

REVISTA UMBRAL

ISSN 2151-8386

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras

Los Estudios Generales en tiempos virtuales

XIII Simposio Internacional de la Red
Internacional de Estudios Generales
(RIDEG)

16-19 de noviembre de 2022

Número 19

agosto - mayo 2023 - 2024

Equipo editorial Revista Umbral

Angélica Varela Llavona,
Rector de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras

Carlos Sánchez Zambrana
Decano de la Facultad de Estudios Generales de la Universidad de
Puerto Rico Recinto de Río Piedras

Reinaldo Berríos Rivera
Decano del Decanato de Estudios Graduados y de Investigación de la
Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras

Juan Carlos García
Editor, Universidad de Puerto Rico

Jennifer Solivan
Coordinadora editorial

Junta Editora Revista Umbral

Carlos Sánchez Zambrana
Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras, (*Ex Officio*)

Eunice Pérez Medina
Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras, (*Ex Officio*)

Félix A. López Román
Universidad de Puerto Rico en Humacao

Lorna G. Jaramillo Nieves
Universidad de Puerto Rico en Río Piedras

Víctor Ruiz Rivera
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

Waldemiro Vélez Cardona
Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras

Junta Consultora Externa

Maia Sherwood Droz

Academia Puertorriqueña de la Lengua Española

Comité científico externo

Eduardo Devés Valdés (Universidad Santiago de Chile)

Haroldo Dilla Alfonso (Grupo de Estudios Multidisciplinarios Ciudades y fronteras)

Armando Fernández Soriano (Foro de Ecología Política de América Latina y el Caribe)

Lupicinio Íñiguez Rueda (Universidad Autónoma de Barcelona)

Claudio Maíz (Universidad Nacional de Cuyo)

Raúl Benítez Manaut (Universidad Nacional Autónoma de México)

Luis Enrique Otero Carvajal (Universidad Complutense)

Juan Manuel Santana (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)

Eloisa Gordon Mora (Universidad del Sagrado Corazón)

Coordinadora temática para el No. 19

Vivian Auffant Vázquez

Universidad de Puerto Rico en Río Piedras

Evaluadores participantes en la revisión de pares de este número

Zaira Pacheco Lozada (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)

Sarela Alfaro (Universidad Nacional de Barranca)

Jefferson Cabrera (Universidad de las Artes – Ecuador)

Crisálida V. Villegas (Universidad Bicentennial de Aragua, Venezuela)

Marjori. Giomara. Herrera López (Universidad Central del Ecuador)

Ricardo Jesus Calderon Deras (Académico independiente)

Leidy Hernández (editora de la Revista Aula Virtual)

Bexy Rojas (Universidad Central de Venezuela)

Guadalupe Sánchez Álvarez (Universidad Veracruzana)

Miguela Hermosilla (Universidad Nacional de Asunción, Paraguay)

Tamara Díaz Calcaño (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)
Hilian Colón (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)
Felipe Bastidas (Universidad Internacional de La Rioja)
Larissa Hernández Monterrosa (Universidad Católica de El Salvador)
Mabel Liconá (Universidad Politécnica de Ingeniería, Honduras)
Emmalind García (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)
Iyari Ríos González (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)
Anthony Cruz Pantojas (Tufts University, Medford)
Jorge Lefevre Tavárez (Universidad de Puerto Rico, Cayey)
María Córdoba (Instituto Tecnológico de Santo Domingo)
Aracelis Quintero Martínez (Académica independiente)
Ygor Deyko Ruiz Sánchez (Universidad de Puerto Rico, Río Piedras)
Bertold Salas Murillo (Universidad de Costa Rica)
Mónica Ruoti Cosp (Universidad Iberoamericana, Paraguay)
Rosa Ruffinelli (Universidad Nacional de Asunción)
Jairo Pérez (Universidad de Carabobo, Venezuela)
Semu Saant (Universidad Amawtay Wasi)
Duglas Moreno (Universidad Nacional Experimental de los Llanos
Occidentales "Ezequiel Zamora")

Correspondencia

Juan Carlos García
Editor de la Revista Umbral
Facultad de Estudios Generales
Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico
PO Box 23323 UPR. San Juan, PR 00931-3323.
Tel. 787 764-0000, x88800 revista.umbral@upr.edu

La Revista Umbral es la revista inter y transdisciplinaria sobre temas contemporáneos del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Forma parte de la plataforma académica Umbral, auspiciada por la Facultad de Estudios Generales y el Decanato de Estudios Graduados e Investigación. Promueve la reflexión y el diálogo interdisciplinario sobre temas de gran trascendencia, abordando los objetos de estudio desde diversas perspectivas disciplinarias o con enfoques que trasciendan las disciplinas. Por esta razón, es foro y lugar de encuentro de las Ciencias Naturales, las Ciencias Sociales y las Humanidades. Sus números tienen énfasis temáticos, pero publica también artículos sobre temas diversos que tengan un enfoque inter o transdisciplinario. La Revista Umbral aspira a tener un carácter verdaderamente internacional, convocando a académicos e intelectuales de todo el mundo. La Revista Umbral es una publicación arbitrada que cumple con las normas internacionales para las revistas académicas. Está en [Open Journal Systems](#) y está indexada en [MIAR](#), [EBSCO Publishing](#), [ERIH Plus](#), [IBSS](#), [Latindex](#) y [REDIB](#).

Disponible en <https://revistas.upr.edu/index.php/umbral>

La Revista Umbral de la Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras está publicada bajo la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#)

REVISTA UMBRAL

I S S N 2 1 5 1 - 8 3 8 6

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras

Los Estudios Generales en tiempos virtuales

XIII Simposio Internacional de la Red
Internacional de Estudios Generales
(RIDEG)

16-19 de noviembre de 2022

N ú m e r o 19

(agosto-mayo 2024)

ÍNDICE

TEMÁTICA DEL NÚMERO

Editorial <i>Vivian Auffant Vázquez</i>	12
Los Estudios Generales en tiempos turbulentos: pandemia, corrupción y virtualidad Waldemiro Vélez Cardona	14

Estudios generales: la necesidad futura de un pasado postergado <i>Carmen Rosalynn Rivera Mendoza y Federico Miguel Rosado Zavala</i>	38
Dinámica de discusión activa como acción transformadora efectiva para el aprendizaje de los estudiantes en un curso de Ciencias Biológicas en modalidad a distancia durante la pandemia del COVID-19. <i>Carlos Ayarza-Real Gerardo Arroyo-Cruzado</i>	60
Propuesta estructural para el curso CIBI 4105: aerobiología o la ecología de la atmósfera, impacto observado en los estudiantes de Ciencias Naturales <i>Graciela E. Quintero</i>	80
Las TIC aliadas a los Estudios Generales y al desarrollo de una pedagogía de la resistencia <i>María Elena Córdoba</i>	104
La crisis civilizatoria: reflexiones sobre sus aspectos económico-políticos, ecológicos y epistemológicos <i>Ramón Rosario Luna</i>	122
Exploradores virtuales: navegando por los fundamentos de biología, la interacción y continuidad de la vida, en un curso del componente de Ciencias Naturales en los Estudios Generales <i>Rosa I. Rodríguez Cotto</i>	172
Cambio climático y la rehabilitación ambiental desde la transdisciplinariedad en la educación general <i>Wilmer O. Rivera-De Jesús</i>	204

EDUCACIÓN GENERAL

Apuntes para una historia del Departamento de Ciencias Físicas de la Facultad de Estudios Generales de la	232
---	------------

Universidad de Puerto Rico: El papel de tres grandes científicos en los albores de la década de los cincuenta
Carlos Sánchez Zambrana

La integración de la tecnología a la clase de Educación Física durante la pandemia del COVID-19 **266**
Jomar Parrilla Cruz
José M. Luna Pérez

Consecuencias del Concordato de 1851 y la Real Cédula de 1858 en la plantilla de músicos de la Catedral de San Juan de Puerto Rico **290**
Ángel Olmeda

TEMA LIBRE

Impacto del proyecto ED-3389 Programa de Formación Continua: Administración, Liderazgo y Gestión de la Educación en la Capacitación de Gestores Educativos **308**
Marco Antonio Alvarado Barboza

El teatro en México como instrumento pedagógico (1920-1940) **328**
María Collazo

RESEÑA

La educación general en Puerto Rico: La década de los cincuenta (Primera Parte), de la autoría de Carlos Sánchez Zambrana, Waldemiro Vélez Cardona y Manuel Maldonado Rivera Rogelio Escudero Valentín **358**

REVISTA UMBRAL

No. 19 (agosto-mayo 2024)

I S S N 2 1 5 1 - 8 3 8 6

Exploradores virtuales: navegando por los fundamentos de biología, la interacción y continuidad de la vida, en un curso del componente de Ciencias Naturales en los Estudios Generales¹

Virtual Explorers: Navigating the Fundamentals of Biology, Interaction, and the Continuity of Life, in a Natural Sciences Course in General Studies

Recibido: 21/07/2023. Aceptado: 28/09/2023.

Rosa I. Rodríguez Cotto
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras
rosa.rodriguez5@upr.edu

Resumen: El curso de CIBI 3016, Fundamentos de biología: la interacción y continuidad de la vida, fue seleccionado para trabajarlo en la modalidad en línea. El curso se desarrolló utilizando Moodle, el sistema de gestión del aprendizaje de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras. Los laboratorios que acompañan el curso fueron contratados a través de la compañía Labster. Se programaron secciones de CIBI 3016 en la modalidad híbrida que sirvieron como pilotos en los cuales los profesores y estudiantes evaluaron el curso. El curso en línea forma parte de la oferta académica de agosto 2023. Este curso ofrece flexibilidad en el tiempo para completar grados académicos considerando diversidad de escenarios como personas que trabajan, ubicadas en el extranjero y otros.

¹ Ponencia presentada en el XIII Simposio Internacional de Estudios Generales, adaptada como artículo para esta revista.

Palabras claves: CIBI 3016, laboratorios, en línea, plataformas externas, flexibilidad de tiempo

Abstract: CIBI 3016, Fundamentals of Biology: the interaction and continuity of life, was selected for online course offering. The course was developed using Moodle, the **learning management system** from the University of Puerto Rico at Río Piedras. The laboratories that accompany the course, in its virtual mode, were contracted through the Labster company. Sections of CIBI 3016 were programmed in the hybrid modality that served as pilots where professors and students evaluated the course. The online course is part of the academic offer of August 2023. This course offers flexibility in time to complete academic degrees considering diversity of settings such as people working, located abroad, among others.

Keywords: CIBI 3016, laboratories, online, external platforms, time flexibility

Introducción

En el período prepandémico el Departamento de Ciencias Biológicas (DCIBI) de la Facultad de Estudios Generales (FEG) no contaba con cursos en línea en su oferta académica. En las reuniones del DCIBI se escuchaban algunas intervenciones relacionadas con el ofrecimiento de cursos de ciencias biológicas en la modalidad en línea. Surgieron interrogantes que incluían: uso de materiales virtuales y los derechos de autor, realización de las discusiones interdisciplinarias y, sobre todo la ejecución de laboratorios. Esta última ubicaba la biología en línea en un futuro lejano.

La pandemia 2020 trajo el cierre del Campus Universitario y una transición abrupta a la modalidad remoto asistido por tecnología (T). La facultad se certificó como educador en línea con un curso autodirigido, a distancia, ofrecido por la División de Educación Continua y Estudios

Profesionales (DECEP) (Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, 2020, 2). Las consecuencias de la pandemia fueron globales para la enseñanza incluyendo las instituciones universitarias. La Universidad Javeriana en Bogotá, Colombia, diseñó un estudio mediante la aplicación de una encuesta dirigida a los profesores del Departamento de Morfología de la Escuela de Medicina (Kuhlmann, et al. 2021, 4-6) para auscultar fortalezas y debilidades en la enseñanza durante el periodo pandémico. Al igual que los profesores de la Universidad Javeriana los profesores del DCIBI señalaron las dificultades para adaptarse a un nuevo modelo de enseñanza mediante el uso de canales alternos de comunicación y aprendizaje. Gracias a este reto los profesores aumentaron su dominio en el manejo de las herramientas tecnológicas. Los docentes han expresado que las nuevas tecnologías llegaron para permanecer entre las herramientas de enseñanza y presentan oportunidades de innovación. Durante la pandemia fue posible retomar las clases en la modalidad T, pero el gran reto fue las experiencias de laboratorio.

La pandemia 2020 fue el germen que catapultó el diseño de un curso de ciencias biológicas (CIBI) en la modalidad en línea. Reconociendo la oportunidad de innovación el DCIBI inició este esfuerzo con el curso CIBI3016 *Fundamentos de biología, la interacción y continuidad de la vida*. El diseño del curso en línea está dirigido hacia el desarrollo integral del estudiante lo cual es cónsono con la misión de la educación general. La presentación, estudio y discusión (a través de foros) de los aspectos teóricos y epistemológicos van de la mano con la posibilidad de ponerlos en práctica en el diario vivir. Este diseño promueve la responsabilidad social abordando temas de importancia en nuestros días: la conservación del ambiente, los problemas poblacionales, el desarrollo científico, etc. El estudiante podrá aprender a organizar las ideas para generar un

pensamiento propio y crítico utilizando como vehículo la integración de diferentes disciplinas. El propósito de este trabajo es presentar la estrategia utilizada en el desarrollo del curso que estará disponible en la modalidad en línea en agosto del 2023. Los estudiantes participaron activamente en el desarrollo del curso en línea evaluando las experiencias virtuales de laboratorio y aportando comentarios y sugerencias a través del diario reflexivo y discusiones en el componente presencial del curso híbrido piloto.

Método

El DCIBI creó la coordinación de cursos a distancia. Docentes voluntarios adquirieron la certificación en construcción de ambientes virtuales de aprendizaje ofrecido por el Centro para la Excelencia Académica (CEA); asistieron a talleres de capacitación como: el uso de la plataforma de aprendizaje Moodle, manejo de salas de clases virtuales, revisaron materiales digitales para los cursos y los hicieron disponibles a través de la página CIBIDEPT accedida a través de Moodle ([Curso: Departamento de Ciencias Biológicas \(uprrp.edu\)](#)), etc. Al presente la coordinación de cursos a distancia está bajo la sombrilla del Comité de Revisión Curricular departamental. En este comité se presentó el plan de trabajo a seguir en el desarrollo del curso. Desde el comité se generaron las discusiones para la implementación del plan de trabajo. Los acuerdos alcanzados se presentaban en las reuniones departamentales y en los informes semestrales del comité. El prontuario del curso fue revisado y adaptado a tres modalidades: presencial, híbrido y en línea (Comité de Currículo, Facultad de Estudios Generales, Departamento de Ciencias Biológicas, 2020). El prontuario fue la base para transferir la información

necesaria a la plantilla de organización del curso en Moodle. Los laboratorios seleccionados y evaluados por un sub-Comité del Comité de Revisión Curricular fueron contratados a través de la compañía Labster (<https://www.labster.com/>), la cual provee simulaciones de laboratorio para diferentes temas de ciencia en diferentes niveles de aprendizaje. Los laboratorios se clasificaron en cinco grupos: (1) introductorios y relacionados a las cuatro unidades del curso: (2) ecología, (3) reproducción (4) genética y (5) evolución. En los semestres de agosto a diciembre 2022S1 y enero a mayo 2022S2 se programaron secciones de CIBI3016 con sus respectivos laboratorios (2 secciones de laboratorio por cada sección del curso) en la modalidad híbrido. Los estudiantes matriculados en el curso recibieron un código personal que le proveyó acceso a la plataforma externa de Labster a través de Moodle. Los participantes se familiarizaron y navegaron por el sistema utilizando la simulación de demostración que los introdujo al laboratorio virtual. Cada simulación contiene información relacionada al tema y durante la navegación se examina el dominio de los conceptos fundamentales utilizando preguntas que son calificadas por el sistema.

Estas secciones fueron pilotos donde los profesores y estudiantes evaluaron el curso (Hill, et. al, 2020, 1). Los docentes evaluaron las unidades del curso, observando la transición de la enseñanza presencial a la autodidacta en línea. Los estudiantes tuvieron hasta dos intentos para trabajar las simulaciones. Los estudiantes evaluaron las experiencias de laboratorio utilizando un cuestionario, la herramienta de diario reflexivo y las reuniones presenciales del curso híbrido. El cuestionario fue creado en la aplicación “Forms” de “Microsoft” y contenía nueve aseveraciones que se observan en la Figura 1A. El mismo cuestionario se utilizó para evaluar

todas las simulaciones y se accedía utilizando un enlace ubicado inmediatamente debajo del enlace de la simulación. El cuestionario incluía aseveraciones relacionadas a: la accesibilidad y manejo de la plataforma externa de Labster; la importancia de los medios audiovisuales utilizados; la integración del laboratorio con los conceptos fundamentales del curso; etc. Las evaluaciones por los estudiantes se realizaron para todas las experiencias de laboratorio incluidas en el sílabo. En el componente presencial del curso híbrido se generaron tertulias sobre el avance de esta experiencia virtual. Entre ellas cabe destacar la narración entusiasta de su primera experiencia entrando al laboratorio virtual y moviéndose a través de este y al igual que los profesores que evaluamos estas experiencias como se perdieron dentro del laboratorio.

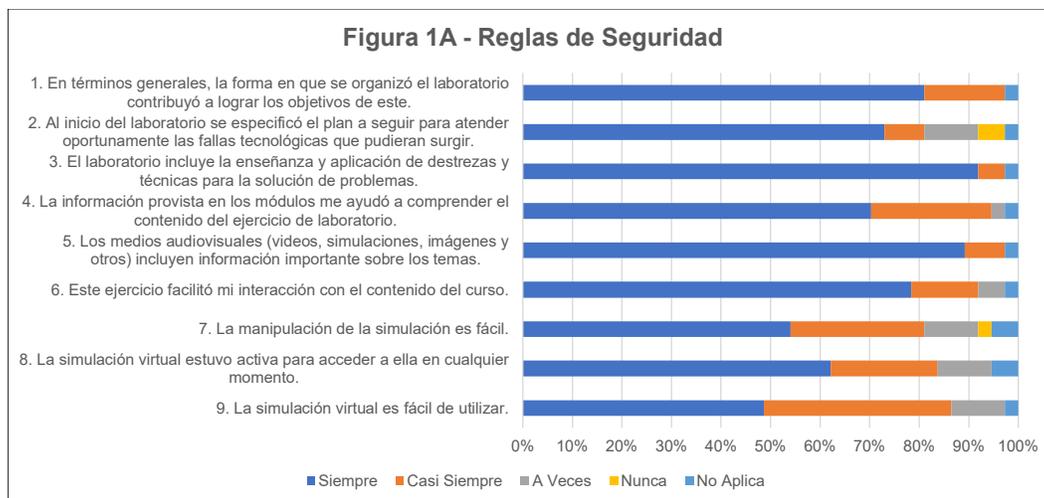
Resultados

Las Figuras 1 a la 5 muestran el promedio de las respuestas del cuestionario de cuatro secciones de laboratorio.

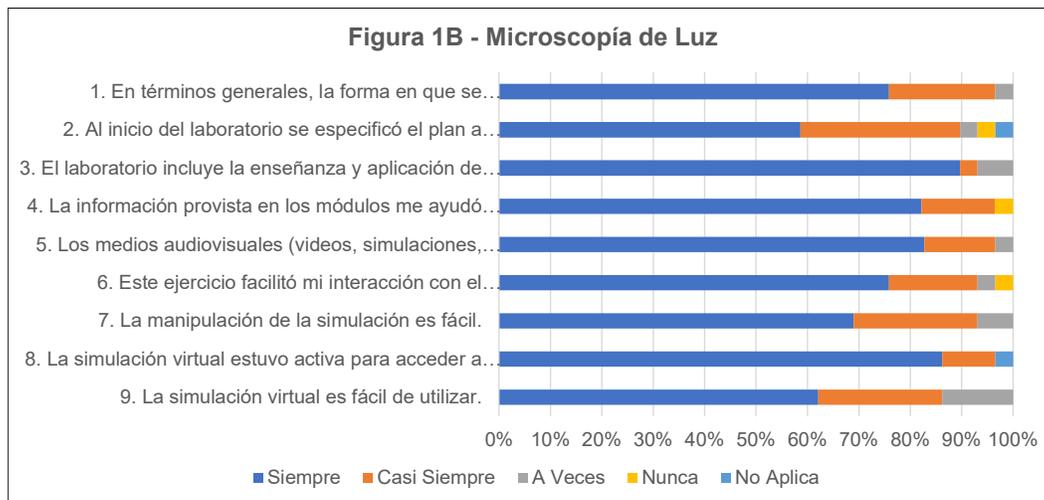
Laboratorios introductorios

Los laboratorios introductorios (Figura 1) incluyen las reglas de seguridad (1A), microscopía de luz (1B) y diseño experimental (1C). La simulación de reglas de seguridad se estudió después del Demo. El 49% reportó que siempre la simulación fue fácil de utilizar (1A9) y 38% casi siempre, lo que nos lleva a 87% que pudo trabajar esta simulación sin complicaciones mayores. Se observa una tendencia similar para las aseveraciones 1A8 y 1A7, relacionadas a la disponibilidad y manipulación

de la simulación. La unión de la opción siempre y casi siempre la podemos apoyar con las expresiones de los estudiantes en el componente presencial del curso, así como en el diario reflexivo. El 92% (respuesta combinada de siempre y casi siempre) indicó que el ejercicio facilitó la interacción con el contenido del curso (1A6). El 89% contestó que siempre los medios audiovisuales incluyeron información importante sobre el tema (1A5). El 70% indicó que siempre la información provista en los módulos ayudó a comprender el contenido del ejercicio (1A4). La respuesta combinada (1A4) de siempre y casi siempre fue de 95%. El 92% indicó que la experiencia siempre incluyó la enseñanza y aplicación de destrezas y técnicas para la solución de problemas (1A3). La respuesta combinada de siempre y casi siempre fue de 81% para el plan a seguir para atender las fallas tecnológicas (1A2). La aseveración 1A1 “En términos generales, la forma en que se organizó el laboratorio contribuyó a lograr los objetivos de este.” recibió 97% de las respuestas combinadas siempre y casi siempre. Las opciones de a veces y nunca fueron reportadas en un rango de 0% (1A1, 1A3 y 1A5) a 16% (1A2).

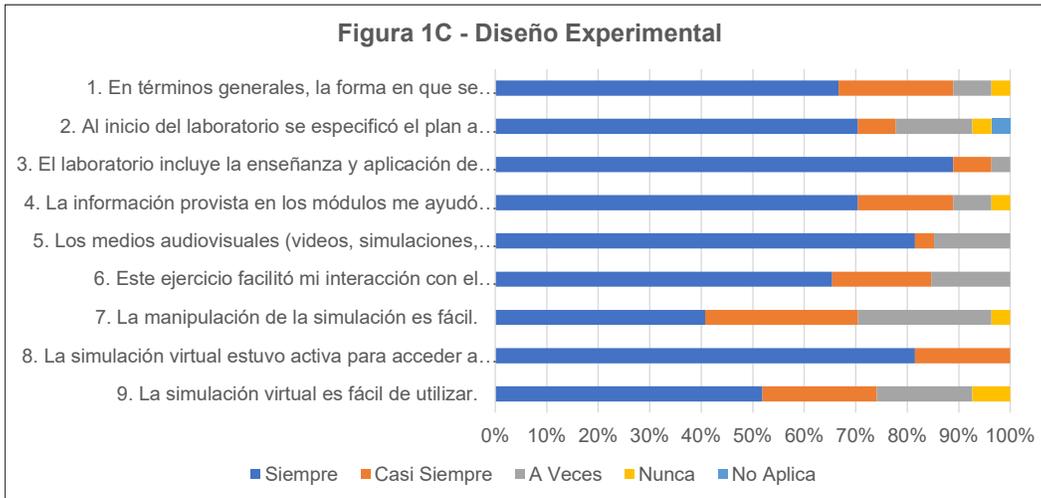


La Figura 1B muestra los resultados para las respuestas relacionadas a la simulación de microscopía de luz. Las aseveraciones serán citadas de aquí en adelante por el número de la figura y su número en el cuestionario. La combinación de las respuestas: siempre y casi siempre sobrepasa el 86% para 1B2 y 1B9 y es mayor al 93% para 1B1 y 1B3 a 1B8. La selección de a veces y nunca fue desde 0% (1B8) hasta 14 % (1B9).

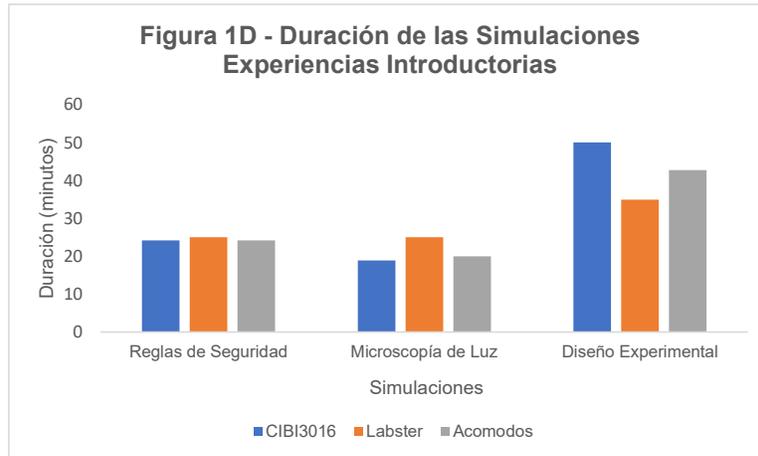


La Figura 1C muestra los resultados para las respuestas relacionadas a la simulación de diseño experimental. El 41% indicó que la manipulación de esta simulación fue fácil (1C7). Las respuestas combinadas de siempre y casi siempre fue de 70%. La combinación de siempre y casi siempre fue mayor de 74% para 1C2 y 1C9, mayor de 84% para 1C1, 1C4 a 1C6 y 96% para 1C3. La aseveración, la simulación estuvo activa para acceder (1C8) fue de 100%. El tiempo empleado en esta simulación fue mayor al sugerido por Labster (Figura 1D). Este ejercicio es de mayor complejidad comparado con las simulaciones presentadas en la

Figura 1A y 1B. La selección de a veces y nunca fue desde 0% (1C8) hasta 30% (1C7).

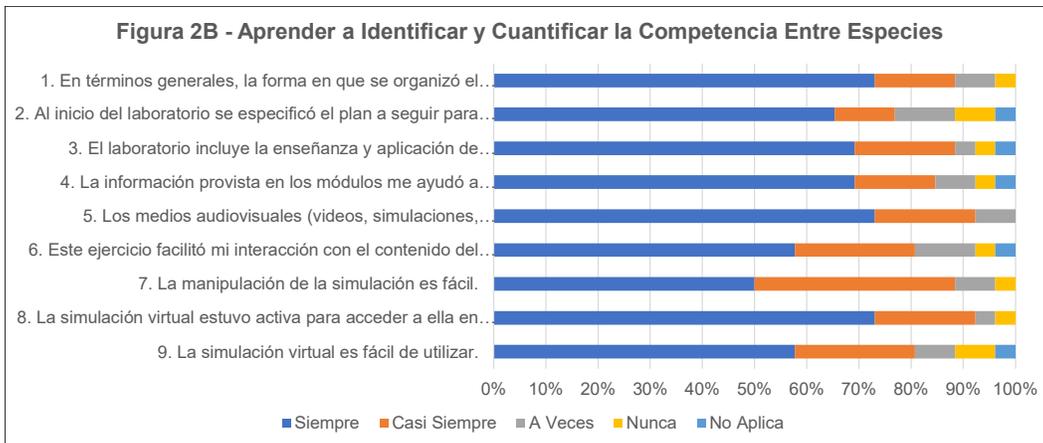


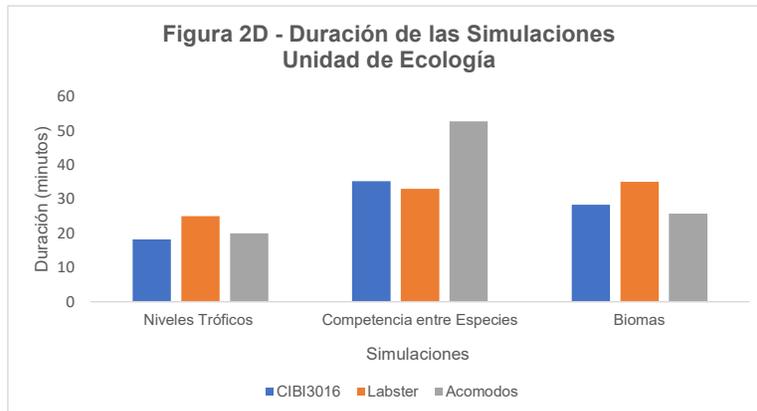
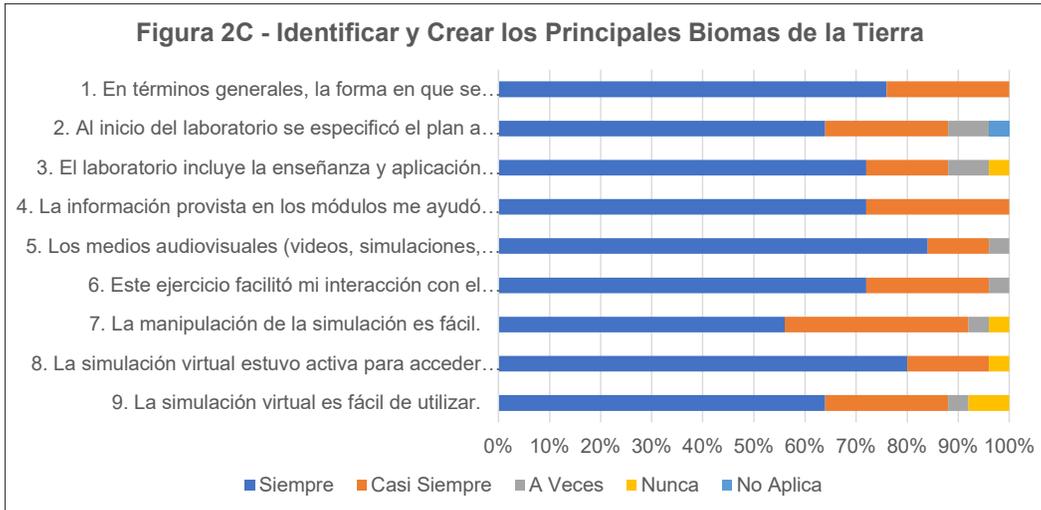
La Figura 1D muestra el promedio de tiempo (cuatro secciones de laboratorio) invertido para completar la simulación en el primer intento. Se incluyen tres muestras: tiempo consumido por los estudiantes de CIBI3016, tiempo sugerido por Labster y tiempo consumido por estudiantes de CIBI3016 que a su vez recibieron servicios de acomodación razonable a través de la Oficina de Servicios a Estudiantes con Impedimento. La simulación de reglas de seguridad fue completada en el tiempo sugerido. Los estudiantes de CIBI3016 y los acomodados completaron la microscopía de luz en menor tiempo al sugerido. El tiempo empleado en el diseño experimental por CIBI3016 y los acomodados fue mayor al sugerido por Labster.



Laboratorios de la unidad de Ecología

Los laboratorios de la unidad de ecología (Figura 2) incluyen el estudio de los niveles tróficos (2A), competencia entre especies (2B) y biomas (2C). Los estudiantes reportaron que alrededor de 50% siempre la manipulación de estas tres simulaciones fue fácil (2A7, 2B7 y 2C7). La combinación de siempre y casi siempre fue de 81% para los niveles tróficos (2A7), 88% para la competencia entre especies (2B7) y 92% biomas (2C7). La combinación de siempre y casi siempre fue alrededor de 90% para 2A1, 2A3, 2A4 a 2A6 y 2A8, 82% para 2A9 y 76% para 2A2; mayor de 80% para 2B1 y 2B3 a 2B9 y 77% para 2B2; 100% para 2C1 y 2C4, sobre 90% para 2C5 a 2C8 y 88% para 2C2, 2C3 y 2C9. Las opciones de a veces y nunca fueron utilizadas entre 5% (2A1, 2A5 y 2A8) a 19% (2A2 y 2A7) para los niveles tróficos, de 8% (2B3, 2B5 y 2B8) a 19% (2B2) para la competencia entre especies y de 4% (2C5, 2C6 y 2C8) a 12 % (2C3 y 2C9) para biomas.

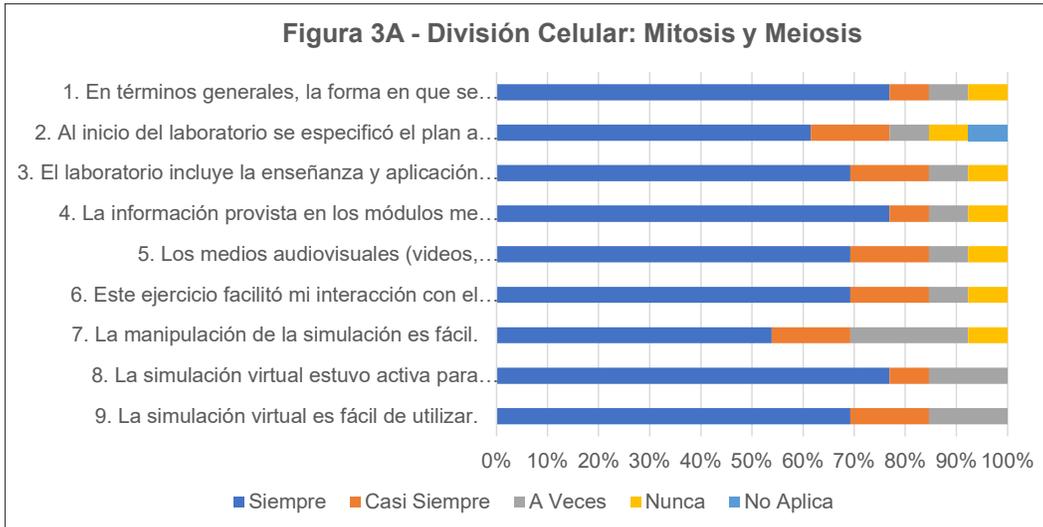


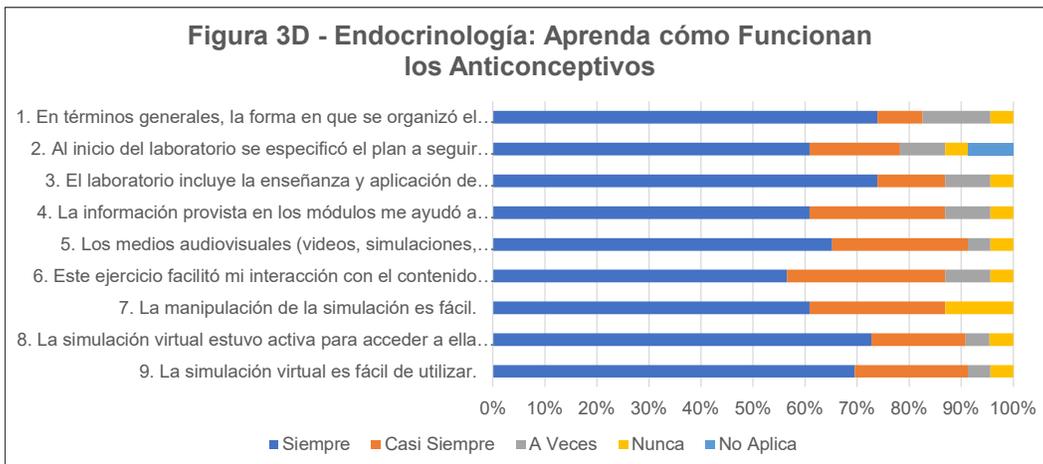
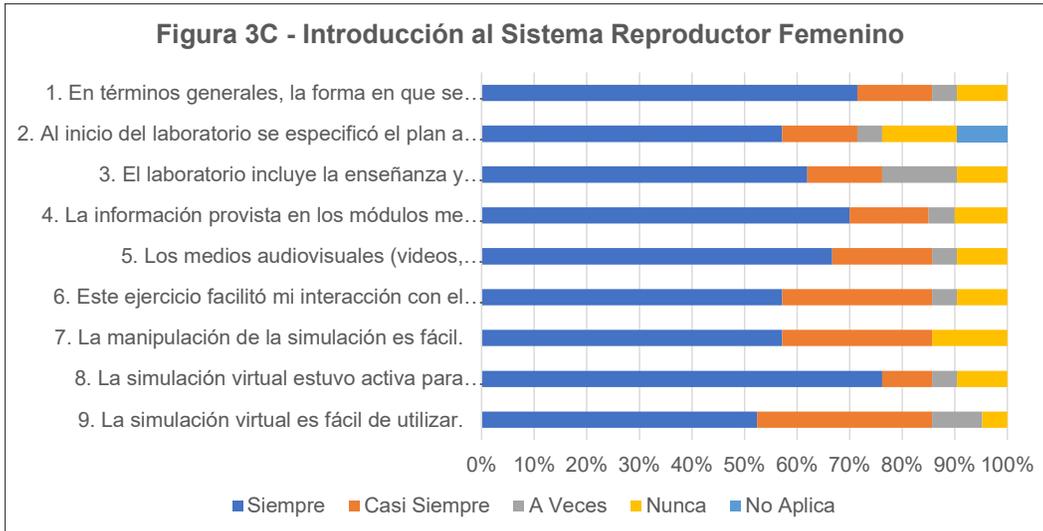


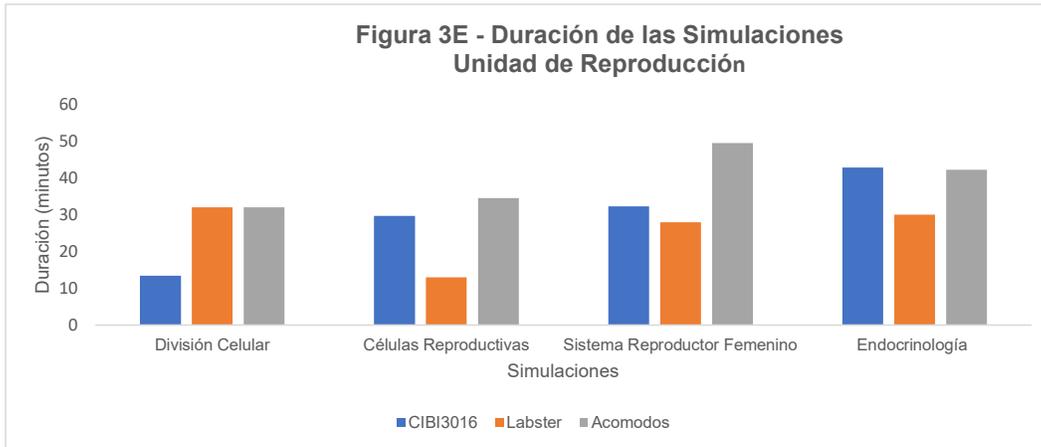
La inversión de tiempo en las simulaciones de niveles tróficos y biomas fue menor para el grupo de CIBI3016 y para los acomodados comparado con el tiempo sugerido por Labster (Figura 2D). La simulación de competencia entre especies tomó más tiempo del sugerido especialmente para los acomodados.

Laboratorios de la unidad de reproducción

La unidad de reproducción (Figura 3) fue apoyada por cuatro simulaciones: división celular (3A), células reproductivas humanas (3B), sistema reproductor femenino (3C) y endocrinología (3D). Los estudiantes reportaron que en un 54% siempre la manipulación de la simulación fue fácil (3A7). La combinación de siempre y casi siempre fue de 69%. La combinación de siempre y casi siempre fue de 85% para 3A1, 3A3 a 3A6, 3A8 y 3A9 y 77% para 3A2. Las opciones combinadas a veces y nunca fueron utilizadas entre 15% (3A1 a 3A6) a 31% (3A7). La simulación de células reproductivas obtuvo una evaluación combinada de siempre y casi siempre de sobre 92% en 3B1 a 3B5 y 3B8 y 88% en 3B6, 3B7 y 3B9. Las opciones a veces y nunca fueron desde 4% (3B3 a 3B5) a 12% (3B6, 3B7 y 3B9). Los resultados para la simulación del sistema reproductor femenino muestran sobre un 85% para la combinación de siempre y casi siempre de 3C1, 3C4 a 3C9 y sobre 71% de 3C2 y 3C3. La selección combinada de a veces y nunca se observa desde 14% (3C1 y 3C5 a 3C9) hasta 24% (3C3). La simulación de endocrinología obtuvo una evaluación combinada de siempre y casi siempre de 91% para 3D5, 3D8 y 3D9, sobre 83% para 3D1, 3D3, 3D4, 3D6 y 3D7 y 78% para 3D2. Las opciones a veces y nunca fueron desde 9% (3D5, 3D8 y 3D9) hasta 17 % (3D1).





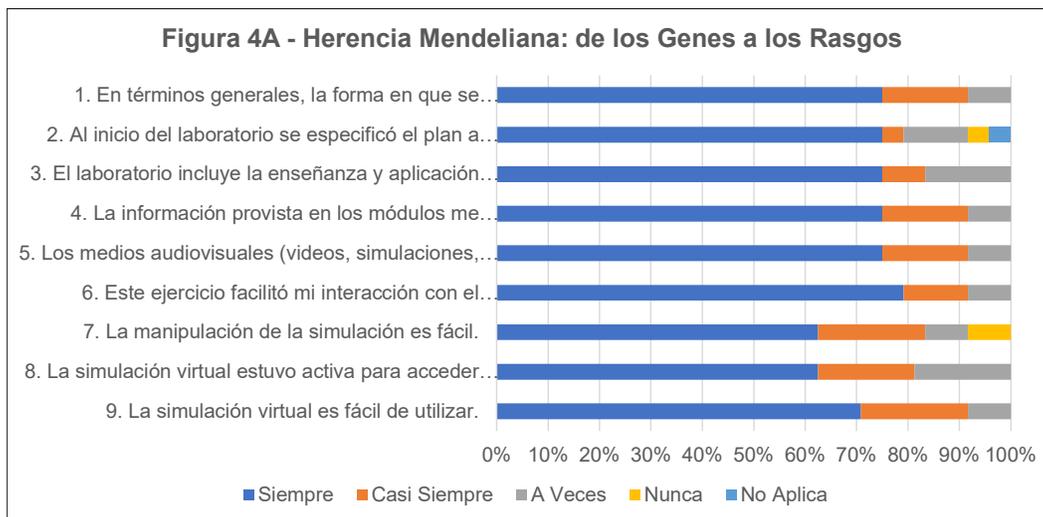


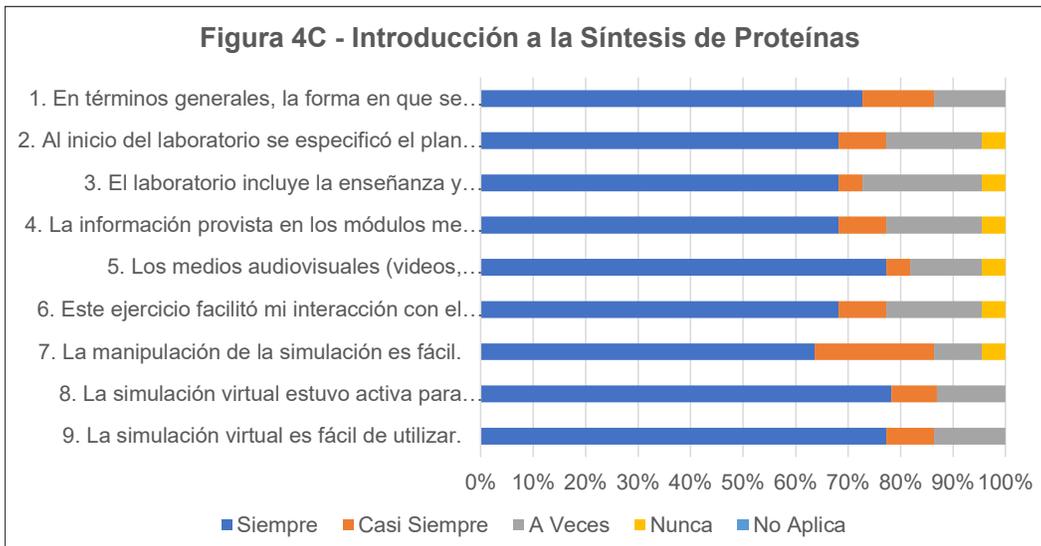
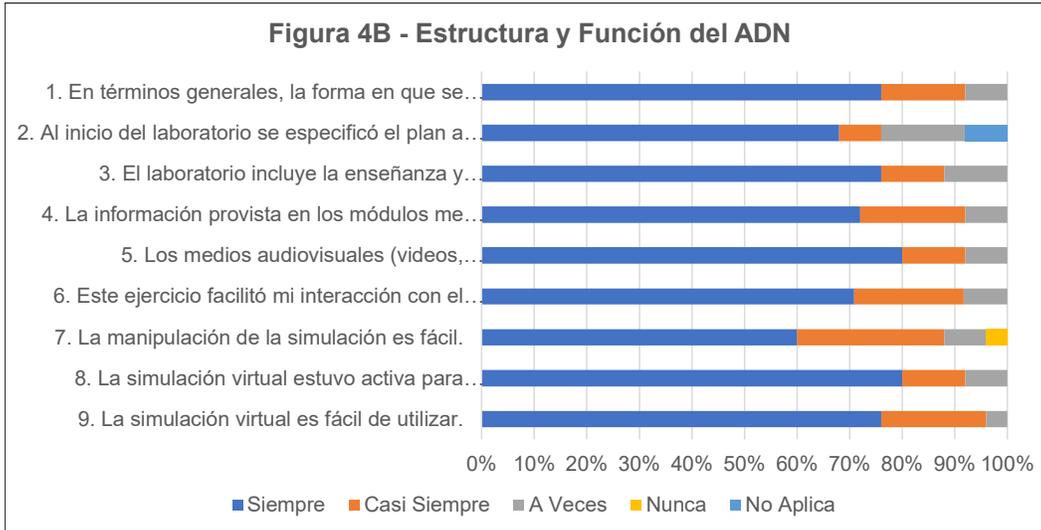
CIBI3016 realizó la simulación de división celular en la mitad del tiempo sugerido por Labster (Figura 3E) mientras que los acomodados la realizaron en el tiempo sugerido. Tanto CIBI3016 como los acomodados invirtieron mayor tiempo en las simulaciones de células reproductivas. CIBI3016 invirtió el doble del tiempo sugerido y los acomodados 2.5 veces mayor. Los acomodados invirtieron mayor tiempo en la simulación del sistema reproductor femenino seguido por CIBI3016. Ambos invirtieron mayor tiempo en la simulación de endocrinología comparadas con el tiempo sugerido por Labster.

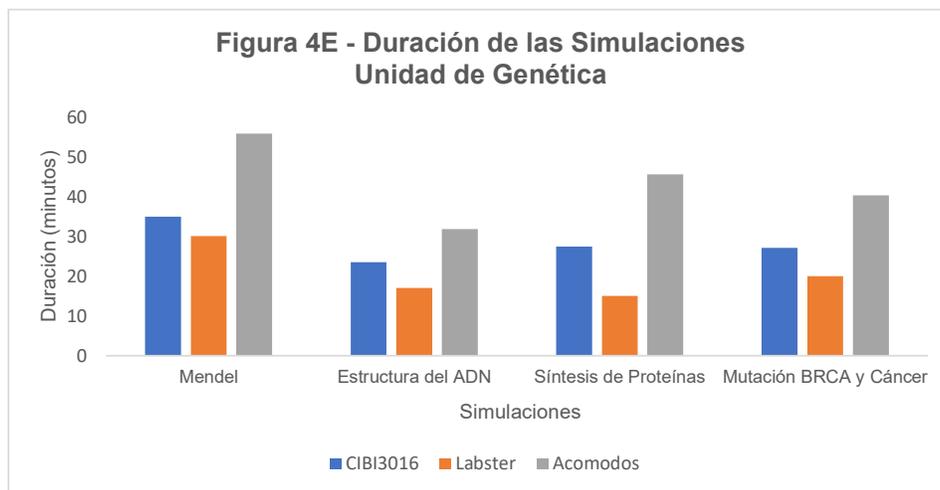
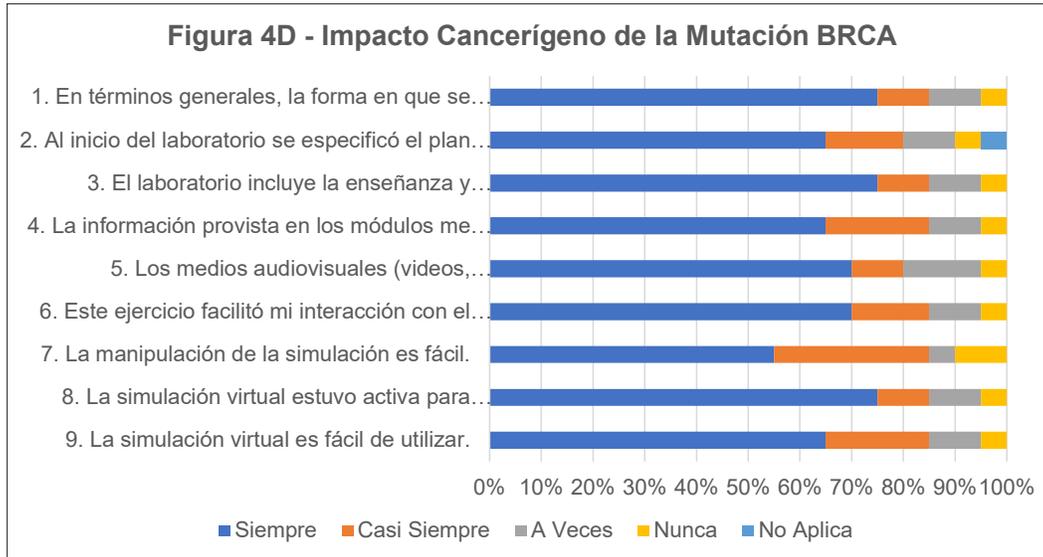
Laboratorios de la unidad de Genética

La Figura 4 muestra los resultados para los laboratorios de la unidad de genética. Los laboratorios de esta unidad consistían en cuatro simulaciones: herencia mendeliana (Figura 4A), estructura y función del ADN (Figura 4B), introducción a la síntesis de proteínas (Figura 4C) y el impacto cancerígeno de la mutación BCRA (Figura 4D). La evaluación combinada de siempre y casi siempre fue de 92% para 4A1, 4A4 a 4A6 y 4A9, sobre 81% para 4A3, 4A7 y 4A8 y 79% para 4A2. Las opciones de a

veces y nunca fluctuaron entre 8% (4A1, 4A4 a 4A6 y 4A9) hasta 19% (4A8). La simulación de estructura y función del ADN recibió una evaluación combinada de siempre y casi siempre de sobre 92% para 4B1, 4B4 a 4B6, 4B8 y 4B9, 88% para 4B3 y 4B7 y 76% para 4B2. La selección de a veces y nunca se observó desde 4% (4B9) hasta 16% (4B2). Los estudiantes reportaron sobre 82% en la evaluación combinada de siempre y casi siempre para 4C1, 4C5, 4C7, 4C8 y 4C9 y sobre 73% para 4C2 al 4C4 y 4C6. Las opciones de a veces y nunca fueron desde 13% (4C8) hasta 27% (4C3). La simulación de la mutación de BCRA fue evaluada con sobre 80% en todos los criterios combinando el siempre con el casi siempre. Las opciones de a veces y nunca fueron desde 15% (4D1 a 4D4 y 4D6 a 4D9) hasta 20% (4D5).





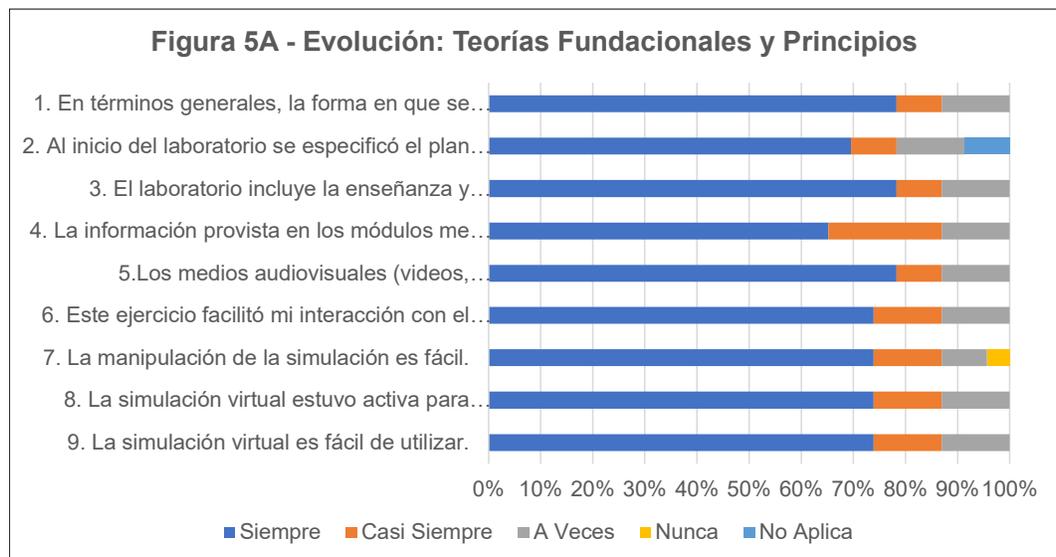


La inversión de tiempo para todas las simulaciones de la unidad de genética fue mayor al tiempo sugerido por Labster (Figura 4E). El grupo de los acomodados superó a CIBI3016 en todas las simulaciones. El grupo de acomodados invirtió 1.8 veces más del tiempo sugerido por Labster para las simulaciones de herencia mendeliana y estructura de ADN. La simulación de síntesis de proteínas consumió al grupo de los acomodados 3

veces el tiempo sugerido. Los acomodados invirtieron el doble del tiempo en la simulación de la mutación BRCA.

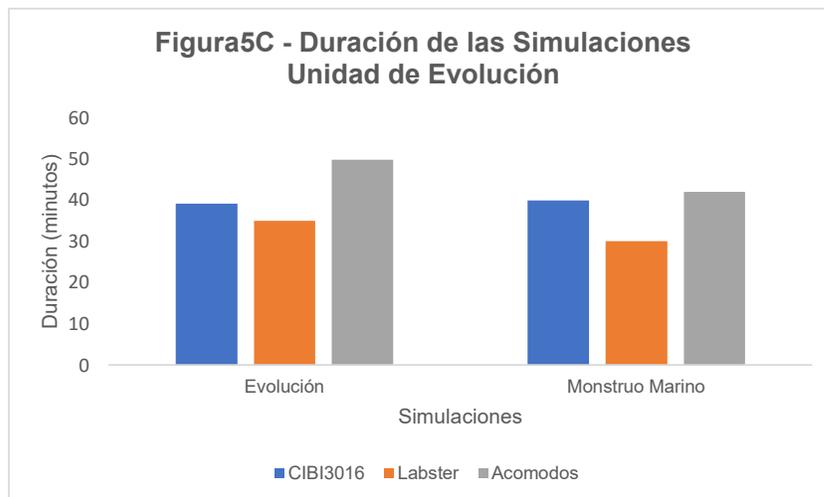
Laboratorios de la unidad de evolución

La Figura 5 muestra los resultados para los laboratorios de la unidad de evolución. Los laboratorios de esta unidad consistían en dos simulaciones: principios de evolución (Figura 5A) y monstruo marino (Figura 5B). La simulación de principios de evolución recibió una evaluación combinada de siempre y casi siempre de 87% para todas las aseveraciones excepto para la 5A2 que recibió 78%. La simulación de monstruo marino recibió una evaluación de 92% 5B8, sobre 83% de 5B1 a 5B7 y el 69% de 5B9 combinando siempre y casi siempre. Las opciones de a veces y nunca fueron de 13% para todas las aseveraciones de principios de evolución y desde 8% (5B2 y 5B8) hasta 19% (5B9).





El tiempo invertido en las simulaciones de la unidad de ecología (Figura 5C) fue mayor al sugerido por Labster. Los acomodados necesitaron mayor tiempo comparado con CIBI3016 en los principios de evolución. Ambos grupos invirtieron aproximadamente el mismo tiempo en la simulación de monstruo marino.



La selección no aplica fluctuó desde 0.2% a 0.7% considerando los resultados de todas las simulaciones excepto para la aseveración número 2 (Al inicio del laboratorio se especificó el plan a seguir para atender oportunamente las fallas tecnológicas que pudieran surgir.) la cual obtuvo 4.7%.

Discusión

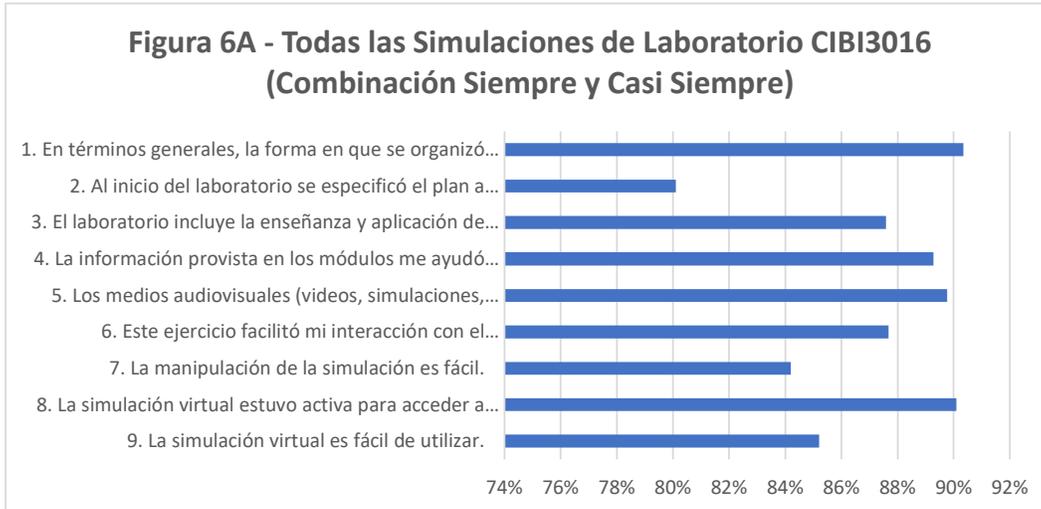
La Figura 6A muestra el promedio de las respuestas combinadas de siempre y casi siempre para las aseveraciones del cuestionario de todas las simulaciones realizadas en el laboratorio. La figura será utilizada para discutir cada aseveración del cuestionario. El 90.3% contestó que “En términos generales, la forma en que se organizó el laboratorio contribuyó a lograr los objetivos de este (6A1).” Las discusiones del componente presencial del curso, así como las expresiones en el diario reflexivo refuerzan esta aseveración indicando que las simulaciones seleccionadas para la introducción y de apoyo a las unidades lograron los objetivos del laboratorio los cuales se encontraban en el sílabo, así como en cada módulo de laboratorio en Moodle. Los estudiantes en los acomodados realizaron estas simulaciones a su paso. Un elemento común solicitado en los acomodados fue el conceder tiempo adicional para completar las tareas.

El 80.1% contestó que “Al inicio del laboratorio se especificó el plan a seguir para atender oportunamente las fallas tecnológicas que pudieran surgir (6A2).” El plan por seguir se discutió al inicio y a lo largo del curso. El estudiante debe revisar el equipo y conexión a internet que utilizará para realizar las simulaciones. Informará al profesor cualquier eventualidad. De ser necesario el profesor se comunicará con el administrador de Moodle para resolver la situación. El administrador determinará si es necesario contactar la compañía Labster a través de su equipo de apoyo para

solucionar la situación. Los estudiantes pueden comunicarse directamente con el equipo de apoyo de Labster utilizando una ventana de chat que se activa cuando el estudiante selecciona una simulación. Este plan se apoya con la aseveración 6A8 “La simulación virtual estuvo activa para acceder a ella en cualquier momento.” El 90.1% coincidió con esta aseveración. La respuesta a esta aseveración para la simulación de diseño experimental (1C8) fue de 100%. Las simulaciones virtuales representan un método nuevo para estudiar una experiencia de laboratorio en CIBI3016. Este método requiere el uso de equipo y conexión a internet que pueda sostener la simulación de manera continua. Algunos estudiantes hicieron ajustes en la utilización de sus equipos para facilitar el acceso y realización de estas experiencias.

Las aseveraciones 6A3 a 6A6 se dirigen al proceso de enseñanza aprendizaje. El 88.0% contestó que, “El laboratorio incluye la enseñanza y aplicación de destrezas y técnicas para la solución de problemas (6A3).” Las simulaciones contienen preguntas que se formulan a lo largo de esta para verificar que el estudiante ha comprendido el concepto presentado, también incluyen problemas de práctica de situaciones particulares. El poder dominar los conceptos y aplicarlos es lo que lleva a los estudiantes en su mayoría a realizar intentos adicionales de las simulaciones, pues la puntuación alcanzada en una simulación está directamente relacionada con la comprensión del tema. El 89.3% contestó que “La información provista en los módulos me ayudó a comprender el contenido del ejercicio de laboratorio (6A4)”. Del diario reflexivo se deriva que, en algunas simulaciones, por ejemplo, diseño experimental, se incluyera información adicional sobre el tipo de célula seleccionada en esta simulación y que

podieran acceder al mismo tiempo la información sobre el tema y la simulación.



El 89.8% contestó que “Los medios audiovisuales (videos, simulaciones, imágenes y otros) incluyen información importante sobre los temas (6A5)”. Las herramientas utilizadas en los cursos en línea, en este caso en el curso híbrido, cuando se organizan de acuerdo con los objetivos y el contenido del curso proveen una estrategia adicional para presentar la información sobre los temas. El 87.7% contestó que “Este ejercicio facilitó mi interacción con el contenido del curso (6A6).” Todas las simulaciones fueron seleccionadas por un subcomité del Comité de Revisión Curricular departamental (según mencionado en la sección de métodos) observando que se estudiaran los laboratorios medulares y se apoyaran las unidades del curso con temas relacionados a las mismas.

Las aseveraciones 6A7 y 6A9 se refieren al manejo de la simulación. El 84.2% contestó que “La manipulación de la simulación es fácil (6A7).” El 85.2% contestó que “La simulación virtual es fácil de utilizar (6A9).” Las simulaciones utilizadas contienen técnicas (tinción celular, extracción de

muestras) y equipo (campana de extracción, microscopio, incubadora, micropipetas, invernadero) de laboratorio utilizado en las investigaciones científicas de los temas. Los estudiantes que se enfrentan a estas técnicas y equipo por primera vez presentan un desenvolvimiento similar comparado con los estudiantes presenciales. Los estudiantes manipulan sus experimentos virtualmente desde el inicio hasta el final y adquieren una experiencia cercana a la realidad (Delgado y Donahue, 2021, 8).

Los resultados globales del cuestionario muestran de 80 a 90% contestaciones que coinciden con las aseveraciones formuladas. En nuestra escala de calificaciones va de bueno a excelente.

En adición a las simulaciones de Labster algunas instituciones han desarrollado cursos de ciencia que contienen un cóctel de objetos virtuales de aprendizaje. A continuación, un resumen de las estrategias utilizadas. El “*Howard Hughes Medical Institute*” desarrolló el curso “*BioInteractive Free Online Professional Learning: Evolution Course*” para proveer a los educadores de esta materia recursos de multimedios (videos cortos de alta calidad, laboratorios virtuales e interactivos en línea enlazados a investigaciones reales (Beardsley, et. al, 2022, 1-3).

Durante la pandemia los cursos de seminario de los estudiantes de biología molecular del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad del Estado, Boise en Idaho USA utilizaron una versión en línea del club de revistas. Al inicio del semestre se utilizó la estrategia del par cercano donde estudiantes graduados a través de videoconferencias guiaban a los subgraduados, enseñando con su ejemplo a ser críticos durante la lectura de un artículo científico para obtener el mayor entendimiento del tema bajo estudio (Jorcyk, 2020, 3).

El Departamento de Ciencias Naturales de “*Mercy College*” en Nueva York adoptó recursos en línea para la enseñanza de genética con sus respectivos laboratorios (Zhou, 2020). Los recursos adoptados incluyeron: videos educativos y de investigación JoVE (JoVE, 2022), simulaciones de laboratorio, data de investigaciones reales, el programa de análisis de la cadena de reacción de la polimerasa en tiempo real (micPCR, Bio Molecular Systems), conferencias pregrabadas y presentaciones con anotaciones utilizando el lápiz electrónico y el iPad de Apple para resaltar la conexión de conceptos. La estrategia en línea con mayor aprovechamiento para el curso de genética resultó en un curso híbrido bien diseñado y alineado con los objetivos y con las expectativas de las características del egresado.

La Dra. Laura McKinnon en conjunto con los estudiantes de BIOL 3000 (Monitoreo ecológico en áreas urbanas) de la universidad de York en el Campus de Glendon, Toronto, Canadá, transformó un curso de biología de campo en un curso en línea con el laboratorio en el patio (posterior o anterior) de las viviendas de los participantes (McKinnon, L. 2020). Los estudiantes fueron equipados con todo lo necesario para realizar una investigación de campo: binoculares, libreta de anotaciones, guías de campo, GPS, etc. Los estudiantes recogían una caja con el equipo que luego debían entregar al final del curso. Debido a la limitación de equipo la cantidad de estudiantes por sección se redujo. Las instrucciones se impartieron por videoconferencias, material publicado en el sistema de manejo de enseñanza y correo electrónico.

La Universidad Complutense en Madrid utilizó la estrategia del laboratorio en una caja (Novo, M. et al. 2021, 1, 3) para el curso de biología de invertebrados. Los estudiantes recibieron una caja que contenía:

especímenes preservados en etanol para observación y disección, material seco como esqueletos y caracoles, diapositivas de microscopio y un USB que contenía un microscopio digital. Se tomaron las medidas necesarias para que el material enviado cumpliera con las normas de seguridad para uso por estudiantes en casa. El trabajo se realizaba bajo la supervisión del profesor en reuniones sincrónicas o siguiendo las instrucciones de la presentación. Las cajas se devuelven al final del curso. El laboratorio en casa provee una oportunidad para desarrollar destrezas motoras necesarias en un curso totalmente en línea (Youngblood, J. P. et al. 2022, 127-135).

La Universidad de Florida diseñó un curso de biología (“*Evolutionary Developmental Biology*”) 100% en línea (Brady, E. et. al 2020). Los laboratorios fueron desarrollados por los profesores en conjunto con los desarrolladores de Labster para obtener un producto a la medida, similar al laboratorio real y alineado con sus objetivos. Los laboratorios diseñados no se pueden ofrecer en el ambiente residencial debido a: limitaciones de tiempo, costo, seguridad de los estudiantes, regulaciones y certificaciones requeridas para el manejo del laboratorio.

Los resultados de evaluaciones utilizando cuestionarios y preguntas abiertas realizadas a los estudiantes matriculados en cursos en línea, reflejan que la experiencia de laboratorio: es igual o mejor que el método tradicional, refuerzan y mejoran los conceptos del curso y mejoran sus resultados en las pruebas de avalúo. Los resultados de rendimiento académico también sugieren que los estudiantes en la modalidad en línea se desenvuelven igual o mejor que los estudiantes matriculados en los cursos tradicionales (Rowe, R. et al. 2018, 61-64; Cramer, G. et al. 2021,1).

Conclusión

En conclusión, un curso de biología con sus respectivos laboratorios es posible utilizando la modalidad en línea. Cada curso debe ser cuidadosamente organizado de acuerdo con sus objetivos. En nuestro caso el curso debe estar alineado con la formación integral de nuestros estudiantes exponiéndolos a un ambiente de aprendizaje inter y transdisciplinario. Los estudiantes forman parte del equipo a cargo de evaluar el curso construyendo así conocimiento desde los cimientos de esta actividad educativa. Las estrategias para utilizar son variadas y encontrarán apoyo en un creciente desarrollo de materiales virtuales de aprendizaje. Esta exploración virtual ha creado las bases para que CIBI3016 en su modalidad en línea forme parte de la oferta académica del Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de estudios Generales. El curso está programado para inicial en agosto de 2023. En adición se estará trabajando otros cursos de CIBI. Estos proveerán los créditos en ciencia necesarios y disponibles para completar un bachillerato. Por ejemplo, estarán disponibles a personas que trabajan, ubicadas en el extranjero y diversidad de escenarios que requieren flexibilidad en el tiempo para completar sus grados (Mead, C. et al. 2020).

Referencias:

Beardsley, P., Csikari, M., Ertzman, A., & Jeffus, M. (2022). Biointeractive's free online professional learning course on evolution: overview & evaluation. *The American Biology Teacher*, 84(2), 68–74. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.2.68>

Brady, E., Reeves, S., Maden, M., & Harfe, B. D. (2020). Design, construction, and advantages of 100% online laboratories in an upper division undergraduate biology course. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.12.30.424788>

CIBIDEPT Recuperado 3 de noviembre 2022 de: [Curso: Departamento de Ciencias Biológicas \(uprrp.edu\)](#)

Comité de Currículo, Facultad de Estudios Generales, Departamento de Ciencias Biológicas. (2020). *Prontuario Fundamentos de la Biología: interacción y continuidad de la vida, CIBI 3016*. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

Cramer, G., Grieve, T., Madigan, D., Pocius, J., Olsen, C., & Faydenko, J. (2021). Comparison of Online to Face-To-Face Instruction for Anatomy Review in a Third-Year Clinical Course. *The FASEB Journal*, 35. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.03157>

Delgado, T., & Donahue, J. (2021). Pandemic teaching: creating and teaching cell biology labs online during covid-19. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(1), 32–37. <https://doi.org/10.1002/bmb.21482>

Hill, C. A., Greer, S., Proffitt, J., & Stafford, A. (2020). Ready to launch student performance in a fully online laboratory pilot course. *The FASEB Journal*, 34(S1), 1–1. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.07161>

Jorcyk, C. L. (2020). Students engage in primary literature in molecular biology techniques using an online journal club format. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(6), 675–677. <https://doi.org/10.1002/bmb.21472>

JoVE, Recuperado el 3 de noviembre de 2022 de [JoVE | Peer Reviewed Scientific Video Journal - Methods and Protocols](#)

Kuhlmann Lüdeke, A., Guillén Olaya, J. F., Cortés Barré, M., Gutiérrez Gómez, M. L., Alvarado Valencia, P. E., Sánchez Zúñiga, M. C., García Cardona, A., Mera Lasso, C. A., González López, L. F., & Franco Zuluaga, J. A. (2021). Percepción de los profesores del departamento de morfología acerca del cambio de una modalidad presencial a una remota en el contexto de la crisis generada por la pandemia de covid-19. *Revista Universitas Medica*, 62(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed62-2.ppdm>

Labster | 250+ virtual labs for universities and high schools, Recuperado en 3 de noviembre 2022 de <https://www.labster.com/>

McKinnon, L. (2020). Yimby-yes, in my backyard! -the successful transition to a local online ecology field course. *Ecology and Evolution*, 10(22), 12542–12548. <https://doi.org/10.1002/ece3.6881>

Mead, C., Supriya, K., Zheng, Y., Anbar, A. D., Collins, J. P., LePore, P., & Brownell, S. E. (2020). Online biology degree program broadens access for women, first-generation to college, and low-income students, but grade disparities remain. *Plos One*, 15(12), 0243916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243916>

- Novo, M., Sánchez, N., Gutiérrez López, M., Cánovas, R. G., Pardos, F., Trigo, D., & Díaz Cosín, D. (2021). The lab in a box: a take-out practical experience for an online invertebrate biology course. *Invertebrate Biology*, 140(1). <https://doi.org/10.1111/ivb.12324>
- Rowe, R. J., Koban, L., Davidoff, A. J., & Thompson, K. H. (2018). Efficacy of online laboratory science courses. *Journal of Formative Design in Learning: A Publication of the Association for Educational Communications & Technology*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0014-0>
- Universidad de Puerto Rico, Recinto de Rio Piedras (2020). Protocolo para continuar con el ofrecimiento académico 2019-2020. Recuperado 26 de octubre 2022 de: [Microsoft Word - Protocolo final de continuidad de clases.docx \(uprrp.edu\)](#)
- Youngblood, J. P., Webb, E. A., Gin, L. E., van Leusen, P., Henry, J. R., VandenBrooks, J. M., & Brownell, S. E. (2022). Anatomical self-efficacy of undergraduate students improves during a fully online biology course with at-home dissections. *Advances in Physiology Education*, 46(1), 125–125. <https://doi.org/10.1152/advan.00139.2021>
- Zhou, C. (2020). Lessons from the unexpected adoption of online teaching for an undergraduate genetics course with lab classes. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 460–463. <https://doi.org/10.1002/bmb.21400>

