

Revista de Ciencias Sociales

Transdisciplinar

Vol.4 Núm. 7 Julio-Diciembre 2024

ISSN: 2683-3255



UANL



CENTRO DE
ESTUDIOS
HUMANÍSTICOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
NUEVO LEÓN

Transdisciplinar

Revista de Ciencias Sociales

Laboratorios virtuales para el aprendizaje de genómica: su impacto cualitativo y su evaluación formativa

Virtual laboratories for learning genomics: their
qualitative impact and formative

Yolanda Canónico González

<https://orcid.org/0000-0001-6656-1917>

Lizette Berenice González Martínez

<https://orcid.org/0000-0002-7306-8562>

Irma María Flores Alanís

<https://orcid.org/0000-0002-4914-3091>

Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Fecha entrega: 17-09-23 Fecha aceptación: 10-06-24

Editor: Beatriz Lilitiana De Ita Rubio. Universidad Autónoma de Nuevo León, Centro de Estudios Humanísticos, Monterrey, Nuevo León, México.

Copyright: © 2024, Canónico González, Yolanda. This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License [CC BY 4.0], which permits unres-

tricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



DOI: <https://doi.org/10.29105/transdisciplinar4.7-114>

Email: ycaonicog@uanl.edu.mx

Laboratorios virtuales para el aprendizaje de genómica: su impacto cualitativo y su evaluación formativa

Virtual laboratories for learning genomics: their qualitative impact and formative evaluation

Yolanda Canónico González¹

Lizette Berenice González Martínez²

Irma María Flores Alanís³

Resumen: La genómica es una rama de la biología que analiza el material genético de un organismo, que contiene toda la información necesaria para el crecimiento, la función y la reproducción; aunque su estudio es de relevancia para la formación de estudiantes de

1 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Correo electrónico: ycaonicog@uanl.edu.mx

2 Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Correo electrónico: lizette.gonzalezmr@uanl.edu.mx

3 Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. Correo electrónico: irma.floresal@uanl.edu.mx

ciencia, los procesos educativos de enseñanza y aprendizaje pueden verse obstruidos debido a lo abstracto y complejo de los contenidos curriculares y a los altos costos de las prácticas de laboratorio.

Debido a que la tecnología puede influir positivamente en la educación, se implementaron laboratorios virtuales como instrumentos formativos de evaluación para analizar y valorar de manera efectiva el proceso académico de los estudiantes.

Para esto se les aplicó una encuesta a los estudiantes para conocer el impacto cualitativo de su aprendizaje, tomando en cuenta la calidad de sus contenidos teóricos y el papel del docente durante la implementación de los laboratorios. Los resultados muestran que el utilizar laboratorios virtuales ayuda a fortalecer la integración, comprensión y estudio de los conceptos y temas de genómica.

Palabras clave: Laboratorios virtuales, evaluación formativa, genómica,

Abstract: Genome is a branch of biology that analyzes the genetic material of an organism, which contains all the information necessary for growth, function and reproduction; although its study is relevant for the training of science students, educational processes of teaching and learning can be obstructed due to the abstract and complex curriculum content and the high costs of laboratory practices.

Because technology can positively influence education, virtual laboratories have been implemented as evaluation training tools to effectively analyze and evaluate the academic process of students.

For this purpose, students were surveyed to know the qualitative impact of their learning, taking into account the quality of their theoretical content and the role of the teacher during the implementation of the laboratories. The results show that the use of virtual laboratories helps to strengthen the integration, understanding and study of genomics concepts and themes.

Keywords: Virtual laboratories, formative evaluation, genomics.

Introducción

La vida tal como la conocemos está especificada por la información genética contenida en el genoma, pues cada organismo en el planeta posee un único genoma que contiene toda la información genética necesaria para dar las instrucciones que permitan el desarrollo, funcionamiento y reproducción de un organismo (Brown, 2023).

La mayoría de los genomas, incluido el del ser humano, así como el de todas las demás formas de vida celular, están hechos de ácido desoxirribonucleico (ADN), particularmente el ADN, se encuentra organizado en dos largas cadenas entrelazadas entre sí y organizado en estructuras compactas llamadas cromosomas. Dentro de estas cadenas de información genómica encontramos a los genes, que por definición son una secuencia de ADN específica que va a codificar las proteínas necesarias para el mantenimiento, la estructura y la función de las células o bien proteínas que intervienen en algún metabolismo específico como, por ejemplo, en la producción de hormonas.

A partir de la secuenciación de genoma humano en 2002 (García-Sancho et al., 2022) estudiar el genoma y sus funciones se ha vuelto cada vez más popular, pues su enseñanza no se limita a estudiar genómica bajo un paradigma estructural de secuencias génicas presentes en el ADN; es indagar sobre la evolución de los organismos mediante la caracterización de los genes, pues uno de los principales objetivos es conocer acerca de los perfiles de expresión génica y proteica, es decir bajo que circunstancias un gen es expresado o delatado.

El término *Genómica per ser* es un término de moda empleado para designar una serie de enfoques que utilizan este

conocimiento obtenido del genoma, pues éste estudio ha tenido un impacto significativo en otras ramas del saber cómo lo es la medicina, agricultura, ganadería, entre otras, esto en parte debido al análisis masivo de datos obtenidos de la secuenciación de genomas de los diferentes organismos.

Por otra parte, las aplicaciones de la genómica se centran en técnicas de diagnóstico molecular para identificar enfermedades de origen genético como la anemia falciforme o el cáncer (Giacco, 2012).

A pesar de lo relevante que es el estudio de esta rama de la biología, los procesos educativos de enseñanza y aprendizaje pueden llegar a ser retadores, principalmente por lo abstracto y complejo que son sus contenidos curriculares, sumado a lo costoso que pueden llegar a ser las prácticas de laboratorio.

La pandemia del COVID-19, causada por el virus SARS-Cov2, creó incertidumbre no solamente en materia de salud, sino también en la educación, debido al cierre de las instituciones educativas con la finalidad de prevenir la transmisión de la enfermedad (Radhamani et al., 2021). Ante esto, la educación tuvo que ser remota o a distancia, por lo que muchas escuelas optaron por el uso de plataformas en línea para impartir sus clases y compartir recursos con los estudiantes. Sin embargo, la educación a distancia no solamente evidenció la brecha tecnológica en la sociedad, pues no toda la población tuvo acceso a dispositivos móviles y/o a Internet (Fernández y Fernández, 2022), sino que también evidenció la falta de preparación o capacitación ante el uso de las tecnologías de la información (TIC) por parte de los docentes (Viñals Blanco y Cuenca Amigo, 2016).

La transición repentina del aprendizaje en aula al aprendizaje en línea obligó a los maestros a digitalizar todos sus contenidos, adaptar e inclusive innovar sus estrategias de enseñanza, ya que durante la pandemia el rendimiento académico de los estudiantes llegó a ser inestable por la falta de motivación y compromiso hacia la incertidumbre con la que vivían a consecuencia de la pandemia.

Bajo este escenario, el aprendizaje de la genómica, al igual que el de otras disciplinas científicas, se volvió complicado debido a la falta de laboratorios prácticos, pues parte fundamental del proceso de aprendizaje para los estudiantes de ciencias formales y/o naturales es la experimentación. Esto es debido principalmente a que mediante la exploración del método científico el educando adquiere no solo habilidades motrices y analíticas, sino además un pensamiento crítico en base a la reflexión del aprendizaje conceptual que es materializado a través del aprendizaje experimental.

Ante la imposibilidad de un laboratorio práctico de genómica, aunado a lo abrumador que son sus contenidos y a la falta de motivación por parte de los estudiantes, surge la propuesta de emplear laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa para el aprendizaje de la genómica. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue conocer el impacto cualitativo en el aprendizaje de los estudiantes tras la implementación de laboratorios virtuales como instrumentos de evaluación formativa.

Laboratorios virtuales como estrategia formativa

Un laboratorio virtual (LV) se define como un espacio de trabajo digital para la colaboración y la experimentación que puede ser

empleado de manera remota o no, y que simula un laboratorio físico, lo que permite a los estudiantes realizar experimentos y aprender de una manera segura e interactiva (Castiglione et al., 2012).

El término de LV puede ser empleado de diferentes maneras y la mayoría de las veces de forma imprecisa, por un lado, tenemos las simulaciones virtuales que contienen ciertos elementos experimentales, pero son utilizadas principalmente como visualizaciones, con poca o nula interactividad entre el usuario y el entorno virtual, mientras que un LV busca representar los experimentos con la mayor fidelidad posible, mediante la adquisición de habilidades prácticas y de indagación (Borgman et al., 2008; Nedic, Machotka, y Nafalski, 2003).

Los LV pueden aplicarse en diversas ramas de las ciencias, entre los que se destacan los laboratorios de ciencias biológicas, químicas, físicas, ingeniería y control de procesos. De acuerdo con Morales Castro et al., (2015), los laboratorios virtuales son una herramienta complementaria que brinda apoyo al docente, permitiendo innovar en la enseñanza tradicional, pero es fundamental tener en cuenta que no pueden reemplazar por completo los laboratorios físicos. Entre sus ventajas, destaca la posibilidad de que los estudiantes repitan las prácticas cuando lo deseen en un plazo razonable, sin interferir con la programación de otros laboratorios. Esto contribuye a la formación de profesionales de alta calidad con habilidades adecuadas a su perfil; además, el uso de herramientas tecnológicas reduce la necesidad de contar con un equipamiento físico extenso, dando la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro.

La idea general de incorporar LV en el proceso educativo de las ciencias naturales es fomentar en los estudiantes la adquisición de un pensamiento crítico necesario para realizar las prácticas en el laboratorio real, ya que tiene la oportunidad de repetir las prácticas virtuales tantas veces como el estudiante lo considere necesario. Sin embargo, no todos los LV pueden brindar esta habilidad, pues desafortunadamente los LV disponibles para las ciencias biológicas son limitados, siendo aún más escasos para asignaturas tan específicas como genómica (Reyes *et al.*, 2016).

Al elaborar las ideas constructivistas, Elliott *et al.*, (2000) afirmaron que el constructivismo es un enfoque de aprendizaje que sostiene que los individuos construyen activamente su propio conocimiento y que la realidad está determinada por las experiencias del estudiante. Svein Sjoberg define las ideas básicas del enfoque de aprendizaje constructivista, donde el conocimiento no se recibe pasivamente desde el exterior, sino que es construido activamente por el aprendiz (Sjoberg, 2007). Por lo tanto, las simulaciones virtuales pueden proporcionar un entorno de aprendizaje más complejo y realista que otras estrategias educativas. También pueden simplificar conceptos científicos complejos y hacerlos más comprensibles. Perkins *et al.*, (2005) y Sjoberg (2007) afirmaron que las simulaciones científicas también respaldan enfoques constructivistas. Finkelstein *et al.*, (2006) indicaron que, el 90% de los estudiantes estarán activamente involucrados en actividades de aprendizaje para observar, realizar experimentos y concluir los datos obtenidos; esto en simulaciones científicas como las *PhET Simulation*.

Una de las ventajas que se destaca tras el uso de entornos digitales, es el diseño de un ambiente controlado que ofrece un acompañamiento fundamental en el proceso cognitivo del estudiante, pues mediante la simulación de experimentos y prácticas de laboratorio es factible proporcionar una evaluación formativa en tiempo real.

Evaluación formativa

El enfoque formativo del aprendizaje se orienta a recopilar información que valora el avance de los aprendizajes de los estudiantes, considerando a la retroalimentación como una herramienta valiosa que permite la transformación de los saberes.

El término formativo fue introducido por Scriven (1967) para referirse a los procedimientos utilizados por los profesores con la finalidad de adaptar su proceso didáctico a los progresos y necesidades de aprendizaje. Ya que en la evaluación formativa se valoran los procesos y los logros que los estudiantes adquieren en el proceso de construcción de su aprendizaje, así mismo el alumno tiene la oportunidad de saber qué criterios se están evaluando en su aprendizaje con el objetivo de fortalecerlo.

El decir que este tipo de evaluación utiliza la valoración del proceso, significa que constantemente se revalora el mismo, pues su función (entre otras) es la sistematización del proceso educativo para adecuar o ajustar las prácticas pedagógicas como lo son estrategias, técnicas, actividades, etc., con la finalidad de lograr el aprendizaje esperado. Supone, consecuentemente, la obtención rigurosa de datos a lo largo del proceso, de modo que en todo momento se establezca la información de la situación actual del proceso, que permita tomar decisiones de manera inmediata.

La evaluación educativa es considerada un proceso sistemático de recolección y análisis constante de revaloración, pues su función (entre otras) es adecuar o ajustar las prácticas pedagógicas como lo son estrategias, técnicas y actividades, etc., con la finalidad de lograr el aprendizaje esperado. Supone, consecuentemente, formular juicios de valor sobre objetos educativos que orienten las decisiones y apoyen su mejoría; determinando, por lo tanto, criterios que permitan orientar las acciones para contribuir a elevar la calidad de la educación (Espinoza Freire, 2022).

Bonvecchio y Maggioni (2006) establecen que la evaluación formativa consiste en ir recabando información sobre el proceso de enseñanza y que sus principales técnicas e instrumentos son la observación y el análisis de las actividades de formación (formativas) que realizan los estudiantes en el aula de clases como trabajos prácticos de rutina.

Por lo anterior, la evaluación de actividades formativas contrasta parte de la realidad del proceso educativo y mediante la revaloración de estos instrumentos se están obteniendo los objetivos del aprendizaje.

En la actualidad, la evaluación formativa se considera como una necesidad primordial para el desarrollo del logro de las competencias en los estudiantes (Fraile et al., 2019); por lo que es primordial repensar la forma en que se evalúa en entornos virtuales ya que no solo se toman en consideración los resultados numéricos (Andrade y Brookhart, 2019) sino cómo el estudiante avanza a lo largo de su aprendizaje. En consecuencia, los docentes asumen un compromiso para crecer en su praxis educativa (García R. et. al., 2016).

En este contexto de entornos virtuales, resulta clave la evaluación formativa, pues gracias a ella se realiza una evaluación pertinente con la intención de aportar una mejora en el aprendizaje, y, a la vez brinda una información relevante que retroalimenta al docente y al estudiante con la finalidad que se adapte a los requerimientos del aprendizaje.

La evaluación formativa en entornos virtuales de aprendizaje

La incorporación de la tecnología a los procesos educativos, así como los nuevos escenarios donde se incorpora la educación en un entorno virtual, requiere de nuevos procesos de evaluación que permitan de manera cualitativa y cuantitativa calificar las habilidades y conocimientos que los estudiantes obtienen de manera pertinente en su proceso de aprendizaje (Coll Salvador et al., 2023; Villalaz & Medina, 2020).

El uso de la tecnología dentro del contexto educativo y la instrucción virtual fueron descritos mucho antes de la pandemia, pero fueron popularizados a raíz de esta (Dhawan, 2020). Antes del brote de COVID-19, la integración de un ambiente virtual en el aula fue esencial para la evolución educativa; un punto a considerar es cómo se da la interacción de maestros y alumnos en un panorama mediado por tecnología (Joshi *et al*; 2020). Sin embargo, siguen existiendo desafíos en los entornos virtuales, como lo es el brindar experiencias de aprendizaje significativo y lograr la integración de los conocimientos adquiridos para la resolución de problemas en el mundo real (Singh, 2016).

Según Dorrego (2016), los entornos virtuales requieren del uso de instrumentos de evaluación adecuados para recopilar

información sobre el aprendizaje de los estudiantes, no solo para proporcionarles un acompañamiento formativo continuo ligado a un proceso de retroalimentación, sino además para que el docente pueda reflexionar sobre sus métodos de enseñanza.

Ante los innovadores escenarios virtuales en la educación, se ha vuelto cada vez más fundamental la alfabetización digital en los docentes, pues emplear de manera eficaz los recursos tecnológicos y digitales, incluidas las clases virtuales gratuitas, mejorará el proceso de enseñanza y aprendizaje, logrando así un aprendizaje significativo (Gutiérrez Porlon, 2014)

Por otra parte, algunas de las problemáticas educativas que se desencadenaron durante la pandemia, fueron la falta de interacción física con los docentes que ocasionó el abandono del sistema educativo y/o la desconexión temporal en la clase virtual. En este contexto, la evaluación se convirtió en un elemento crucial, pues solo de esta manera se pudo reflexionar sobre el proceso de aprendizaje estudiantil (Deroncele *et al.*, 2020).

Sin embargo, durante este periodo, donde fue de carácter obligatorio la educación no presencial y virtual, el proceso de evaluación se volvió desafiante, pues implicó un gran compromiso por parte del maestro, ya que se vio en la necesidad de desarrollar estrategias didácticas que le brindaran información real sobre el aprendizaje de los estudiantes y lo suficientemente motivadoras para su realización (Moreno, 2016; Medina & Deroncele, 2019b).

Por lo tanto, la evaluación formativa durante la educación virtual es esencial para maestros y educandos; en los últimos, la evaluación se vuelve un guía motivacional que mediante la comprensión de su proceso cognitivo traza el cumplimiento de sus objetivos de aprendizaje.

Metodología

Este trabajo se enmarca en la investigación cualitativa con alcance descriptivo ya que se recolectaron e interpretaron los datos obtenidos a través de encuestas realizadas a los estudiantes.

Para Denzin y Lincon (2011) la metodología cualitativa es una actividad situada, que ubica al observador en el mundo y consiste en una serie de prácticas materiales e interpretativas que hacen visible el mundo y lo transforman. Así mismo, se busca describir el fenómeno estudiado y sus componentes para comprender las experiencias de los estudiantes con relación a la experiencia generada, y para describir cómo fue la experiencia del uso de los laboratorios virtuales y su evaluación.

Población y muestra

Esta investigación se centró en los estudiantes que llevaron la materia de Genómica funcional, unidad de aprendizaje que se imparte en la Licenciatura de Biotecnología Genómica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León durante el semestre agosto-diciembre 2021 donde se trabajó con una población estudiantil de 99 estudiantes de entre 19 y 23 años de edad distribuidos en 3 grupos no homogéneos. Es importante señalar que en este semestre (agosto-diciembre 2021) las clases eran sesiones virtuales, impartidas en la modalidad en línea a consecuencia de la pandemia de COVID-19; así mismo este estudio se extendió hasta el semestre enero-junio 2022, en el cual los estudiantes regresaron a las aulas físicas por disposición del gobierno y de la secretaria de salud en Nuevo León, México.

Durante este período de 6 meses se trabajó con una población estudiantil de 102 estudiantes distribuidos de igual manera en 3 grupos no homogéneos.

Dimensión de la categoría	Preguntas
Calidad del contenido teórico	P1. Utilizar los laboratorios virtuales me ayuda a integrar mejor los conceptos. P2. Utilizar Laboratorios virtuales mejora la comprensión de los temas vistos en clase. P3. Utilizar Laboratorios virtuales facilita el estudio de los temas vistos en clase. P4. Utilizar laboratorios virtuales me motiva a tener una mayor participación en mis estudios.
Rol del docente durante la evaluación formativa	P5 Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales. P6. Mi profesor dio retroalimentación tras la aplicación de los laboratorios virtuales.

Se trabajó con ambos semestres para poder comparar su implementación en ambos escenarios y conocer su impacto cualitativo en el aprendizaje de los estudiantes tras el uso de los entornos virtuales como instrumentos de evaluación formativa; para lograr esto se recolectaron tres encuestas realizadas en tres diferentes etapas: etapa 1 (E1), etapa 2 (E2) y etapa 3 (E3) de ambos semestres. La encuesta incluyó las siguientes preguntas

(Tabla 1), donde los participantes respondieron entre las opciones: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, neutral, desacuerdo y totalmente en desacuerdo, siguiendo así la escala de Likert.

Tabla 1. Análisis de la encuesta realizada a estudiantes. Las preguntas abordadas a los participantes se dividieron en dos categorías: la primera describe la calidad de los contenidos y su relación a la comprensión conceptual, mientras que la segunda parte muestra el papel del docente durante la implementación de los laboratorios.

Resultados y discusión

La tecnología puede tener un impacto favorable en la retroalimentación y evaluación, por lo que el empleo de los LV buscó ofrecer a los docentes de genómica herramientas y recursos para analizar y evaluar de manera eficiente el proceso académico de los estudiantes, por su parte los estudiantes al trabajar con los LV y recibir esta retroalimentación pudieron ser conscientes de su propio aprendizaje, como se muestran en las siguientes gráficas.



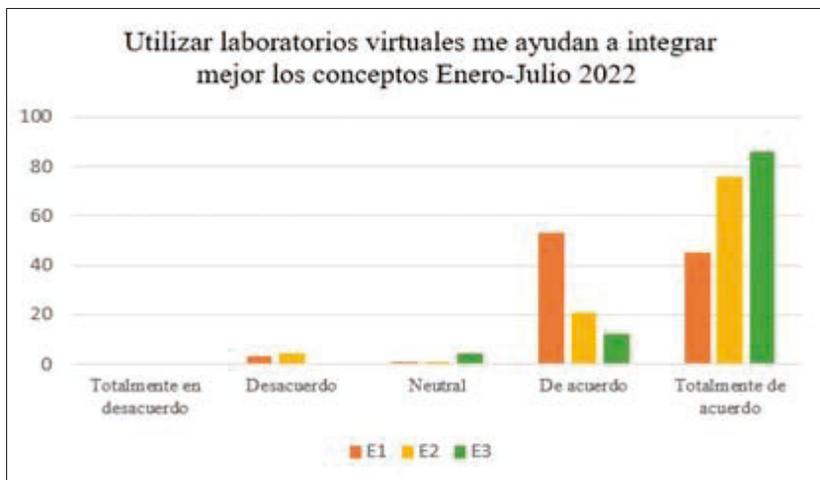


Figura 1. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar los laboratorios virtuales me ayuda a integrar mejor los conceptos y la comparación entre los semestres.

El análisis de algunos temas y conceptos propios de la genómica tales como la expresión y/o silenciamiento génico así como síntesis de proteínas pueden ser considerados abstractos para los estudiantes, razón por la que se implementaron laboratorios virtuales que ayudaran a integrar los conceptos para así facilitar la comprensión de los mismos, en la figura 1 se muestran las gráficas obtenidas de los semestres agosto-diciembre 2021 y enero-julio 2022 en donde la mayoría de los estudiantes de ambos semestres señalaron que el utilizar los laboratorios virtuales les ayudaron a integrar mejor los conceptos de la clase. Udín *et al.*, (2020) menciona que el uso de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la biología, especialmente en la educación superior, necesita ser revisado debido a las características de sus contenidos, así como función y eficiencia para evaluar.

El aprendizaje conceptual implica la comprensión profunda de conceptos y principios fundamentales necesarios para cualquier materia y/o disciplina determinada. Al incorporar un análisis más profundo durante las actividades formativas, se promueve un entendimiento sólido de los temas, contribuyendo por lo tanto a la construcción de un conocimiento significativo que pueda ser aplicado en diferentes contextos de la disciplina.

Por su parte, Aydın *et al.*, (2016) mencionan que la importancia del conocimiento en la era tecnológica en la que vivimos está aumentando y, en consecuencia, la comprensión del concepto de “conocimiento” y “ciencia” está cambiando, pues el aprendizaje debe ir hacia la construcción de la información antigua y nueva en la mente de los estudiantes, dando sentido a los conceptos y operaciones pertinentes, para lograr la creación de conexiones.

Achuthan *et al.*, (2017) reflexionó acerca de la educación que ocurre dentro del laboratorio tradicional de ciencias, percibiendo que a menudo ocurren limitaciones por los recursos que pueden comprometer los objetivos de aprendizaje, por lo que en ocasiones la evaluación del aprendizaje conceptual puede verse afectada, ante esta situación se analizó el empleo de laboratorios virtuales antes de la realización de laboratorios convencionales, lo que mejora significativamente el aprendizaje conceptual a diferencia de aquellos laboratorios que no tenían un entorno.

En nuestro caso, debido a la naturaleza de la asignatura de genómica no se lleva un laboratorio tradicional por los altos costos de sus materiales, sin embargo, emplear los LV como una actividad didáctica como lo fue el caso del semestre enero-julio 2022, nos ayudó a la integración de los conceptos y a darle una

cara a la teoría mejorando la comprensión de los temas (figura 2), que fueron facilitados por el uso de LV.

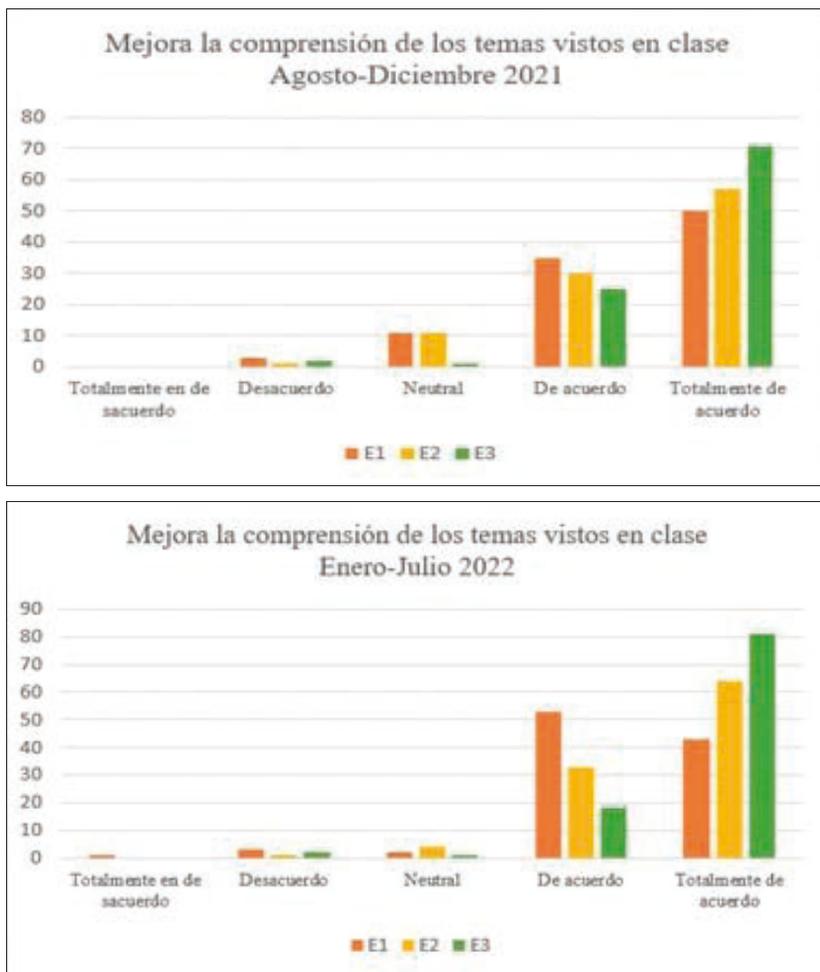


Figura 2. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales mejora la comprensión de los temas vistos en clase.

La integración de los conceptos y por consiguiente la comprensión de los temas mejoraron bajo la perspectiva estudiantil durante el estudio, tal como se observa en las gráficas.

Ya que los resultados muestran que durante el semestre agosto-diciembre del 2021 en el cual se seguía con clases en línea debido a la pandemia la mayoría de los estudiantes manifestó estar totalmente de acuerdo que el utilizar los LV mejoraba la comprensión de los temas vistos en clase mientras que en el siguiente semestre durante la primera etapa el 40% de los encuestados estuvo de acuerdo con esta pregunta la cual durante la segunda etapa de la implementación de los mismos LV, estuvieron totalmente de acuerdo.

Esto indica que el uso de los LV mejora la comprensión de los temas, facilitando así la absorción de conceptos de genómica. Para cumplir con los objetivos de aprendizaje establecidos y fortalecer los LV como actividad formativa, es relevante revisar los contenidos del mismo, así como sus plataformas y/o recursos disponibles.

El tipo de contenido que se puede incluir en los LV puede variar desde videos, simulaciones interactivas hasta experimentos virtuales, sin embargo, nosotros nos limitamos solamente a implementar los contenidos disponibles en la red previamente analizados para que se alinearan a nuestro plan de estudios y por ende a nuestros objetivos de aprendizaje.

Para valorar esto, nos enfocamos en la integración del aprendizaje conceptual, incluyéndose preguntas en las encuestas para conocer si los recursos de aprendizaje virtual resultaban útiles en la adquisición y comprensión de los conceptos necesarios para el perfil de egreso de los estudiantes.

Esta pregunta nos proporciona información sobre cómo la mayoría de los estudiantes está de acuerdo con el impacto de los LV sobre la comprensión de temas y conceptos propios de la materia, facilitando sus estudios (figura 3).

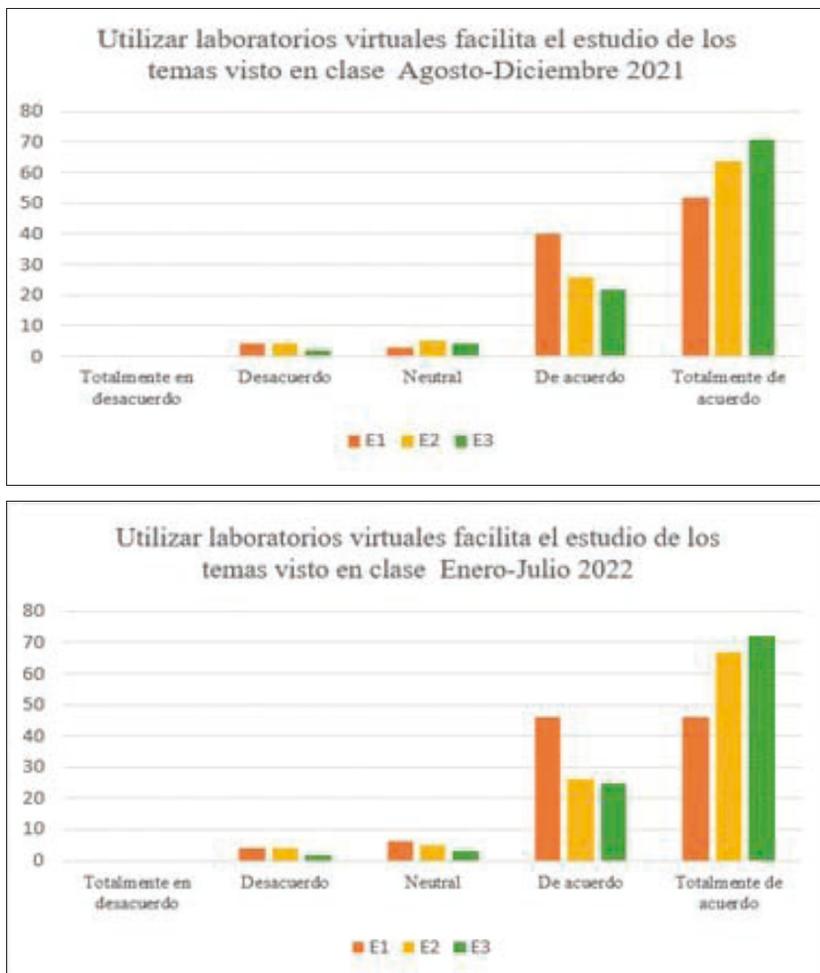


Figura 3. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales facilita el estudio de los temas vistos en clase.

Díaz Barriga (2002) menciona que la importancia del conocimiento conceptual es la construcción a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales deben abstraer su significado esencial y no el literal, identificando así las características definitorias. Pues el aprendizaje conceptual

ocurre tras una asimilación sobre el significado de la información nueva, comprendiéndose lo que se está aprendiendo, de tal manera observamos que los estudiantes están materializando estos conceptos mediante la explicación, experimentación y asimilación del uso de los LV.

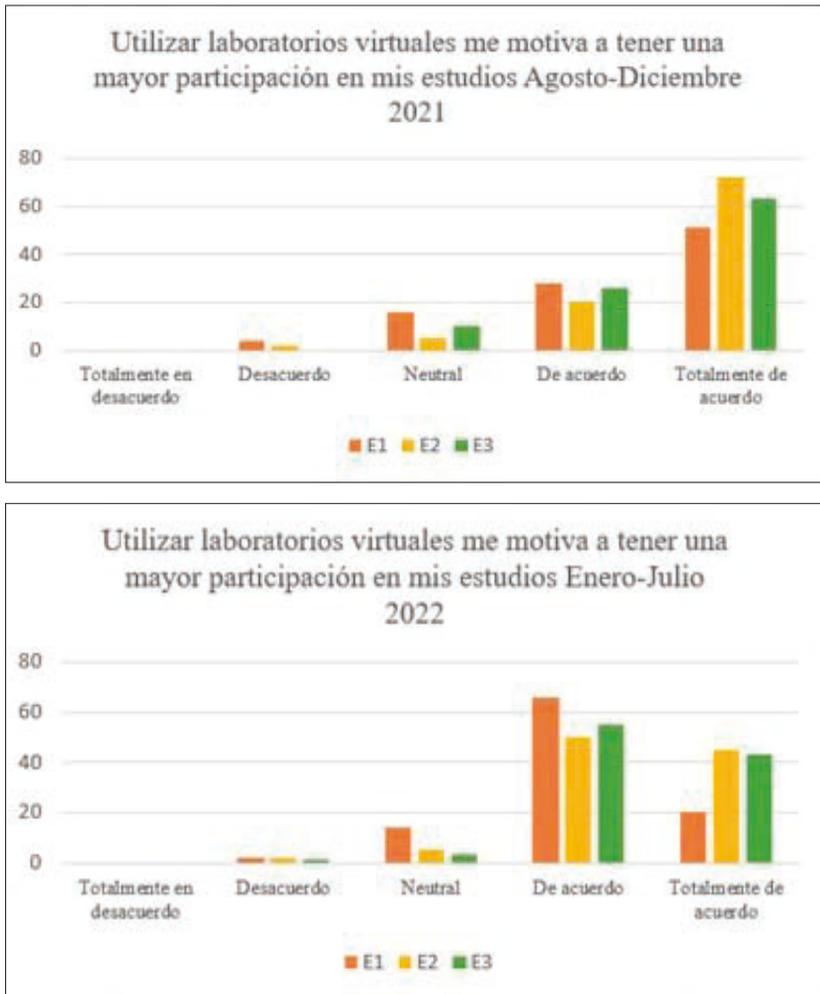


Figura 4. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales me motiva a tener una mayor participación en mis estudios.

Una de las estrategias por las que los docentes optaron al utilizar los LV durante la pandemia, era incorporarlos después de haber visto el tema y repetirlos como actividades de repaso previas a las evaluaciones sumativas, esto con el objetivo de usarlos como método de estudio que ayudara a sus alumnos a estar preparados frente a los exámenes. Esto, como se puede observar en las gráficas, facilitó no solo la comprensión, como vimos anteriormente, sino el estudio de los temas.

Quitian Cruz (2021) plantea que los laboratorios virtuales sirven de complemento didáctico, que el estudiante puede utilizar de manera indiscriminada para la construcción de su conocimiento. El trabajar con LV da la oportunidad a los alumnos de hacerlo a su propio ritmo y las veces que sea necesario, lo que puede ayudar a obtener una perspectiva más amplia del concepto y consolidar su aprendizaje.

Los efectos motivacionales de los laboratorios virtuales rara vez han sido objeto de investigación. Sin embargo, Bonde *et al.* (2014) incluyeron este aspecto en un estudio de laboratorios virtuales y afirmaron efectos motivacionales positivos.

Para Martínez & Meleán (2012), el concepto adquiere sentido para el estudiante en la medida que esté interesado en su aprendizaje, es decir, se sienta y se mantenga motivado. En varias investigaciones realizadas en este nivel educativo se señala que los estudiantes no sólo presentan numerosas carencias motivacionales y estratégicas al llegar a la universidad (Hernández, 2005; Roces *et al.*, 1995), sino que continúan arrastrando estas deficiencias a lo largo de toda la carrera.

El hecho de que los estudiantes se creen eficaces y con control de su aprendizaje es positivo durante el proceso, ya que

entonces es más probable que pongan en acción las estrategias adecuadas para conseguir los resultados deseados (García y Pintrich, 2023).

La autoeficacia está relacionada con el componente de la expectativa de la Teoría de la Expectativa-Valor. La autoeficacia es la percepción de una persona de su propia capacidad para realizar una tarea (Doménech-Betoret *et al.*, 2017; Bandura 1993). La autoeficacia también se correlaciona positivamente con la motivación para participar en actividades de aprendizaje.

Razón por la que al menos durante la pandemia arriba del 45% en la etapa 1 y arriba del 60% de los estudiantes en la etapa 2 y 3 dijeron que el utilizar laboratorios virtuales les motiva a tener una mayor participación en mis estudios, y aunque podemos inferir que esto se debe a la interactividad de algunas de las actividades, gran parte de esta motivación es debido al acompañamiento por parte del docente.

El papel del maestro es crítico y fundamental durante la realización de actividades formativas, pues el docente actúa como un facilitador del aprendizaje, guiando a los estudiantes en la adquisición de conocimientos y habilidades.

Henríquez-Coronel *et al.*, (2022). Menciona que el rol de los docentes universitarios va más allá de ser un simple transmisor de contenidos para convertirse en un facilitador o mediador y que su papel se ve potencializado al trabajar en entornos virtuales de aprendizaje significativos, ya que estos son capaces de generar diferentes tipos de conocimiento, habilidades y destrezas orientadas a optimizar el uso y aplicación del conocimiento y la información necesaria para una efectiva integración y adaptación a un mundo global. Sin embargo, para poder implementar entornos

virtuales, el docente debe de ser capacitado para desarrollar, implementar y evaluar el diseño instruccional de un curso con modalidad en línea o combinada (Relpe, 2011).

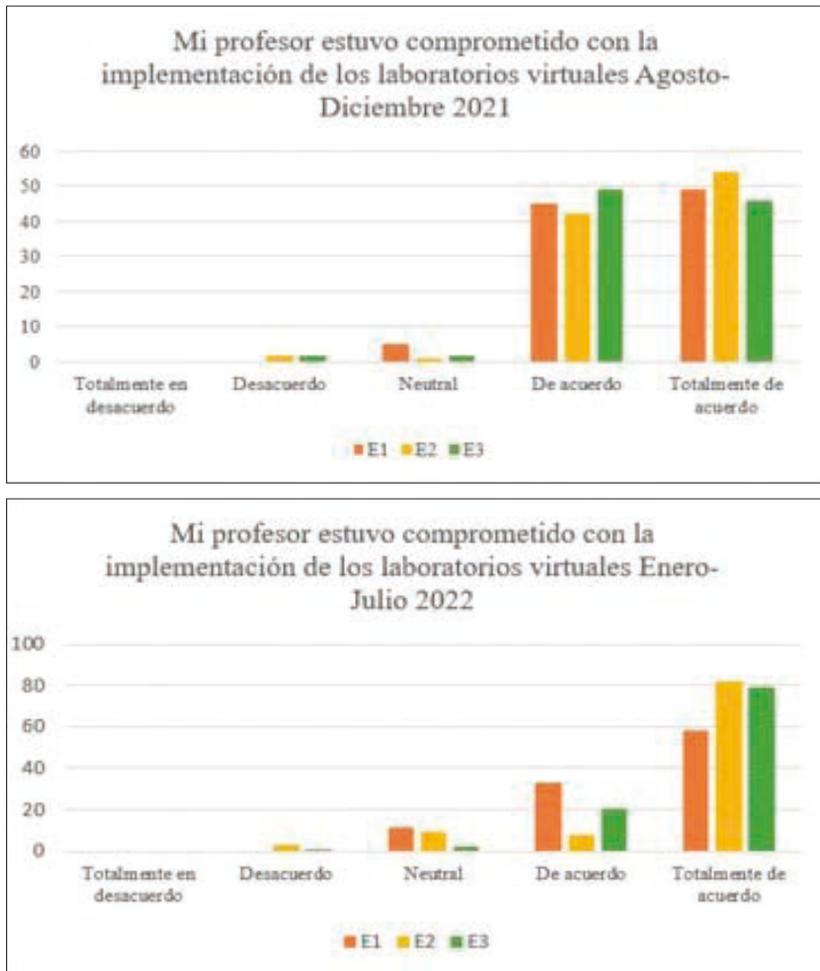


Figura 5. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales.

En la figura 5 se muestra la percepción estudiantil ante la pregunta “Mi profesor estuvo comprometido con la

implementación de los laboratorios virtuales” en la cual podemos observar que durante la pandemia los estudiantes mostraron sentirse acompañados en el proceso, misma opinión que se presentó en un semestre posterior, aunque con la diferencia de una percepción neutral, sobre todo en la etapa I.

En un estudio acerca de la motivación y el estrés generados durante la pandemia realizado por Salinas Padilla *et al.*, (2022) se menciona que la motivación en el proceso de aprendizaje es esencial para un buen desempeño y la situación emocional del estudiante, cuyo rol del docente establecido como facilitador del proceso es un elemento determinante en las emociones que se gestan en el estudiante, y que llegan a ser consecuentes con su permanencia o deserción escolar.

En este sentido, el maestro desempeña un papel fundamental en la motivación y el compromiso de los estudiantes, sobre todo al diseñar y fomentar actividades formativas interesantes y relevantes, ya que el maestro puede despertar el interés de los estudiantes y fomentar su participación en su proceso de aprendizaje.

La evaluación, por su parte, en un entorno virtual debe realizarse orientándose al desarrollo de un pensamiento crítico y resolución de problemas; por lo que deberá realizarse en fusión de los métodos utilizados en el aula virtual, siguiendo las siguientes directrices: Diagnóstico de situación, evaluación del proceso, retroalimentación y valoración final (Henríquez-Coronel *et al.*, 2022).

Esto último es esencial ya que, mediante la retroalimentación constructiva y la evaluación periódica, el maestro puede identificar las áreas en las que los estudiantes necesitan mejorar.

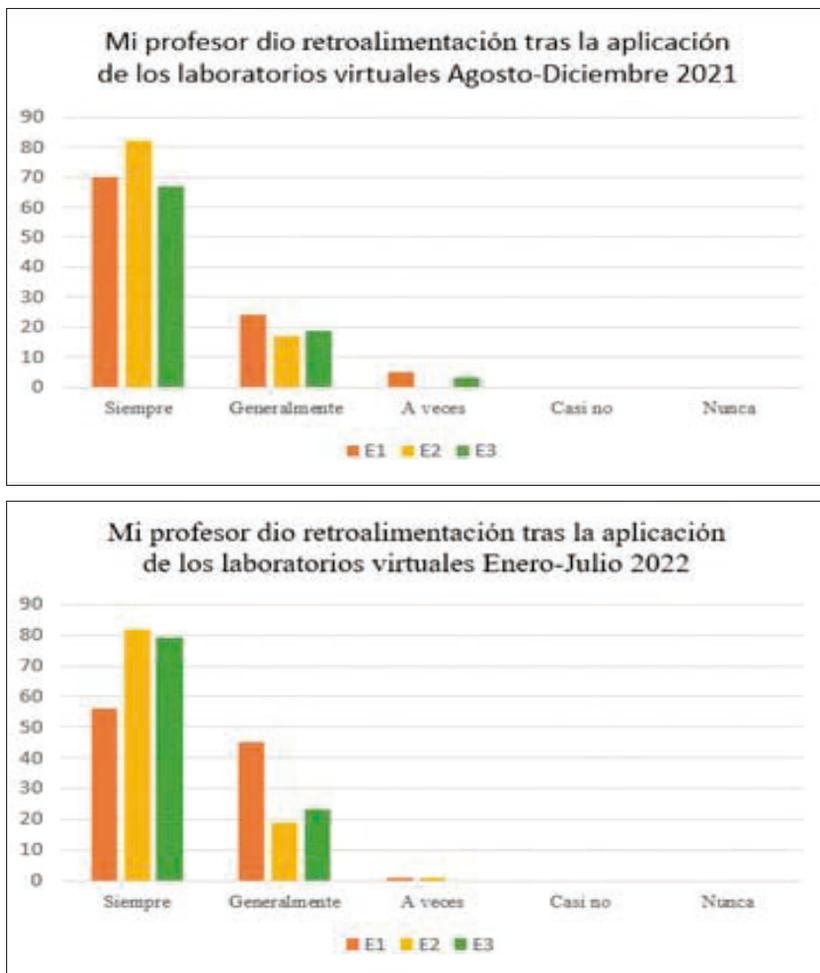


Figura 6. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales.

En la figura 6 se observa la opinión sobre la retroalimentación dada por los docentes en ambos semestres. Siendo la retroalimentación esencial en cualquier proceso educativo, así como en cualquier entorno, específicamente en un LV es especialmente importante ya que esto le da a los estudiantes la oportunidad

de recibir comentarios para identificar sus errores y mejorar la comprensión de los conceptos; pues al poder reflexionar sobre lo que hicieron bien y mal, podría ayudar a desarrollar habilidades críticas de pensamiento y resolución de problemas al entender a profundidad la naturaleza del proceso experimental.

Conclusión

En el presente trabajo se analizó el impacto cualitativo tras la implementación de laboratorios virtuales como estrategia formativa de evaluación para el aprendizaje de la genómica, los cuales son una estrategia didáctica que busca mejorar el aprendizaje conceptual de los estudiantes.

En la encuesta aplicada se detectó que los estudiantes consideran a los laboratorios virtuales como actividades formativas que les ayudan a la integración, comprensión y estudios de los conceptos y temas propios de la genómica, además de motivarlos para tener una mejor participación en sus estudios, esto en un contexto académico tanto virtual como presencial, pues el incorporar entornos virtuales en la educación ha impulsado nuevas estrategias de enseñanza que buscan fortalecer el aprendizaje.

Los laboratorios virtuales ofrecen a los estudiantes la oportunidad de experimentar y aplicar sus conocimientos teóricos, simulando un laboratorio tradicional de genómica. Esta experiencia práctica virtual permite a los alumnos consolidar su comprensión conceptual al enfrentarse a desafíos y problemas reales de la disciplina.

La implementación de laboratorios virtuales para el aprendizaje de la genómica se ha revelado como una herramienta

didáctica de gran valor que busca fortalecer la comprensión conceptual en esta disciplina. Sin embargo, es importante destacar que el éxito de estos entornos virtuales en nuestra investigación no se debe únicamente a la tecnología en sí, sino que gran parte del mérito recae en la labor del cuerpo docente. En este sentido, el proceso de evaluación formativa adquiere un papel fundamental, ya que se lleva a cabo con el acompañamiento y la retroalimentación proporcionada por los profesores.

Referencias

- Achuthan, K., Francis, S. P., & Diwakar, S. (2017). Augmented reflective learning and knowledge retention perceived among students in classrooms involving virtual laboratories. *Education and Information Technologies*, 22(6), 2825-2855.
- Andrade, H. & Brookhart, S. (2019). Classroom assessment as the co-regulation of learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2019.1571992>
- Aydın, S., Ural Keleş, P., Haşiloğlu, M. A., & Aydın, L. (2016, February 1). Academicians' Views on Conceptual and Procedural Learning in Science Education. *Participatory Educational Research*, *spi6*(2), 121-129. <https://doi.org/10.17275/per.16.spi.2.13>
- Bandura A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educ. Psychol.* 28, 117-148. 10.1207/s15326985ep2802_3
- Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., & Sommer, M. O. (2014). Improving

biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature biotechnology*, 32(7), 694-697.

Borgman, C. L., Abelson, H., Dirks, L., Johnson, R., Koedinger, K., & Linn, M. C. (2008). Fostering learning in the networked world: The cyberlearning opportunity and challenge. <https://escholarship.org/uc/item/32t8b4bt>

Borsboom D., Mellenbergh G. J., van Heerden J. (2004). The concept of validity. *Psychol. Rev.* 111 1061-1071. 10.1037/0033-295X.111.4.1061

Brown, T. A. (2023). Genomes 5.

Castiglione, A., Cattaneo, G., Catuogno, L., Cerrelli, E., Di Giampaolo, C., Marino, F., & Rotondo, R. (2012, September). Virtual Lab: a concrete experience in building multi-purpose virtualized labs for Computer Science Education. In *SoftCOM 2012, 20th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks* (pp. 1-5). IEEE.

Castro, C. M. (2015). Laboratorios virtuales como alternativa para el desarrollo de competencias profesionales. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(4).

Deroncelle, A., Medina, P., y Gross, R. (2020). Gestión de potencialidades formativas en la persona: reflexión epistémica y pautas metodológicas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 97-104.

Del Giacco, L., & Cattaneo, C. (2011, October 21). Introduction to Genomics. *Methods in Molecular Biology*, 79-88. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-216-2_6

- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). Introducción general. La investigación cualitativa como disciplina y como práctica. En *El campo de la investigación cualitativa. Manual de investigación cualitativa* (C. Pavón, Trad., Vol. 1, págs. 43-101). Barcelona: Gedisa.
- Dhawan, S. (2020, June 20). Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5-22. <https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- Díaz Barriga Arceo, F. (2002). Aportaciones de las perspectivas constructivista y reflexiva en la formación docente en el bachillerato. *Perfiles educativos*, 24(97-98), 6-25.
- Doménech-Betoret, F., Abellán-Roselló, L., & Gómez-Artiga, A. (2017, July 18). Self-Efficacy, Satisfaction, and Academic Achievement: The Mediator Role of Students' Expectancy-Value Beliefs. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01193>
- Dorrego, E. (2016, July 15). Educación a distancia y evaluación del aprendizaje. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 50. <https://doi.org/10.6018/red/50/12>
- Elliott, S. N., Kratochwill, T.R., Littlefield Cook, J. & Travers, J. (2000). *Educational psychology: Effective teaching, effective learning* (3rd ed.). Boston: McGraw-Hill College
- Espinoza Freire, E. E. (2022). La evaluación de los aprendizajes. *Conrado*, 18(85), 120-127.
- Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., & Wieman, C. (2006). High-tech tools for teaching physics: The physics education technology project. *Merlot journal of online learning and teaching*, 2(3), 110-121.

- Fraile, J., Sánchez, J., Alarcón, R., & Ruiz, P. (2019). Documentos compartidos para la evaluación formativa en trabajos en grupo. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(1). <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v8i1.11995>
- Fernández, M. L. A., & Fernández, M. C. A. (2022). Brecha digital de género en el contexto de la pandemia del COVID-19. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 17(49).
- García, J., Farfán, J., Fuertes, L., Montellanos, A. (2021). Evaluación formativa: un reto para el docente en la educación a distancia Formative assessment: a challenge for teachers in distance education. Instituto Nacional de Investigación y Capacitación Continua, Perú. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/390/3902197004/html/index.html>
- García, T., & Pintrich, P. R. (2023). Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In *Self-regulation of learning and performance* (pp. 127-153). Routledge.
- García-Sancho, M., Leng, R., Viry, G., Wong, M., Vermeulen, N., & Lowe, J. (2022). The Human Genome Project as a singular episode in the history of genomics. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 52(3), 320-360.
- Gutiérrez Porlán, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Pixel-Bit Revista De Medios Y Educación*, 51-65. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2014.i44.04>
- Hernández, A. P. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5(2), 1-13.

Henríquez-Coronel, M. A., Castillo-Quintero, H. P., Samada-Grasst, Y., & Vera-García, L. A. (2022). Rol del Docente en el entorno virtual de las carreras en línea de la UTM. *Santiago*, (157), 302.

Joshi A, Vinay M, Bhaskar P. Impact of coronavirus pandemic on the Indian education sector: perspectives of teachers on online teaching and assessments. *Interactive Technology and Smart Education*. 2020 [doi: 10.1108/ITSE-06-2020-0087](https://doi.org/10.1108/ITSE-06-2020-0087).

Martínez, R., Arrieta, X., & Meleán, R. (2012). Desarrollo cognitivo conceptual y características de aprendizaje de estudiantes universitarios. *Omnia*, 18(3), 35-48.

Medina, P., y Deroncele, A. (2019b). La evaluación formativa desde el rol del docente reflexivo. *Maestro y Sociedad*, 16(3), 597-610. Recuperado de <http://www.maestroysociedad.uo.edu.cu>

Moreno, T. (2016). Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje Reinventar la evaluación en el aula (Primera ed). México. Recuperado de http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Evaluacion_del_aprendizaje.pdf

Nedic, Z., Machotka, J., & Nafalski, A. (2003). Remote laboratories versus virtual and real laboratories. Paper presented at the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, CO

Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2005, December 22). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>

- Quitian Cruz, H. S. (2021). Laboratorios Virtuales: una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en Educación Básica.
- Radhamani, R., Kumar, D., Nizar, N., Achuthan, K., Nair, B., & Diwakar, S. (2021, June 9). What virtual laboratory usage tells us about laboratory skill education pre- and post-COVID-19: Focus on usage, behavior, intention and adoption. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7477–7495. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10583-3>
- RELPE. (2011). E-learning: buenas prácticas en la Red Latinoamericana de Portales Educativos. Serie Seminarios, a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Red Latinoamericana de Portales Educativos. <http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2011/05/Elearning.pdf>
- Reyes Lazalde, A., Reyes Monreal, M., & Pérez Bonilla, M. E. (2016). Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en biología. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(2), 22-37.
- Roces, C., Tourón, J., & González-Torres, M. C. (1995). Motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento de los alumnos universitarios.
- Salinas Padilla, H. A., Díaz Perera, J. J., Alvarez Amezcua, C. D., & Fernández, M. S. (2022, January 13). *Hábitos de estudio, motivación y estrés estudiantil en ambientes virtuales de aprendizaje*. | *Revista Boletín Redipe*. Hábitos De Estudio, Motivación Y Estrés Estudiantil En Ambientes Virtuales De Aprendizaje. | *Revista Boletín Redipe*. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1650>
- Scriven, M. (1967). "The methodology of evaluation", en R. Stake (Ed.). *AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation*, núm.1, Chicago: McNally

- Singh, G. (2016). Challenges for Teachers in the Era of E-learning in India. *Scholedge International Journal of Multidisciplinary & Allied Studies* ISSN 2394–336X, 3(2). 10.19085/journal.sijmas030201
- Sjoberg, S. (2007). Constructivism and Learning. In E. Baker, B. McGaw and P. Peterson, (eds.), *International Encyclopedia of Education* (3rd edition.). Oxford, Elsevier.
- Udin, W. N., Ramli, M., & M. (2020, April 1). *Virtual laboratory for enhancing students' understanding on abstract biology concepts and laboratory skills: a systematic review - IOPscience*. Virtual Laboratory for Enhancing Students' Understanding on Abstract Biology Concepts and Laboratory Skills: A Systematic Review - IOPscience. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042025>
- Villalaz, E. S., & Medina, P. (2020). El currículo universitario peruano: aspectos complejos. *Maestro y Sociedad*, 17(1), 121-136. <http://www.maestrosociedad.uo.edu.cu>
- Viñals Blanco., A. y Cuenca Amigo., J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 86 (30.2), 103-114.