นต้องระบุชื่อของตนในแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ได้ผลดังนี้

### ตาราง 2 ผลการศึกษาเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

| เจตคติต่อพันธุศาสตร์ | ก่อนเรียน         |                      | หลังเรียน         |                    |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
|                      | คะแนน (ค่าเฉลี่ย) | การแปลผล             | คะแนน (ค่าเฉลี่ย) | การแปลผล           |
| ด้านสติปัญญา         | 3.21              | เจตคติในระดับปานกลาง | 3.91              | เจตคติในระดับดี    |
| ด้านความรู้สึก       | 2.99              | เจตคติในระดับปานกลาง | 3.96              | เจตคติในระดับดี    |
| ด้านพฤติกรรม         | 3.42              | เจตคติในระดับปานกลาง | 4.91              | เจตคติในระดับดีมาก |

จากตาราง 2 พบว่าคะแนนเจตคติต่อพันธุศาสตร์ก่อนเรียนนักเรียนมีเจตคติด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมในระดับปานกลาง ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีเจตคติด้านสติปัญญาและด้านความรู้สึกในระดับดี โดยมีเจตคติด้านพฤติกรรมในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ดีขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียนในคาบเรียนของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจหาคำตอบที่บ่งบอกเจตคติด้านต่าง ๆ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นของตนที่บ่งบอกถึงความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในการเรียนบ่งบอกถึงเจตคติด้านความรู้สึก และจากการตอบคำถามของนักเรียนในคาบเรียนทั้งการตอบปากเปล่าและการตอบผ่านกล่องข้อความในโปรแกรม Zoom บ่งบอกถึงเจตคติด้านสติปัญญา อีกทั้งการที่นักเรียนเสนอแนวทางการนำความรู้ทางเทคโนโลยีดีเอ็นเอไปใช้ประโยชน์ รวมถึงเสนอแนวปฏิบัติเพื่อป้องกันผลกระทบด้านลบผ่านการตอบคำถามในคาบเรียนยังบ่งบอกถึงเจตคติด้านพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวโน้มของพฤติกรรมของนักเรียน และผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ค่อยตอบคำถามในคาบเรียนในรูปแบบออนไลน์หลังการจัดการเรียนรู้ครบ 4 แผนการเรียนรู้ จากการ

สัมภาษณ์พบว่า การที่นักเรียนกล่าวว่า “รู้สึกว่าได้เข้าใจว่าอินซูลินเขาผลิตมาได้ยังไงคะ” เป็นการแสดงออกถึงเจตคติด้านสติปัญญา (cognitive component) ที่หมายถึงความคิด และความรู้ที่ผู้เรียนมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนั้นส่งเสริมเจตคติด้านสติปัญญาของนักเรียน ส่วนการที่นักเรียนกล่าวว่า “ก็ได้อยู่แหละคะ หนูชอบตรงที่ได้รู้วิธีการตรวจหาเชื้อโควิดคะ มันดูน่าทึ่งดี” เป็นการแสดงออกถึงเจตคติด้านความรู้สึก (affective component) ที่หมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แสดงให้เห็นว่านักเรียนชอบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์รอบตัวมาเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียน และการที่นักเรียนกล่าวว่า “มันก็ได้อยู่แหละคะ ที่ได้รู้ทันเรื่องวัคซีนยี่ห้อต่าง ๆ จะได้เอาไปบอกคนที่บ้าน เพื่อได้แนะนำคนที่บ้านเวลาจะเลือกฉีดวัคซีนคะ” เป็นการแสดงออกถึงเจตคติด้านพฤติกรรม (behavioral component) ที่เป็นแนวโน้มของการแสดงพฤติกรรมที่ดีของนักเรียน ซึ่งเป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้นโดยยังไม่แสดงออกจริง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีเจตคติด้านพฤติกรรมในทางที่ดี

### อภิปราย และข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการอภิปรายเป็นดังนี้

ในภารกิจที่ 1 นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากสถานการณ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องพึ่งพาฮอร์โมนอินซูลินเป็นบริบทที่เป็นประเด็นทางสังคมและเป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน เนื่องจากนักเรียนหลายคนมีญาติเป็นโรคเบาหวาน ดังนั้นภารกิจที่นักเรียนได้ลงมือสร้างดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) เพื่อผลิตฮอร์โมนอินซูลินโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียทดแทนการสกัดอินซูลินจากตับอ่อนของหมูจึงเป็นกิจกรรมที่เตรียมนักเรียนให้เป็นผู้ที่มีบทบาทในการรับผิดชอบต่อสังคมในฐานะพลเมือง (Gilbert, 2006 อ้างถึงใน เอกรัตน์ ศรีตัญญู, 2555) อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมโดยนำอุปกรณ์ต่าง ๆ รอบตัวมาประยุกต์ใช้ให้เป็นสัญลักษณ์ของเซลล์เจ้าบ้านอีกด้วย นอกจากนี้การที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาเขียนระบอบประกอบต่าง ๆ ของดีเอ็นเอสายผสมที่ตนได้สร้าง ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (term familiarity) ส่วนการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการของนักเรียนพบว่าอยู่ในระดับสูงทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้นำวิธีการสร้างดีเอ็นเอสายผสมที่ใส่ลงในเซลล์เจ้าบ้านที่ตนได้สร้างขึ้นมาเขียนลงในหลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ต่อมาในขั้นนำความรู้ไปใช้ผู้วิจัยให้นักเรียนนำความรู้เรื่องการโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียไปประยุกต์ใช้ พบว่าการรู้พันธุศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้อยู่ในระดับสูงสอดคล้องกับงานวิจัยของ (บุศมาพร กันทะวัง, 2562) ที่ได้ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์โดยใช้แนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่าการเพิ่มระยะเวลาให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลสืบค้นหลังจากการสืบค้นข้อมูลก่อนตัดสินใจเลือกแนวปฏิบัติทำให้นักเรียนมีข้อมูลที่ใช้นับสนุนที่หลากหลายมากขึ้น

ในภารกิจที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์การนำสารคัดหลั่งในโพรงจมูกมาทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (Polymerase chain reaction; PCR) เพื่อเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 พบว่านักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้บริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสว่าเป็นอย่างไร จากปฏิบัติการจำลองเสมือนจริงเรื่อง Polymerase chain reaction ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสจากการมีปฏิสัมพันธ์กับการทำปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสในแต่ละขั้นตอน และบริบทที่แวดล้อมองค์ประกอบในปฏิบัติการจำลองเสมือนจริง ซึ่งนักเรียนได้แสดงความเข้าใจออกมาผ่านการวาดแบบจำลองปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสพร้อมระบอบประกอบ และเขียนอธิบายความหมายคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสสอดคล้อง Bloom, J. W. (1992, p. 181) ที่ได้ระบุว่า “บริบทเป็นสิ่งบ่งชี้ความหมายของคำศัพท์ หากไม่มีบริบท คำศัพท์และการแสดงออกต่าง ๆ จะไม่มีความหมายเลย” จากนั้นนักเรียนจึงนำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาอธิบายในหลักการของปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส พบว่าความเข้าใจในหลักการของนักเรียนอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญวิทย์ คำเจริญ และดารกา พลัง (2562) ที่พบว่า

“การใช้สื่อจำลองได้ตอบเสมือนจริงทำให้นักศึกษามีความเข้าใจที่มากขึ้น” และจากการยกตัวอย่างการนำเทคนิค PCR ไปใช้ประโยชน์พร้อมบอกผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่าการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้อยู่ในระดับสูง (บุศมาพร กันทะวัง, 2562 น. 129)

ในการกิจที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์การนำผลิตภัณฑ์ PCR มาหาขนาดดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับสูง ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากสถานการณ์นี้เป็นการตรวจสอบว่าใครติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เป็นบริบทที่เป็นเรื่องของบุคคล เพราะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่นักเรียนกำลังเผชิญหน้าและส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน และยังเป็นการได้เรียนรู้บริบทที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นการจำลองบทบาทสมมติว่านักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ที่กำลังตรวจหาคนที่ติดเชื้อไวรัส จากการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสในห้องปฏิบัติการจำลองเสมือนจริงจาก LabXchange ที่แสดงคู่มือแนะนำอุปกรณ์และขั้นตอนการปฏิบัติการทำเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส โดยนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งการใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญญา ปลดปลั่ง (2563) ที่ศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในวิชาชีพพยาบาล พบว่า คะแนนผลลัพธ์การเรียนรู้เฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากครูได้ให้นักเรียนทำการทดลองเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสเสมือนจริงจาก JavaLab ซึ่งแสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ของแถบดีเอ็นเอขนาดต่างผ่านแผ่นเจลที่อยู่ในสนามไฟฟ้า ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของขนาดและประจุของโมเลกุลดีเอ็นเอ ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอและระบุบุคคลที่ติดเชื้อไวรัสได้ ซึ่งผลจากการใช้ปฏิบัติการจำลองเสมือนจริงเรื่อง Polymerase chain reaction และปฏิบัติการเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสในห้องแล็บจำลองเสมือนจริงรวมถึง JavaLab เป็นสื่อการสอนยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Weiler & Landa-Galindez (2022) ที่ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สามารถโต้ตอบ และประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองได้แบบออนไลน์ เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาแพทย์ในเรื่องพันธุศาสตร์ พบว่านักศึกษาแพทย์สามารถเข้าใจหลักการหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทำนายรูปแบบการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างดี

ในการกิจที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับข้อถกเถียงของคนในสังคมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวัคซีน และผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นจากการฉีดวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ซึ่งเป็นบริบทที่เป็นประเด็นทางสังคม พบว่านักเรียนมีการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวทำให้นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวมถึงผลข้างเคียงของวัคซีนชนิดต่าง ๆ เพื่อนำมาเขียนอธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับวัคซีนแต่ละชนิด สอดคล้องกับ Çalik and Cobern (2017) ที่กล่าวถึงการสืบเสาะและการเรียนรู้ตามบริบทเป็นการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน และยังสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545) ที่ได้อธิบายว่า “นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูล และการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ” ส่วนการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการของนักเรียนอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัคซีนแต่ละชนิด และการให้นักเรียนวาดภาพหลักการสร้างวัคซีนแต่ละชนิด ทำให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายหลักการสร้างวัคซีนแต่ละชนิดได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บวันรัตน์ ศรีพรหม (2562) ที่ได้ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก พบว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลการนำความรู้เรื่องวัคซีนไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์โดยการนำความรู้มาใช้ในการเลือกวัคซีนที่มีความเหมาะสมต่อตนเอง พร้อมบอกเหตุผล และแนวทางในการป้องกันผลกระทบด้านลบที่จะเกิดขึ้น

จากแบบวัดการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่อง พยาธิในปลาทะเล พบว่าการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ การรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการ และการรู้พื้นฐานศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจาก

คำศัพท์ และหลักการของเทคนิคทางเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่ปรากฏในบทความของแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ดังกล่าวนี้ นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วในแผนการเรียนรู้ที่ 1 2 3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์แต่ละด้านอยู่ในระดับสูงสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุศมาพร กันทะวัง (2562) ที่ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับต่ำเป็นระดับสูง

นอกจากนี้ เมื่อสังเกตจำนวนนักเรียนที่มีระดับการรู้พันธุศาสตร์ด้านต่าง ๆ จากใบภารกิจใน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดการรู้พันธุศาสตร์ พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ในระดับสูงมีมากกว่าจำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในหลักการในระดับสูง และจำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ในระดับสูงมีจำนวนน้อยที่สุดตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุศมาพร กันทะวัง (2562: น. 118) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภกร สุขยิ่ง, อติยา บงกชเพชร, และนุชจิรา ตีแจ้ง (2563) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมมูล พบว่านักเรียนแสดงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เด่นชัดที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และแสดงสมรรถนะการประเมินและออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์น้อยที่สุดตามลำดับ

2. การศึกษาเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการอภิปรายเป็นดังนี้

จากผลการศึกษาพบว่าคะแนนเจตคติต่อพันธุศาสตร์ก่อนเรียน นักเรียนมีเจตคติด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมในระดับปานกลาง ส่วนหลังเรียน นักเรียนมีเจตคติด้านสติปัญญาและด้านความรู้สึกในระดับดี โดยมีเจตคติด้านพฤติกรรมในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ดีขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจาก สถานการณ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องพึ่งพาอินซูลิน และสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัส SARS-CoV-2 ที่ก่อโรคโควิด-19 เป็นบริบทที่เป็นประเด็นทางสังคมและเป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจและตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของเนื้อหาพันธุศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์ (2560) ที่ได้ออกแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้เจตคติต่อชีววิทยาของนักเรียนอยู่ในระดับดี ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่าการใช้บริบทที่เป็นประเด็นทางสังคมทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ที่ดี อีกทั้งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูได้นำเสนอบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอร์อย่างไร จากปฏิบัติการจำลองเสมือนจริง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศวรี สารรัตน์ (2561) ที่ได้ศึกษาผลเจตคติต่อชีววิทยาโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้เจตคติต่อชีววิทยาของนักเรียนอยู่ในระดับสูงมาก ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่าการใช้บริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ดี

นอกจากนี้สถานการณ์การนำผลิตภัณฑ์ PCR มาหาขนาดดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสเพื่อตรวจสอบว่าใครติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 เป็นบริบทที่เป็นเรื่องของบุคคล เพราะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่นักเรียนกำลังเผชิญหน้าและส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน และยังเป็นการได้เรียนรู้บริบทที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์จากการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสในห้องปฏิบัติการจำลองเสมือนจริงจาก LabXchange และ JavaLab ซึ่งแสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ของแถบดีเอ็นเอขนาดต่างผ่านแผ่นเจลที่อยู่ในสนามไฟฟ้า ซึ่งนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับแลปจำลองเสมือนจริงได้เช่นกันเป็นการจำลองบทบาทสมมติว่านักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ที่กำลังตรวจหาคนที่ติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 แสดงให้เห็นว่าการใช้บริบทที่เป็นเรื่องของ

บุคคล บริบทที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพ และบริบทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ที่ดี อีกทั้งผลการใช้ปฏิบัติการเสมือนจริงในการส่งเสริมเจตคติต่อพันธุศาสตร์ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้สื่อประสมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลที่ใช้สำหรับจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อประสมแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลมีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี

อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับข้อถกเถียงของคนในสังคมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวัคซีนและผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นจากการฉีดวัคซีนต้านโรคโควิด-19 เป็นบริบทที่เป็นประเด็นทางสังคม และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูล และเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวมถึงผลข้างเคียงของวัคซีนชนิดต่าง ๆ ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าการใช้บริบทที่เป็นประเด็นทางสังคมเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อพันธุศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slovinsky, Kapanadze, & Bolte (2021) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามบริบทที่เป็นนวัตกรรมที่ส่งเสริมแรงจูงใจภายในของนักเรียน เพื่อส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการแสวงหาความรู้ (Inquiry-Based Science Education) ด้วยการพัฒนาและบูรณาการนวัตกรรมตามบริบทเป็นฐานที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และผลลัพธ์ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ จำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้ออยู่ในระดับสูงมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านความเข้าใจในคำศัพท์ และด้านความเข้าใจในหลักการในระดับสูง แต่เจตคติด้านพฤติกรรมของนักเรียนหลังเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cebesoy & Tekkaya (2012) ที่ได้ศึกษาระดับการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือประเมินการรู้พันธุศาสตร์ (GLAI; Bowling et al., 2008) และมาตรวัดเจตคติต่อพันธุศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีเจตคติที่ดีต่อพันธุศาสตร์ค่อนข้างมาก ในขณะที่ระดับการรู้พันธุศาสตร์ค่อนข้างต่ำ และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าบุคคลมีเจตคติต่อพันธุศาสตร์ค่อนข้างมากอาจไม่ได้มีการรู้พันธุศาสตร์ในระดับสูงเสมอไป อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Chapman et al., (2019) ที่ได้ศึกษาการรู้พันธุศาสตร์และเจตคติต่อพันธุศาสตร์ของผู้เข้าร่วมการประเมินจำนวน 5,404 คน จากภูมิหลังที่หลากหลาย ด้วยแบบสำรวจ iGLAS (International Genetic Literacy and Attitude Survey) ยังระบุว่า การรู้พันธุศาสตร์ของประชากรอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น หลักสูตร นโยบาย กฎหมาย และสื่อมวลชน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยมากมายที่อยู่นอกเหนือความรู้ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจตคติต่อพันธุศาสตร์

### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในขั้นนำเสนอสถานการณ์ ครูควรพูดเกริ่นนำเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวนักเรียน โดยการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนก่อน แล้วจึงถามเรื่องราวต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเล่าประสบการณ์ของตนเองที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น โดยให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงออก จากนั้นครูจึงกล่าวเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา

2. ในขั้นการกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรชี้แจงแนวทางปฏิบัติการกิจ เช่น หากมีการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้กับสื่อ หรือปฏิบัติการจำลองเสมือนจริง ครูควรแนะนำวิธีการใช้งาน หรือสาธิตการใช้งานให้นักเรียนดูก่อนเบื้องต้น

## ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัยที่พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีการรู้พันธุศาสตร์ด้านการนำความรู้ไปใช้มีจำนวนน้อยกว่าด้านอื่น ๆ ดังนั้น ควรส่งเสริมการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปใช้ในด้านต่าง ๆ ให้หลากหลายยิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อเจตคติของนักเรียน เช่น ความรู้พื้นฐาน อาชีพของผู้ปกครอง สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของนักเรียน ฯลฯ

## เอกสารอ้างอิง

- เกศวรี สารรัตน์. (2561). ศึกษาพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อชีววิทยาโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ชรินทร์ทิพย์ ศุภศาสตร์. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชาวนิวิทย์ คำเจริญ และดารกา พลัง. (2562). การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง: การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(3), 13-24.
- บุศมาพร กันทะวัง. (2562). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2555). ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). ภาควิชาเคมี สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นันทยา อัครอารีย์. (2558). ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธุศาสตร์. เข้าถึงจาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=2402>.
- ปวันรัตน์ ศรีพรหม. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- ศุภกร สุขยิ่ง, ธิติยา บงกชเพชร และ นุชจิรา ดีแจ้ง (2563). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมดุลเพื่อพัฒนารู้อย่างวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 18(2), 31-44.
- สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข หน่วยงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการบูรณาการจีโนมิกส์ประเทศไทย. (2564). ความแตกต่างทางพันธุกรรม: สู่การแพทย์จีโนมิกส์ถอดรหัสพันธุกรรมรักษาตรงเหตุ. *Genomics Thailand*, 1(1), 1-4.
- อัญญา พลตเปลี่ยน. (2563). รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในวิชาปฏิบัติ การบริหารการพยาบาล. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 7(4), 156-173.
- Abrams, L. R., McBride, C. M., Hooker, G. W., Cappella, J. N., & Koehly, L. M. (2015). The many facets of genetic literacy: assessing the scalability of multiple measures for broad use in survey research.

- PloS one*, 10(10), e0141532.
- Aivelo, T., & Uitto, A. (2021). Factors explaining students' attitudes towards learning genetics and belief in genetic determinism. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1408-1425.
- Boerwinkel, D. J., Yarden, A., & Waarlo, A. J. (2017). Reaching a consensus on the definition of genetic literacy that is required from a twenty-first-century citizen. *Science & Education*, 26(10), 1087-1114.
- Bowling, B. V., Acra, EE, Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C., ... Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, 178, 15-22.
- Bloom, J. W. (1992). *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice*. New York: State University of New York Press.
- Çalik, M., and Cobern, W. W. (2017). A cross-cultural study of CKCM efficacy in an undergraduate chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 691-709.
- Cebesoy, Ü. B., & Tekkaya, C. (2012). Pre-service science teachers' genetic literacy level and attitudes towards genetics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 56-60.
- Chapman, R., Likhanov, M., Selita, F., Zakharov, I., Smith-Woolley, E., & Kovas, Y. (2017). Genetic Literacy and Attitudes Survey iGLAS): International population wide assessment instrument. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS*, 33(6), 45-66.
- Chapman, R., Likhanov, M., Selita, F., Zakharov, I., Smith-Woolley, E., & Kovas, Y. (2019). New literacy challenge for the twenty-first century: genetic knowledge is poor even among well educated. *Journal of community genetics*, 10(1), 73-84.
- Cronbach, L.J. (1990). *Essentials of psychological testing*. (5th ed.). New York: Harper & Row.
- Donovan, B. M., Weindling, M., Salazar, B., Duncan, A., Stuhlsatz, M., & Keck, P. (2021). Genomics literacy matters: Supporting the development of genomics literacy through genetics education could reduce the prevalence of genetic essentialism. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(4), 520-550.
- DNA electrophoresis. Retrieved from <https://javalab.org/en/dna-electrophoresis/>.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of science education*, 28(9), 957-976.
- Goltz, H. H., & Acosta, S. (2015). A rare family: Exploring genetic literacy in an online support group. *Journal of Family Strengths*, 15(2), 6.
- Slovinsky, E., Kapanadze, M., & Bolte, C. (2021). The Effect of a Socio-Scientific Context-Based Science Teaching Program on Motivational Aspects of the Learning Environment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8), em1992.
- Subasic, K., Kronk, R., Mantione, A., & Vital, M. (2021). Exploring Genetic Literacy in a Small Hispanic Population. *Journal of Transcultural Nursing*, 32(4), 344-349.
- Weiler, T., & Landa-Galindez, A. (2022). Online interactive genetics education during internal medicine clinical clerkship. *Genetics in Medicine*, 24(6), 1362-1371.