

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSGRADO



LABORATORIOS VIRTUALES COMO ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN FORMATIVA

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN FILOSOFÍA
CON ACENTUACIÓN EN ESTUDIOS DE LA EDUCACIÓN

PRESENTA

YOLANDA CANÓNICO GONZÁLEZ

DIRECTORA: **DRA. LIZETTE BERENICE GONZÁLEZ MARTÍNEZ**
CO-DIRECTORA: **DRA. IRMA MARÍA FLORES ALANÍS**

MARZO 2025

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS DE DOCTORADO

(De acuerdo al RGSP aprobado el 12 de junio de 2012 Arts. 77, 79, 80,104, 115, 116, 121,122, 126, 131, 136, 139)

Tesis

LABORATORIOS VIRTUALES COMO ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN FORMATIVA

Comité de evaluación

Dra. Lizette Berenice González Martínez

Directora

Dra. Irma María Flores Alanís

Co-directora

Dra. Rosario Lucero Cavazos Salazar

Lectora

Dr. Juan Carlos Huitrado Treviño

Lector

Dra. Elva Teresa Aréchiga Carvajal

Lectora

San Nicolás de los Garza, N.L., marzo de 2025

Alere Flammam Veritatis

DR. FELIPE ABUNDIS DE LEÓN

SECRETARIO DEL ÁREA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Agradecimientos

A la Subdirección de Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras por permitirme formar parte de su matrícula y a la Facultad de Ciencias Biológicas por permitirme trabajar con su población estudiantil así mismo a la academia del Genoma y sus funciones por apoyarme durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis directoras de tesis, Dra. Lizette Berenice González Martínez y Dra. Irma María Flores Alanís, por su invaluable guía, paciencia y compromiso a lo largo de este proceso. Gracias por su dedicación y vasto conocimiento que cada una me brindo en cada etapa de esta investigación.

Gracias por su confianza en mi trabajo, por sus consejos oportunos y por cada enseñanza que ha enriquecido no solo este estudio, sino también mi formación como investigadora. Su apoyo inquebrantable y su exigencia académica me han impulsado a dar siempre lo mejor de mí.

Este logro no habría sido posible sin su orientación y motivación constante. Les estaré siempre agradecida por haberme acompañado en este camino

A la Dra. Elva Teresa Aréchiga Carvajal, gracias por todos estos años de formación académica y de investigación. Por contagiarme por esa pasión hacia la genómica y la evolución, por todo su apoyo y excelentes consejos.

Al Dra. Rosario Lucero Cavazos Salazar y al Dr. Juan Carlos Huitrado Treviño por formar parte del comité y sus valiosos comentarios para mejor este trabajo.

A mi familia, por ser mi principal motivo de superación. A mi madre por ser mi primera maestra y por improntarme genes del ser docente, a mi padre por su apoyo y cariño; y a mis hermanos: Miguel que me cuida desde el cielo, Emmanuel, Humberto y Mayelonga gracias a ustedes por estar siempre ahí y ser mi alegría.

A mi esposo Carlos V, mi compañero de vida, gracias por tu amor y paciencia. Tu confianza en mí, incluso en los momentos de ausencia y desvelos, ha sido mi mayor fortaleza. Gracias por estar a mi lado en cada desafío, por celebrar conmigo cada logro y por brindarme siempre palabras de aliento cuando más las necesitaba. Este logro es también tuyo, porque en cada página de esta tesis hay un reflejo de tu apoyo.

A mi compañera de batallas Karla Jaime, neta sin tu amistad este doctorado no hubiera sido lo mismo. A los buenos amigos Mary, Karlita, Lupita, Adriana, Rodrigo por su valiosa y sincera amistad.

A Pintor, por haber formado parte de una etapa importante de mi vida y por el apoyo brindado al inicio de esta investigación. Aprecio las experiencias compartidas y los aprendizajes que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

A Milo, por haber estado cada día y cada noche a mi lado mientras investigaba y/o redactaba esta tesis.

A todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis, les agradezco profundamente. Este trabajo es el reflejo de un esfuerzo colectivo y del apoyo de quienes han creído en mí.

Y por último y más importante a cada uno de mis mil estudiantes... gracias por ser mi motivo de superación, innovación, amor y respeto. Seguimos aprendiendo juntos.

¡¡¡A todos... gracias por el agunte!!!

“El conocimiento no es algo que se pueda poseer, es un proceso en constante evolución”

Jean Rostand

Resumen

La evolución del contexto educativo ha desafiado a los docentes a adaptarse a nuevos escenarios sociales, económicos y tecnológicos. Para garantizar la integración del aprendizaje teórico, han implementado diversas estrategias de evaluación que no solo facilitan el proceso de enseñanza, sino que también proporcionan información clave sobre el desempeño académico de los estudiantes.

El presente estudio analizó, desde un enfoque cualitativo, el impacto del uso de laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa. Para ello, se diseñaron instrumentos de evaluación que permitieron a los docentes identificar tanto los retos como los logros del aprendizaje, además de involucrar activamente a los estudiantes en su propio proceso educativo.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue diseñar e implementar instrumentos de evaluación que favorecieran la consolidación y aplicación de conceptos de genómica, fundamentales en la formación de profesionales en ciencias biológicas. Para ello, se empleó una metodología de investigación-acción con un enfoque cualitativo, lo que permitió analizar el impacto de los laboratorios virtuales en la personalización del aprendizaje y en la evaluación formativa. Los hallazgos evidencian que el uso de estos laboratorios no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también mejora el proceso académico al fomentar una participación más activa por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Laboratorios virtuales, aprendizaje conceptual, evaluación formativa.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Antecedentes	14
1.2.1 Los primeros entornos virtuales	15
1.2.2 La implementación de los laboratorios virtuales	16
1.3 Justificación	22
1.4 Objetivos	24
1.5 Preguntas de investigación	25
1.6 Supuestos	25
2. MARCO TEORICO	26
2.1 Evaluación	26
2.1.1 Evaluación diagnóstica	29
2.1.2 Evaluación formativa	30
2.1.2.1 La importancia de la evaluación formativa	31
2.1.3 Evaluación sumativa	35
2.2 Evaluación del aprendizaje	35
2.3 El aprendizaje de las ciencias naturales	37
2.4 Laboratorio de ciencias	37
2.5 Constructivismo	39
2.6 Desafíos del laboratorio de ciencias	40
2.7 Aprendizaje experimental	41
2.7.1 Contribución de John Dewey	42
2.7.2 Teoría del aprendizaje experiencial de Kolb	43
2.8 Aprendizaje conceptual	45
2.9 El aprendizaje de la genómica	47
2.10 Constructivismo y Tecnología	49
2.10.1 La tecnología como herramientas cognitivas	50
2.11 Entornos virtuales para el aprendizaje	50
2.12 Laboratorios virtual.	52
2.12.1 Laboratorios virtuales como estrategia didáctica	53
2.12.2 Importancia de los laboratorios virtuales	54

2.12.3 Conceptos, tipos de laboratorios y sistemas de realidad virtual.	55
2.13 Tendencias actuales en el aprendizaje virtual	57
2.13.1 Beneficios asociados con el aprendizaje virtual	58
2.14 Desafíos asociados con el uso de laboratorios virtuales	59
2.15 Desafíos para desarrollar e implementar entornos de aprendizaje virtuales	61
2.15.1 Desafíos asociados con los maestros	61
2.15.2 Desafíos asociados con los estudiantes	62
2.16 La integración tecnológica en la práctica docente	63
2.17 La alfabetización digital como herramienta para el aprendizaje del siglo XXI	64
2.18 La formación en tecnología: clave para el desarrollo de competencias digitales en el profesorado.	66
2.19 La brecha digital durante el proceso de enseñanza.	68
3. MARCO METODOLOGICO	71
3.1 Enfoque y alcance	73
3.1.1 Marco interpretativo del enfoque cualitativo	75
3.2 Diseño metodológico	77
3.3 Población y muestra	80
3.4 Técnicas e instrumentos	81
3.5 Estudio piloto	82
3.5.1 Estudio piloto en docentes.	82
3.5.2 Estudio piloto en estudiantes.	83
3.6 Conclusiones obtenidas en estudios piloto	85
3.7 Planteamiento y descripción de los instrumentos de evaluación formativa	86
3.7.1 Laboratorios virtuales Etapa 1.	87
3.7.2 Laboratorios virtuales etapa 2.	91
3.7.3 Laboratorios virtuales etapa 3.	92
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	98
4.1 Análisis de las preguntas de investigación	99
4.1.1 ¿Qué factores deben tenerse en cuenta al planificar el desarrollo y la implementación de los laboratorios virtuales?	99
4.1.2 ¿Cuál es el impacto cualitativo tras la implementación de instrumentos de evaluación formativa mediados por tecnología?	109

4.1.3 ¿Qué características deben de tener los laboratorios virtuales que favorezcan el abordaje de contenidos y la realización de prácticas en el área de genómica?	117
4.1.4 Perspectiva docente	122
4.2 Hallazgos de este estudio	125
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
6. REFERENCIAS	131
7. ANEXOS	155

Índice de figuras

Figura 1. La evaluación en ciencias en educación a distancia en relación con los laboratorios virtuales	18
Figura 2. Tipología de la evaluación propuesta por Casanova	28
Figura 3. Los objetivos de la evaluación diagnóstica (elaboración propia).	29
Figura 4. Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb. Adaptación de Kolb, 1984	43
Figura 5. Ciclo de la investigación-acción, imagen tomada de Putman y Rock, 2018. Elaboración propia.	79
Figura 6. Esquema de procedimientos por etapas del estudio. Elaboración propia.	81
Figura 7. Laboratorio virtual de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) un tópico básico para los estudiantes del área de biología; este LV como se aprecia continúa fuera de servicio. (Tomado del sitio web https://learn.genetics.utah.edu/)	87
Figura 8. Oficio emitido por la subdirectora académica	96
Figura 9. comentario de un maestro extraído del canal de teams. Poder observar un ejemplo de los muchos retos que se vivieron al inicio de este semestre.	96
Figura 10. oficio emitido por la subdirectora académica	97
Figura 11. ¿Consideras que los objetivos de aprendizaje de las actividades son claros y comprensibles?	100
Figura 12. ¿Consideras que los entornos virtuales que utilizas para aprender biología son interactivos y te permiten participar activamente en las actividades?	102
Figura 13. ¿Consideras que los LV asignados son factibles en término de tiempo y recursos disponibles?	103
Figura 14. Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los LV	106
Figura 15. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales.	107

Figura 16. 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.	110
Figura 17. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiado de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales mejora la comprensión de los temas vistos en clase.	111
Figura 18. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta los cuestionarios implementados después de las simulaciones me ayudaron a fortalecer mi aprendizaje.	113
Figura 19. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales me motiva a tener una mayor	114

Índice de tablas

Tabla 1. Laboratorios virtuales aplicados durante la primera etapa de la investigación.	89
Tabla 2. Distribución de reactivos de acuerdo con las categorías.	90
Tabla 3. Laboratorios virtuales aplicados durante la segunda etapa de la investigación	91
Tabla 4. Laboratorios virtuales aplicados durante la tercera etapa de la investigación	93
Tabla 5. Comentarios de estudiantes que explican la razón de su motivación al usar los LV.	114
Tabla 6. Respuestas de los estudiantes antes las preguntas sobre las razones por las cuales les agradó trabajar con LV.	118
Tabla 7. Ejemplos de prácticas que tuvieron un mejor recibimiento por los estudiantes.	120

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Durante años la comunidad científica ha dilucidado sobre la evolución de las especies, explicando que través del tiempo las especies pueden sufrir mutaciones y divergir en múltiples especies descendientes; comúnmente se suele pensar que esto es un proceso dirigido hacia una estabilidad coherente de las especies, sin embargo, la evolución se desarrolla gradualmente como una acumulación de pequeñas e incontables transformaciones de las mismas especies.

Para explicar esto, a mediados del siglo XIX, Charles Darwin formuló la teoría científica de la evolución por selección natural, la cual se define como el mecanismo por el cual las poblaciones de organismos se adaptan y cambian.

Por lo tanto, los individuos de una población son naturalmente variables, lo que significa que de una misma especie no hay dos organismos idénticos. Por consiguiente, algunos organismos presentan características adecuadas al medio ambiente. Estas mutaciones adaptativas van a generar alguna ventaja selectiva que les permitirá una mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse en un ambiente desafiante. Será entonces más común la presencia de estas especies en una población, por lo que, a través de la selección natural, los rasgos favorables se transmiten a través de las generaciones permitiendo su evolución (Ashraf y Sarfraz, 2016; Losos y Lenski, 2016).

No obstante, el hablar de evolución no se limita a la adaptación que una especie puede llegar a presentar, pues es posible percibir la evolución en diferentes panoramas y contextos; pues al igual que sucede con las especies, la evolución en un sistema complejo como lo es la sociedad puede manifestarse a través de la acumulación de cambios que busca transformar los paradigmas sociales.

El replantearse el ¿Cómo evoluciona una sociedad? Es hablar, además, de la transformación que puede llegar a ocurrir en la educación, pues las adaptaciones que la educación presenta convergen a razón de los cambios evolutivos en la sociedad, pues a lo largo de los años la educación ha sufrido variabilidad en sus propios modelos que han evolucionado a medida que la sociedad también lo ha hecho, adaptándose a la realidad y a las necesidades de cada época (Esteve, 2006). Por lo tanto, continuamos experimentando y enfrentando transformaciones en el ámbito educativo, motivadas por diversos factores desencadenantes. Entre estos factores se encuentran la globalización, los cambios generacionales, las fluctuaciones económicas, las demandas emergentes en los mercados laborales, la evolución de las herramientas tecnológicas, así como los desafíos derivados de

problemáticas sociales y de salud (González-Martínez et al., 2024). Por consiguiente, en este dinámico panorama exige una constante adaptación en el sistema educativo, esto para asegurar su relevancia y eficacia en un entorno en constante cambio.

El más reciente desafío que la sociedad tuvo que enfrentar fue la pandemia del COVID-19, ocasionada por el virus SARS-CoV2; la pandemia causó incertidumbre no solamente en materia de salud, sino también en la educación, ya que con la finalidad de prevenir la transmisión de la enfermedad fue necesario el cierre presencial de todas las instituciones educativas a nivel mundial (Radhamani et al., 2021). Ante esto, la educación tuvo que ser remota o a distancia, destacando la importancia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación. Por lo tanto, las TIC se convirtieron en la principal herramienta de trabajo de los docentes, pues no solamente permitieron proceder con una educación remota mediante clases virtuales, sino que además fue posible la incorporación de recursos digitales innovadores que permitieron el seguimiento formativo de los estudiantes (Ortega et al., 2022).

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 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), asimismo también evidenció la falta de preparación o capacitación ante el uso de las TIC por parte de los docentes (Viñals Blanco y Cuenca Amigo, 2016).

La pandemia, entonces, trajo consigo cambios drásticos en el ámbito educativo, especialmente en la forma en que se imparte el aprendizaje. La transición repentina del aula tradicional al entorno en línea forzó a los docentes a digitalizar sus contenidos y a repensar sus estrategias de enseñanza y evaluación. Este desafío no solo implicó una adaptación de los materiales, sino también una innovación en los métodos utilizados para captar la atención de los estudiantes. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, el rendimiento académico de muchos alumnos se vio afectado, debido a la falta de motivación y de compromiso. Esta situación puso de manifiesto la importancia de crear entornos de aprendizaje más atractivos y significativos. Así, la experiencia de la pandemia se convirtió en una oportunidad para reflexionar sobre la necesidad de adaptarse a las nuevas realidades educativas, buscando siempre el bienestar y el desarrollo integral de los estudiantes.

Bajo este escenario, el aprendizaje de muchas disciplinas científicas como las ciencias naturales, químicas y físicas, se volvió complicado debido a la falta de laboratorios prácticos, ya que parte fundamental del proceso de aprendizaje de los estudiantes de ciencias formales y/o naturales es la experimentación.

Si bien es frecuente encontrar en la literatura que las prácticas de laboratorio fundamentada en el aprendizaje experimental, a menudo son concebidas como una actividad complementaria a las clases teóricas, es bien sabido que la instancia práctica no debiera entenderse solamente como una actividad en que los estudiantes comprueban contenidos estudiados previamente en clases teóricas, sino que éstas debieran atenderse como un nexo para adquirir competencias y habilidades que permita al estudiantado desarrollar el pensamiento crítico. El estudio de González et al. (2009), considera a los aprendizajes experimentales es una de las bases de la indagación científica, en tanto permiten al estudiante construir su propio conocimiento, reflexionando acerca de qué sabe, y acerca de cómo lo ha llegado a saber, mejorando así su comprensión acerca de los procesos que llevan a la comunidad científica a generar conocimiento.

Por lo tanto, ante la imposibilidad de un laboratorio práctico, aunado a lo desafiante que pueden ser sus contenidos y a la falta de motivación experimentado por parte de los estudiantes durante la pandemia, surge la propuesta de utilizar entornos virtuales de aprendizaje. Específicamente, se planteó la integración de laboratorios virtuales como una estrategia de evaluación formativa. En esta investigación, se tiene como objetivo principal explorar el impacto cualitativo que tienen los laboratorios virtuales en el aprendizaje de los estudiantes.

En los siguientes párrafos se abarca el contenido de los capítulos de esta investigación.

El primer capítulo (Introducción) proporciona un contexto general sobre la problemática abordada en el estudio. Describiendo las razones que impulsaron esta investigación y se explica el trasfondo del problema. Además, en este capítulo se formulan las preguntas de investigación orientadoras como punto de referencia para el desarrollo del trabajo, y de la cual se derivan los objetivos de investigación también presentados en esta sección.

El capítulo 2 (Marco Teórico) ofrece una revisión bibliográfica de los fundamentos esenciales que sustentan el estudio. Se conceptualizan los aspectos clave relevantes para la investigación, se

presentan los antecedentes relacionados, destacando cómo han sido abordados por diferentes autores, los cuales aportan a la comprensión de las bases para las propuestas didácticas relacionadas con el uso de laboratorios virtuales.

El capítulo 3 (Marco metodológico) proporciona el esquema general que guía el proceso de recolección, análisis e interpretación de datos. Por otro lado, se detallan los diferentes instrumentos de evaluación desarrollados y se describe cómo se llevó la aplicación de estos durante el fenómeno observado.

El capítulo 4 (Análisis y discusión de resultados) presenta los resultados obtenidos para su análisis y discusión comparando la percepción de los estudiantes durante los dos semestres estudiados y sus respectivas tres etapas vividas.

El capítulo 5, dedicado a las conclusiones, resume los hallazgos más significativos del trabajo de grado y destaca las contribuciones más relevantes de la investigación. Asimismo, se ofrecen recomendaciones para futuros estudios que puedan continuar o ampliar el trabajo realizado.

1.1 Planteamiento del problema

La pandemia de COVID-19 transformó radicalmente el panorama educativo, obligando a instituciones y docentes a replantear y/o adaptar sus metodologías de enseñanza, especialmente en áreas prácticas como las ciencias naturales. Parte fundamental en el proceso de aprendizaje de las ciencias formales y/o naturales es precisamente la experimentación, ya que mediante la exploración del método científico el educando adquiere no solo habilidades motrices y analíticas; adquiere un pensamiento crítico a base de la reflexión del aprendizaje conceptual. Aunado al desarrollo de habilidades técnicas necesarias para sus futuros empleos en la industria y/o mundo académico.

No obstante, ante las restricciones de distanciamiento social y cierres de instituciones educativas, el acceso a laboratorios tradicionales se vio limitado, lo que generó la necesidad de explorar recursos tecnológicos para los laboratorios virtuales como una alternativa didáctica impulsada a partir de los entornos virtuales de aprendizaje.

Los laboratorios virtuales (LV) se han utilizado con fines didácticos en biología, química y ciencias naturales; sin embargo, algo destacable es que estos no pueden reemplazar por completo los experimentos físicos en los laboratorios tradicionales. Sin embargo, en entornos académicos, los laboratorios virtuales pueden ayudar a la integración de conceptos, mediante la aplicación de estos. En este contexto, surgió la interrogante sobre la eficacia y la viabilidad de los laboratorios virtuales como herramienta para la enseñanza de ciencias. Aunque estos recursos tecnológicos ofrecen la posibilidad de simular experimentos y prácticas científicas a través de plataformas en línea, el problema radica en su implementación, integración curricular, efectividad pedagógica y en su evaluación.

La interacción entre los usuarios (estudiantes y docentes) y los LV puede generar distintos impactos, influenciados por factores como los hábitos y disciplinas de trabajo, la relevancia de los contenidos y las metodologías didácticas empleadas en la enseñanza virtual, entre otros. Estas variables hacen difícil predecir con precisión los efectos en el aprendizaje y los resultados en el desarrollo de las habilidades esperadas, así como en el logro de competencias. Por ello, es esencial establecer criterios, metodologías e instrumentos de evaluación sólidos y adecuados, basados en estudios específicos, que permitan analizar de manera integral los distintos componentes de un LV (técnicos, de diseño, pedagógicos, de contenido y organizativos).

1.2 Antecedentes

El uso de los laboratorios virtuales se presenta como alternativa a los laboratorios presenciales. En ese sentido y como parte de la revisión de la literatura sobre el tema, las fuentes de consulta han permitido identificar el cada vez mayor interés por parte de la comunidad académica a nivel universitario en torno al desarrollo de propuestas innovadoras utilizadas para hacer frente a las necesidades del sistema educativo actual.

1.2. 1 Los primeros entornos virtuales

El primer laboratorio virtual creado fue en realidad un simulador multisensorial, conocido como “Sensorama”, fue presentado en 1962 por Morton Heilig (Scheinerman, 2009). Aunque no era un entorno interactivo *per se*, este sistema permitía a los usuarios sentarse frente a una pantalla y elegir entre paseos pregrabados en bicicletas y motocicletas por Brooklyn, Nueva York, mientras experimentaban sonidos y otros elementos que recreaban virtualmente esa zona de la ciudad (Gutierrez et al., 2008).

En 1965, Ivan Sutherland, un estudiante de posgrado en la Universidad de Utah, se destacó como pionero en gráficos por computadora al publicar un artículo titulado "*The Ultimate Display*", donde anticipaba que algún día las computadoras interactivas permitirían la creación de mundos virtuales (Gutierrez, et al., 2008). Más adelante en 1968, Sutherland desarrolló un visor montado en la cabeza que seguía el movimiento del espectador, ajustando la visualización gráfica para reflejar su nueva posición. Esto fue posible gracias a un sensor de cabeza que medía la posición y el ángulo de la cabeza del usuario (Gutierrez et al., 2008; Scheinerman, 2009).

En 1970, investigadores del MIT crearon el *Aspen Movie Map*, que ofrecía un recorrido simulado por la ciudad de Aspen, Colorado. Este sistema capturó imágenes de todas las calles mediante cuatro cámaras montadas en un camión, orientadas en diferentes direcciones. Durante la década de 1970, Myron Krueger (Gutierrez et al., 2008) desarrolló entornos interactivos que permitían a los usuarios participar físicamente, gracias a un manipulador mecánico que facilitaba la interacción con la computadora (Pantelidis, 1993).

A mediados de los años 80, los avances en computación llevaron al desarrollo de pantallas montadas en la cabeza y guantes con cables ópticos (McLellan, 1991). Surgiendo los primeros sistemas de realidad virtual en esa década; por lo que los investigadores del centro de investigación Ames de la NASA comenzaron a probarlos como un sistema de entrenamiento para pilotos de vuelos espaciales tripulados. El trabajo de 22 investigadores resultó en la creación de la estación de trabajo del entorno de interfaz virtual, que incorporaba tecnología moderna aún utilizada hoy en día (Gutierrez et al., 2008).

1.2.2 La implementación de los laboratorios virtuales

La experiencia práctica es un componente importante del proceso educativo. Sin embargo, el tiempo y los recursos económicos que a menudo se requieren para el establecimiento y la construcción de laboratorios científicos están fuera del alcance de muchas instituciones. Una solución a este problema se podría encontrar en la adaptación de la tecnología de realidad virtual, que simularán los procesos y acciones que podrían tener lugar en laboratorios reales (Alexiu et al., 2004).

Según Barbour y Reeves (2009), los defensores de la educación virtual han concluido que hay una serie de beneficios asociados. Estos se pueden resumir en cinco áreas principales: (a) ampliar el acceso a la educación, (b) brindar oportunidades de aprendizaje de alta calidad, (c) mejorar los resultados y las habilidades de los estudiantes, (d) permitir opciones educativas y, (e) lograr oportunidades administrativas eficiencia.

Esto empata con la idea de Velandia Gómez (2020) quien comenta la adquisición de competencias digitales al considerarlas esenciales para todos los estudiantes, ya que es crucial fomentar habilidades tecnológicas entre los alumnos, dado que son indispensables en la sociedad contemporánea globalizada. Es fundamental que cada individuo sea capaz de resolver problemas cotidianos. No obstante, las escuelas tienden a priorizar la enseñanza teórica en detrimento de la práctica, principalmente debido a la falta de laboratorios adecuados. Según Ramírez y Rodríguez (2017), los laboratorios físicos resultan tediosos para los participantes y suponen costos elevados para las instituciones educativas, ya que requieren materiales específicos.

Al respecto, Chanfón et al. (2016), las actividades realizadas en laboratorios tienen como objetivo reforzar los conceptos teóricos, lo que implica que las instituciones educativas deben considerar estrategias que combinen la enseñanza teórica con la práctica, utilizando actividades virtuales como una herramienta de aprendizaje efectiva. Del mismo modo, los laboratorios virtuales buscan promover hábitos de estudio, ampliar el tiempo dedicado al aprendizaje sin restricciones de horario, y permitir interacciones ilimitadas para facilitar un mejor entendimiento del contenido.

En otras palabras, según la perspectiva de Arias y Barrera (2018), los laboratorios virtuales ofrecen oportunidades para realizar actividades prácticas, de diseño, de simulación, y para revisar tareas de manera más accesible y cómoda.

Por lo tanto, es relevante destacar la importancia de cultivar habilidades digitales, las cuales facilitan la participación en entornos de aprendizaje mediados por la tecnología. A través de los laboratorios virtuales, se puede fomentar la colaboración, el reconocimiento y la apreciación del conocimiento compartido, así como el desarrollo y fortalecimiento de competencias tecnológicas. Estos recursos se perfilan como una alternativa efectiva para enseñar conceptos prácticos relacionados con la electricidad en instituciones educativas de niveles básico y medio. En relación con este punto, González et al., (2013) sostienen que la práctica en laboratorio permite a los estudiantes consolidar su comprensión a través de la experiencia directa.

Asimismo, según Álvarez y Ramos (2017), los educadores que se enfrentan a la integración de los laboratorios virtuales deben comprender adecuadamente los procedimientos, las adecuaciones y la conexión entre la teoría y la práctica que se van a llevar a cabo. En una línea similar, Zaldívar (2019) sugiere que es esencial diseñar actividades prácticas en los laboratorios, ya que esto estimula a los estudiantes a participar de manera más activa en las tareas asignadas por el profesor.

Por su parte Liegle y Meso (2014), abordan los desafíos de la enseñanza utilizando laboratorios virtuales. Su trabajo fue basado en un estudio de caso, concluyendo con una discusión sobre los beneficios, inconvenientes y lecciones aprendidas del enfoque virtual, donde se indica que los estudiantes encontraron los laboratorios útiles cuando se trabajaba de manera individual en contraste que de manera colaborativa. Siendo el principal inconveniente no contar con equipos computacionales.

Infante Jiménez (2014) propuso su uso como propuesta pedagógica en las asignaturas teóricas-prácticas, argumentando que la implementación de éstos crea un entorno *blended learning* (*b-learning*), es decir la mezcla de actividades presenciales y virtuales, que propicia el auto-aprendizaje y el trabajo colaborativo.

Téllez-Acosta (2016) presentó un estudio en el que utiliza los laboratorios virtuales como estrategia didáctica y de evaluación para la formación a distancia, en el que se formula un modelo de evaluación de los aprendizajes, pues considera la evaluación como un proceso fundamental e inherente a la enseñanza y al aprendizaje, y por ende deberá responder a las mismas cuestiones (figura 1) esto es, al qué: conocimientos y competencias (científicas, tecnológicas y actitudinales);

al cómo: heteroevaluación (indagando acerca del uso de las herramientas tecnológicas, así como de los conocimientos y las competencias) y autoevaluación (reflexión crítica); al cuándo: función diagnóstico- formativa de los laboratorios virtuales; al por qué y para qué: los laboratorios virtuales como facilitadores de los procesos de enseñanza-aprendizaje- evaluación, desarrolladores de competencias, estrategias para la identificación de aspectos que se requiere mejorar en las actividades de aula y que contribuyen a la relación entre los recursos tecnológicos y el aprendizaje de la ciencia, la tecnología (como conocimiento enseñable), a superar las limitaciones que pueden presentar las practicas presenciales y como nuevas formas de ver y entender los materiales (*softwares* y plataformas de prácticas) disponibles.

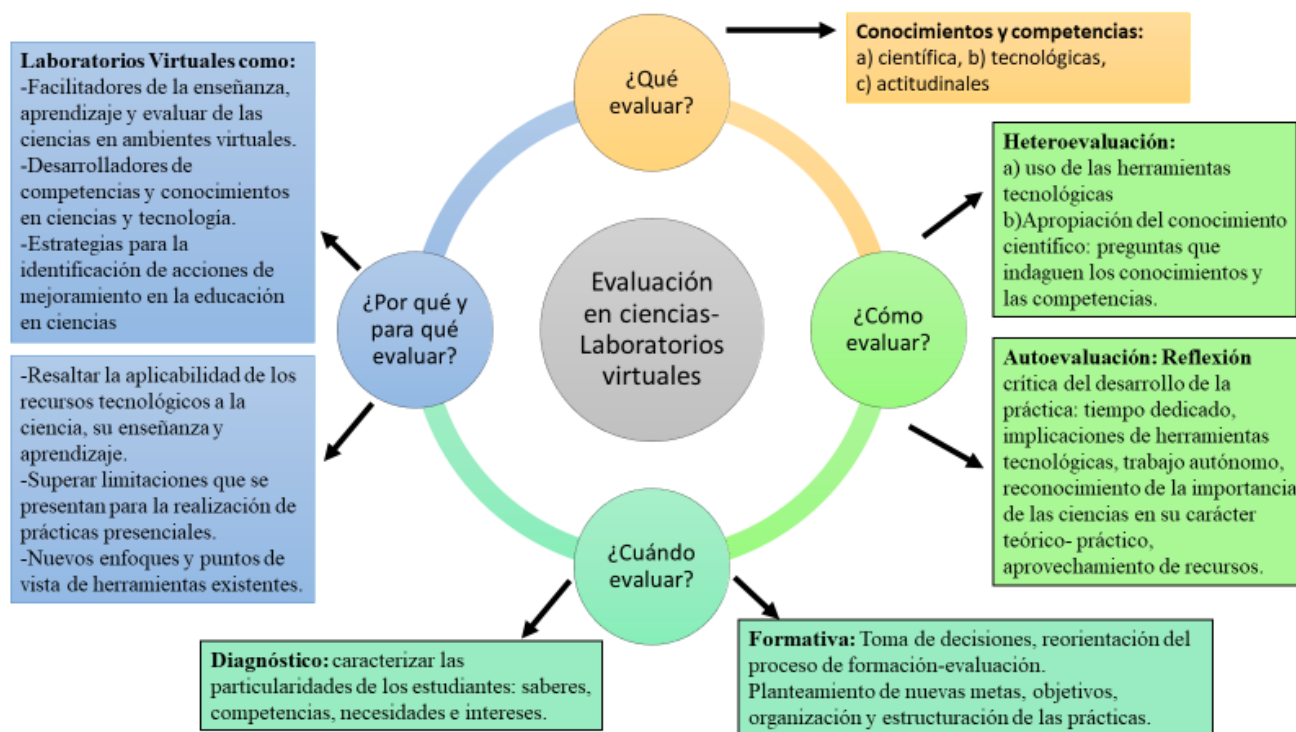


Figura 1. La evaluación en ciencias en educación a distancia en relación con los laboratorios virtuales (Elaboración propia).

El aumento en el uso de aplicaciones de aprendizaje virtual en educación requiere que los educadores mejoren sus habilidades en el diseño y evaluación de estas herramientas; debido a esto Ahmed y Hasegawa (2019) diseñaron diversos instrumentos en línea que les proporción datos

acerca de prueba de rendimiento, observación de desempeño, evaluación de producto. A través de esto encontraron que los laboratorios virtuales son una herramienta pedagógica eficaz para aumentar el conocimiento de los estudiantes y las habilidades prácticas.

Quesada-Álvarez (2021) implementó una serie de estrategias didácticas mediada por las TIC, con el fin de contribuir a la enseñanza de los principios genéticos mendelianos y no mendelianos, revelando que al implementar tecnología los estudiantes poseían mayor interés y una mejor comprensión de los tópicos.

En un estudio realizado en Dinamarca mostró que los LV permiten el aprendizaje interactivo, para la comprensión del funcionamiento de los sistemas y equipos biológicos y bioquímicos utilizados en los laboratorios; así como, para evaluar y analizar los resultados obtenidos de los experimentos realizados de manera virtual. Además, se encontró que al emplear los LV, los estudiantes desarrollaron una mayor confianza y habilidades en su uso, ya que en sus palabras se sintieron cómodos con su manejo y aplicación, de manera que estas actividades contribuyen significativamente a mejorar su desempeño en los laboratorios convencionales (Dyrberg et al., 2016; Kapilan et al., 2021).

Ramírez y colaboradores (2022) emplearon LV como una estrategia de aprendizaje activo durante la pandemia mostrando que su uso representa un medio de apoyo útil como complemento para la mejor comprensión de los temas y conceptos vistos en clase. Sin embargo, ellos establecen de la necesidad de saber elegirlos y tener en consideración que estos no pueden sustituir las habilidades prácticas de manipulación de materiales e instrumentos que brinda la experiencia de practicar en un laboratorio real.

En las aulas de ciencias donde la experimentación prevalece como la principal pedagogía, los estudiantes suelen seguir las instrucciones de los profesores para comprender los conceptos científicos predefinidos, sin embargo, carecen de la oportunidad de experimentar la práctica científica y así como desarrollar su alfabetización científica.

Ante esto, investigadores han argumentado que el aprendizaje en entornos didácticos descontextualizados puede obstaculizar la transferencia de la experiencia de aprendizaje a otras

situaciones, y que la alfabetización científica debe cultivarse en una práctica científica auténtica (Charney et al., 2007).

En este contexto, los laboratorios de ciencias desempeñan un papel crucial al brindar a los estudiantes acceso a la práctica científica, lo que promueve su alfabetización en habilidades científicas prácticas y su comprensión sobre cómo funciona la ciencia y los científicos (Hofstein y Mamlok-Naaman, 2007).

Sin embargo, debido a limitaciones como la disponibilidad de tiempo y de instrumentos (Vergara et al., 2017), los laboratorios físicos no están ampliamente disponibles ni son adoptados con frecuencia en muchas escuelas. En este contexto, los laboratorios virtuales, que representan y demuestran virtualmente fenómenos científicos a través de computadoras, se vuelven extremadamente importantes para el desarrollo de la alfabetización científica, especialmente durante la perturbación causada por la pandemia de COVID-19.

No obstante, el proporcionar simplemente laboratorios virtuales a los estudiantes puede no generar efectos favorables debido a la complejidad inherente de la investigación científica y de los laboratorios virtuales (Akaygun y Adadan, 2019). Por lo tanto, se vuelven críticos los diseños de instrucción que ayuden a los estudiantes a utilizar los laboratorios virtuales para la investigación científica. Entre los diversos formatos de diseños instruccionales, la demostración o modelado del maestro (Collins, 2006) y la crítica de los estudiantes (Chang y Linn, 2013) representan enfoques integrales de aprendizaje cognitivo para el desarrollo de habilidades en entornos contextualizados.

Los laboratorios virtuales ofrecen un entorno interactivo que permite a los estudiantes explorar los conceptos científicos integrados en los fenómenos científicos (Heradio et al., 2016; Van Joolingen et al., 2005). Esto posibilita que los estudiantes realicen experimentos virtuales y participen en actividades científicas prácticas, especialmente en fenómenos que no son fácilmente observables o investigables en situaciones de la vida real.

Amplios estudios han demostrado las ventajas de los laboratorios virtuales para apoyar el aprendizaje de las ciencias (Chang et al., 2020; Vergara et al., 2017). Por ejemplo, un estudio de

Martínez et al. (2011) encontró que los estudiantes que utilizaron tanto laboratorios virtuales como físicos lograron niveles similares de comprensión conceptual.

En otro estudio, Nolen y Koretsky (2018) encontraron que los estudiantes demostraron un mayor nivel de motivación al usar laboratorios virtuales. Participar en actividades de investigación con laboratorios virtuales también ayudó a los estudiantes a mejorar sus habilidades de diseño experimental (Lefkos et al., 2011).

Por otro lado, los laboratorios físicos tienen características únicas que los laboratorios virtuales no pueden replicar. Por ejemplo, los laboratorios físicos proporcionan una sensación de realismo (Abdulwahed y Nagy, 2011) y permiten la manipulación cinestésica y la sensación táctil, lo que los hace ideales para experimentos que requieren una interacción más física (Zacharias et al., 2008). Ambos tipos de laboratorios, tanto virtuales como físicos, tienen ventajas únicas para apoyar el aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, los laboratorios virtuales tienen la capacidad de visualizar conceptos científicos abstractos utilizando múltiples representaciones, lo que ayuda a los estudiantes a conectar nuevos conocimientos con conocimientos previos (Taramopoulos y Psillos, 2017).

A pesar de las ventajas de los laboratorios virtuales, es importante destacar que algunos estudiantes pueden interactuar con ellos solo a un nivel superficial y lúdico, lo que plantea desafíos para la investigación basada en laboratorios virtuales (Swaak y de Jong, 2001). Por lo tanto, se requiere un apoyo adecuado para que los estudiantes alcancen una comprensión profunda de los conceptos científicos mediante el uso de laboratorios virtuales.

Una característica fundamental de los laboratorios virtuales es su apertura, que permite a los profesores adoptar un enfoque de investigación abierto que empodera a los estudiantes para que tomen el control de sus propios experimentos y realicen investigaciones científicas (Wen et al., 2020). Estudios como el de Efstathiou et al. (2018) y Chang et al. (2020) involucraron a los estudiantes en el uso de laboratorios virtuales para realizar experimentos relacionados con el hundimiento, la flotación y la densidad relativa, y sugirieron que, con la orientación adecuada, los estudiantes desarrollaron habilidades de investigación general, incluyendo la capacidad de

identificar variables, plantear hipótesis y diseñar investigaciones en diversos contextos. Sin embargo, otro estudio (Wen et al., 2018) comparó las estrategias utilizadas por los estudiantes que tuvieron éxito en la construcción de modelos científicos con laboratorios virtuales y aquellos que no lo lograron. Los autores encontraron que la mitad de los estudiantes no podían construir un modelo científico con el laboratorio virtual debido a dificultades para relacionar los conceptos científicos con el contexto virtual.

Esto sugiere que el simple uso de laboratorios virtuales no garantiza el desarrollo de la alfabetización científica. A menudo, los laboratorios virtuales ayudan a los estudiantes a visualizar los procesos, pero no necesariamente resultan en un cambio en los modelos mentales de los estudiantes (Akaygun y Adadan, 2019). Los estudiantes también pueden tener dificultades para llevar a cabo experimentos virtuales de manera consciente y deliberada (McElhaney et al., 2015). Por lo tanto, se necesita orientación docente para apoyar la investigación de los alumnos con laboratorios virtuales y ayudarles a realizar experimentos científicos virtuales (Efstathiou et al., 2018; Thoms y Girwidz, 2017).

1.3 Justificación

La investigación presentada tiene como objetivo ofrecer una propuesta de innovación educativa en respuesta a los cambios sociales y globales que hemos enfrentado y que continuaremos enfrentando en el futuro, como parte de la evolución educativa. Ya que, tal cual fue imprescindible adaptar los paradigmas educativos durante la pandemia, también será crucial hacerlo ante los desafíos que plantea la globalización.

Por consiguiente, los laboratorios virtuales nacen como una estrategia de evaluación formativa, diseñados e implementados en la medida en la que se orienten sus particularidades (objetivos de aprendizaje) teniendo en cuenta las necesidades de formación académica en los estudiantes; y de manera específica del área de las ciencias biológicas donde se realizó el estudio.

Las TICs juegan un papel importante en los entornos virtuales de aprendizaje, en la medida en que permiten que las personas tengan un papel más activo en la sociedad, pues son una fuente de información que ayudan a la construcción de conocimiento, pues si las tecnologías evolucionan al ritmo de la sociedad, debe también trascender a las necesidades y particularidades de la misma, y

que, en lugar de aumentar las diferencias sociales existentes, se convierta en un factor de igualdad social. En concordancia con Negre Bennisar (2003) “no estamos preparados para superar las barreras que la tecnología puede imponer si no se ponen en funcionamiento mecanismos para procurar el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación a toda la sociedad, independientemente de su situación personal, económica, geográfica y cultural.” (pág. 10)

Visto de esta manera, a medida que la sociedad se transforma aparece la necesidad de que la educación virtual también lo haga y se convierta en una oportunidad más allá de presentar contenido informativo y carga de conceptos, se convierta en estrategias que mejoren el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante actividades que sean de relevancia para el aprovechamiento académico y optimicen la práctica docente.

La evaluación en el ámbito educativo es un componente esencial del proceso de enseñanza y aprendizaje, que interactúa de manera integral con múltiples elementos de dicho proceso. Históricamente, se ha representado el acto de valorar tanto los resultados como los productos derivados de una intervención didáctica, independientemente del contexto en que se lleve a cabo. Arredondo y Botía (2002) reflexionan sobre este concepto, señalando que la evaluación tiene como objetivo principal proporcionar información que oriente, regule y mejore cualquier proceso formativo. Destacando que la evaluación formativa se enfoca en el seguimiento continuo y pedagógico, priorizando la ayuda al aprendizaje sobre el control y la calificación de los resultados.

Por lo que, en la práctica educativa, los docentes se enfrentan a compromisos evaluativos que requieren adaptaciones a las características específicas de cada situación, especialmente en contextos de formación a distancia basados en laboratorios virtuales. Por esta razón, la presente investigación es pertinente, ya que se centra en analizar la relación entre las TIC y la evaluación formativa, con el fin de fortalecer los aprendizajes de los estudiantes.

Coll (2010) señala que las TIC actúan como un recurso didáctico que organiza, potencia y desarrolla los procesos de enseñanza-aprendizaje, presentando la información de manera atractiva y motivadora para los estudiantes, lo que despierta su interés por aprender.

En cuanto a la relevancia social, en una sociedad cada vez más influenciada por la tecnología, es fundamental proporcionar a la generación de nativos digitales las herramientas necesarias para desenvolverse eficazmente en su entorno. Esta investigación busca beneficiar a los estudiantes mediante la optimización del uso de tecnologías, promoviendo la implementación de acciones que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto incluye el desarrollo de competencias en laboratorios virtuales generados por las TIC, así como la capacitación de la comunidad educativa para utilizar estas tecnologías en entornos pedagógicos virtuales.

Finalmente, la evaluación, desde su enfoque formativo, pone énfasis su función educativa, analizando su impacto cualitativo durante el proceso de aprendizaje estudiantil. Esto permite detectar las necesidades, así como las características que abordan la comprensión del conocimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer instrumentos de evaluación formativa que permitan evidenciar la comprensión conceptual en estudiantes de licenciatura al abordar contenidos y realizar prácticas en los laboratorios virtuales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la implementación de laboratorios virtuales como estrategia para el aprendizaje de la Genómica.
- Argumentar sobre la evaluación formativa mediada por tecnología y su impacto cualitativo en la consolidación de aprendizajes en estudiantes de licenciatura en el área de genómica.
- Examinar los desafíos de la implementación de los laboratorios virtuales.

1.5 Preguntas de investigación

El estudio se realizará para responder a las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué factores deben tenerse en cuenta durante la implementación de los laboratorios virtuales?

¿Cuál es el impacto cualitativo en el aprendizaje de los estudiantes tras la implementación de instrumentos de evaluación formativa mediados por tecnología?

¿Qué características deben tener los laboratorios virtuales que favorezcan el abordaje de contenidos y la realización de prácticas en el área de genómica?

1.6 Supuestos

- Al planificar el desarrollo e implementación de los LV, la disponibilidad de recursos tecnológicos adecuados, un acceso a internet confiable, así como el tiempo dado a su uso, son factores fundamentales para garantizar la efectividad y accesibilidad de estos.
- El proceso de evaluación mediada por la tecnología facilita el trabajo docente y ayuda en el proceso formativo del estudiante, pues esto les permite a los maestros identificar patrones en el proceso de aprendizaje y áreas de retroalimentación.
- Los laboratorios virtuales son empleados como estrategia de evaluación formativa, ya que apoyan al estudiante en la comprensión y materialización de conceptos mediante su interactividad y apoyo visual.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Introducción

El marco teórico de este estudio se enfoca en la importancia de la evaluación formativa. Para ello, es necesario profundizar en el concepto de la evaluación y su importancia en la educación en línea. También se aborda la evaluación del aprendizaje, resaltando su relevancia en el contexto de las ciencias naturales y los laboratorios científicos. Además, se analiza el aprendizaje experimental y conceptual, así como el aprendizaje de la genómica. Todos estos elementos teóricos son esenciales para entender y desarrollar los laboratorios virtuales como herramientas de evaluación formativa en el ámbito educativo.

2.1 Evaluación

La educación busca la adquisición de conocimientos y habilidades para que los estudiantes puedan relacionarse con un entorno que evoluciona constantemente gracias en gran parte a la ciencia y tecnología. Para esto, los docentes deben enfrentarlos a una adaptación en estrategias de enseñanza y de evaluación.

Por lo tanto, la transformación en el perfil docente surge tras la constante necesidad de innovar su práctica educativa ante las necesidades de aprendizaje que cada generación estudiantil posee, pues la educación es un instrumento que evoluciona en función de los paradigmas sociales.

Ante esto, la innovación educativa debe entenderse como un cambio en la acción pedagógica para el desarrollo de la calidad educativa, que debe ir más allá de la incorporación tecnológica en el aula, pues debe incorporarse las herramientas pedagógicas y didácticas necesarias para el desarrollo de habilidades (Pascual, 2019).

Por consiguiente, este proceso no debe ser entendido simplemente como la incorporación de algo novedoso, sino que debe surgir de una planificación consciente y que incluso puede llegar a cambiar la visión que inicialmente el docente tuvo sobre determinado contenido. En relación con esta visión se concluye que "esa implementación no puede realizarse mediante improvisaciones,

sino a través de procesos de cambio planificados que buscan la mejora de las prácticas educativas" (López y Saborido, 2014).

Si bien, muchas veces la innovación educativa va dirigida hacia técnicas y/o metodologías que buscan fortalecer los procesos formativos en el aula, también es fundamental explorar y plantearse nuevas estrategias de evaluación, las cuales, además de ponderar un conocimiento, deben valorar las habilidades que los estudiantes adquieren durante su proceso de aprendizaje.

La evaluación puede definirse como un proceso sistemático y reflexivo que tiene como objetivo recopilar, analizar e interpretar información relevante sobre el rendimiento, el progreso o los resultados alcanzados en relación con unos criterios establecidos previamente. Este proceso implica la aplicación de instrumentos y técnicas específicas para obtener datos válidos y confiables que permitan tomar decisiones informadas sobre el aprendizaje, la enseñanza o los programas educativos (Sandoval et al. 2022).

Bajo una mirada académica, la evaluación se concibe como un proceso integral que va más allá de la simple medición de conocimientos o habilidades; es un proceso continuo que ayuda al estudiante a su crecimiento por medio de la guía y orientación que se le proporciona dentro del proceso de aprendizaje. Para Stake (2006), la evaluación está determinada en función de los méritos y los defectos. A veces es mucho más, pero para la emisión de un juicio es primordial el establecimiento del juicio.

No obstante, en cualquier proceso evaluativo tenemos que preguntarnos: ¿Por qué y para qué se desarrolla la evaluación? Ya que esto es un eje estructural de los procesos educativos, para los criterios de evaluación, así como para sus instrumentos.

Se han reconocido tradicionalmente dos sentidos de la evaluación: uno desde la perspectiva pedagógica y otro desde lo social. El sentido pedagógico está relacionado con decisiones para el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje. Mientras que el sentido social es orientado a las necesidades de la sociedad, pues desde sus inicios la evaluación aparece influida por su procedencia del mundo laboral. Pues, al igual que los empresarios miden cuantitativamente la producción, en el campo educativo se prendió a medir el progreso del alumno cuantificando lo aprendido (Casanova, 1998).

Las estrategias que los docentes emplean para el proceso de evaluación tienen repercusión en sus estudiantes y su aprendizaje, ya que lo que se está evaluando enfatiza esos conocimientos, actitudes y habilidades que se desean desarrollar. Diversos estudios han mostrado cómo la evaluación es la manera más clara y directa de conocer el desarrollo disciplinario significativo para los estudiantes (García Carnmona, 2021). Por lo que, esos aprendizajes y/o habilidades que no se evalúan difícilmente se desarrollan. Esto es debido a la atención y esfuerzo que los alumnos prestan a los contenidos que son objeto de evaluación.

La principal técnica utilizada para valorar el trabajo de los alumnos individualmente es el examen; uno de los avances más significativos ha sido la consideración de que existen elementos que se escapan de lo “real”, que no son cuantificables. Estos componentes se han convertido en los factores innovadores de los procesos evaluativos, constituyendo todo un desafío para la elaboración de instrumentos que posibiliten su empleo cotidiano en la práctica docente (Moreno-Olivos, 2009; Díaz-Noguera, 1995).

Con la finalidad de clasificar por terminología y conceptos, Casanova (1998) realizó una tipología de la evaluación (Figura 2) basada metodológicamente y para mostrar las diferentes posibilidades de evaluar y los datos que se obtendrán de ellas.

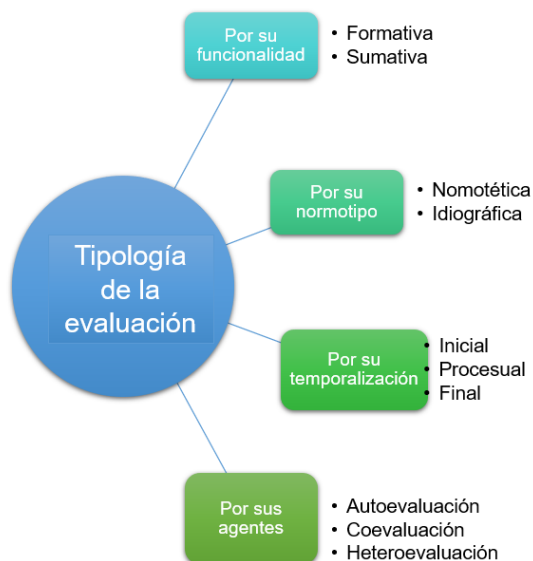


Figura 2. Tipología de la evaluación propuesta por Casanova (Elaboración propia).

La autora comenta que, en cuanto a la funcionalidad de la evaluación, pueden ser diversas, debido a que se han descrito diversas finalidades que son posibles de alcanzar mediante su aplicación, y de acuerdo con estas determinan las funciones de la evaluación como: la predictiva de regulación, formativa, prospectiva, de control de calidad, descriptiva, de verificación, de desarrollo, etc. Sin embargo, Casanova se enfoca en la sumativa y formativa, por considerarlas las más importantes y porque además las otras distinciones de funcionalidad proceden de la evaluación sumativa y de la formativa.

Por su parte, para Díaz Barriga (2002) menciona que la evaluación formativa, la evaluación sumativa y, además, la evaluación diagnóstica debe considerarse como necesarias y complementarias para una valoración global y objetiva de lo que está ocurriendo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.1.1 Evaluación diagnóstica

Para Ávila y Calatayud (2007) la evaluación diagnóstica es la que se realiza al comienzo de un proceso de aprendizaje. Siendo su principal objetivo conocer las ideas previas que presenten los alumnos, su predisposición hacia el aprendizaje, expectativas, nivel de motivación, etc. (figura 3). Tomando en cuenta esto, se puede decir que la evaluación diagnóstica no solo se dirige a los conocimientos declarativos, sino que se pueden evaluar otros tipos o formas de saberes de los estudiantes, experiencias, habilidades, metas, actitudes, estrategias previas, entre otros.

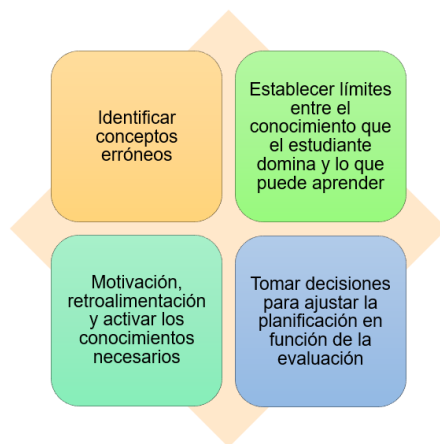


Figura 3. Los objetivos de la evaluación diagnóstica (elaboración propia)

Sin embargo, al ser la evaluación diagnóstica la que se da al inicio de todo proceso educativo, esta puede ser de mucha ayuda para el docente, ya que al realizarla a un grupo concreto de estudiante y determinar si los mismos poseen los conocimientos básicos y/o necesarios relacionados para asimilar y comprender la nueva información que se les impartirá en el curso académico, proporcionándole al docente el nivel académico de sus alumnos y, por ende, la primera guía de decisiones deberán ser tomadas por el maestro respecto al curso, es decir, qué tan rápido podrá avanzar durante la asignatura, si es necesario dar una parte introductoria como reforzamiento a ese conocimiento básico que el estudiante debe dominar, si es necesario la aplicación de actividades formativas, etc.

2.1.2 Evaluación formativa

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.

En la evaluación formativa se valoran los procesos y los logros que los estudiantes van demostrando en el proceso de construcción de su aprendizaje, así mismo el estudiante tiene la oportunidad de saber qué criterios se están evaluando en su aprendizaje.

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, por lo tanto, 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.

Esto mismo lo indican Bonvecchio y Maggioni (2006), quienes 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.

Concluyendo por lo siguiente que mediante la evaluación de actividades formativas contrastamos en parte la realidad del proceso educativo, al verificar si se están produciendo los aprendizajes esperados de tal manera que se establezca el acuerdo necesario para obtener buen rendimiento.

Al fin de cuentas, tal como lo menciona Moreno-Olivos (2009), “La evaluación formativa bien diseñada puede proveer a los estudiantes una esencial retroalimentación e informar a los profesores acerca de la calidad de su enseñanza, identificando los conceptos que los estudiantes dominan y los que aún les faltan por aprender”.

La importancia de la evaluación formativa

La evaluación tiene una influencia fundamental como proceso pedagógico que dirige la edificación del aprendizaje de los estudiantes, así el docente debe tener claro la diferencia entre la evaluación para el aprendizaje y la evaluación del aprendizaje. Así, la evaluación formativa debe enfocarse esencialmente en el desarrollo del aprendizaje, y para ello un proceso que se considera particularmente significativo es la retroalimentación, siempre que sea también una retroalimentación formativa que promueva una participación activa del estudiante en un proceso horizontal de comunicación educativa, donde estudiantes y docentes dialogan reflexivamente sobre los retos y oportunidades del aprendizaje (Medina y Deroncele, 2019).

La evaluación formativa convoca la necesidad de comprenderla como un proceso continuo. Esto implica que no se da solo al final del proceso de aprendizaje para saber si las y los estudiantes lograron las metas propuestas; es parte constituyente de todo ese proceso de aprendizaje. La columna vertebral de la evaluación formativa es la retroalimentación, que a su vez es un proceso clave de la evaluación formativa que permite desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes (León-Warthon, 2021).

El *feedback* o retroalimentación es la etapa de comunicación y ajuste de resultados que permite establecer un proceso de comunicación entre docente y estudiante, para la mejora continua. Si bien se conocen ciertas aristas del estudiante a través del resultado evaluativo, cuando solamente se otorga “la nota” esto no tiene un impacto tan dinamizador como la retroalimentación, donde se reconocen no solamente las cantidades sino particularmente las cualidades y oportunidades de mejora de la tarea. En este sentido, la retroalimentación formativa es un proceso dialógico

horizontal entre docentes y estudiantes, que requiere una perspectiva reflexiva integral (Deroncele, 2020a), que requiere un liderazgo científico investigativo del docente (Deroncele, 2020b).

La retroalimentación recibida debe permitir al estudiante asumir con responsabilidad su aprendizaje y ser capaces de supervisar su propio avance o proceso.

La evaluación formativa les ayuda “a definir cómo cerrar las brechas entre su desempeño y los objetivos establecidos” (Andrade, 2010, citado por Martínez, 2011), a la vez que promueve su motivación; un proceso esencial para lograr esta intención es poder establecer una visión compartida del aprendizaje entre docentes y estudiantes, lo cual se establece a partir de la retroalimentación formativa, que va posicionando la participación crítica del estudiante en la toma de decisiones, en la resolución de problemas, y así se va consolidando el desarrollo de su pensamiento crítico (Deroncele, Nagamine y Medina, 2020), que en los tiempos actuales habría que pensarlo no solo en los espacios presenciales sino también y especialmente en los entornos virtuales de aprendizaje, teniendo en cuenta los aportes de la evaluación formativa en una educación no presencial y remota en tiempos de pandemia (Mollo y Medina 2020).

Según Vicenzi (2020), el año 2020 fue un cambio brusco de la enseñanza presencial a una enseñanza remota o virtual en todos los niveles educativos a nivel mundial. Millones de maestros y estudiantes tuvieron que reaprender la manera de acceder al conocimiento e interactuar en el ciberespacio. En algunos casos, la resistencia al cambio digital por parte de algunos docentes dio paso a la oportunidad de adaptación del mundo digital durante esta crisis sanitaria. Por lo que surgió la posibilidad de repensar y reflexionar sobre la forma en que se aborda el proceso de enseñanza-aprendizaje. Durante esta pandemia, se evidenció cómo algunos docentes han abandonado sus enfoques tradicionales para involucrarse en la innovación educativa.

Además, durante este periodo, una de las mayores dificultades encontradas fue la forma de brindar acompañamiento y evaluar a los estudiantes en un entorno digital. Es importante tener en cuenta que "la retroalimentación tiene un alto impacto en el aprendizaje de los estudiantes y en el desarrollo de sus capacidades de autorregulación" (Pereira, Assunção, Veiga y Barros, 2016, p.7). Por lo tanto, es esencial sumergirse en los aspectos teóricos y metodológicos de este proceso, lo que nos lleva a revisar algunas referencias relevantes sobre el tema.

Liu y Carless (2006) señalan que la retroalimentación es un proceso comunicacional a través del cual los estudiantes establecen un diálogo con sus aprendizajes y sus avances; mientras que Boud y Molloy (2015) afirman que la retroalimentación es un “proceso mediante el cual los estudiantes obtienen información sobre sus desempeños permitiendo mejorar el mismo; por ello, los autores Sanchez y Manrique (2018) consideran la retroalimentación como una herramienta didáctica que promueve la reflexión.

Según Pellegrino (2020), la evaluación debe ser una herramienta para mejorar el desempeño de los alumnos, más que simplemente inspeccionar su avance. La evaluación del aprendizaje implica evaluar al estudiante después de un período de instrucción, lo que se conoce como evaluación sumativa o certificadora. Por otro lado, la evaluación para el aprendizaje, como señalaron Black y William (1998, citado por Pellegrino, 2020), se enfoca principalmente en aspectos formativos. Su propósito es ajustar y mejorar los procesos de instrucción y aprendizaje en los alumnos.

Tanto Pellegrino (2020) como Medina y Deroncele (2019) coinciden en que la evaluación formativa también involucra un proceso de interpretación para dar sentido a la evidencia recopilada con el propósito de la evaluación, lo que fomenta una mayor comprensión por parte del estudiante.

Dentro de los desafíos de la globalización del siglo XXI se necesita que los alumnos contengan diversas habilidades necesarias para poder competir a nivel global. Una de las habilidades es el pensamiento crítico y para que puedan desarrollar esta habilidad es necesario aprender estrechamente con una evaluación pertinente, por lo tanto, una propuesta clave es la evaluación formativa, a partir de la cual el docente puede diseñar estrategias de aprendizaje pertinentes para facilitar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (Nurhijah, Wulan y Diana, 2020).

Uno de los objetivos primordiales de los docentes es fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en sus estudiantes, inculcando al mismo tiempo valores éticos y una conciencia ambiental. Esto contribuye a su crecimiento individual y a su integración positiva en la sociedad, asumiendo de manera responsable su rol como ciudadanos (Minedu, 2016).

El pensamiento de orden superior requiere la combinación de múltiples habilidades y capacidades, así como el uso del pensamiento complejo (Salamanca, 2018). Este tipo de pensamiento facilita la distinción entre lo real y lo falaz, lo superficial y lo importante, y permite diferenciar entre

opiniones y evidencias, promoviendo también la habilidad de argumentar de manera fundamentada (Montero, 2016).

Las habilidades esenciales del pensamiento crítico están estrechamente relacionadas con los planteamientos de Zabala y Arnau (2007) sobre la resolución competente de problemas. Un estudio relevante destaca la importancia de las preguntas y la retroalimentación proporcionada por el docente como vías fundamentales para promover un trabajo efectivo tanto dentro como fuera del aula. Cuando el docente formula preguntas, brinda a los estudiantes la oportunidad de analizar y revisar su producción o evidencia, alentándolos a reflexionar sobre la tarea realizada (Anijovich y Capelletti, 2017).

Son múltiples las evidencias científicas que demuestran que la retroalimentación como proceso de la evaluación formativa es efectiva para dinamizar el desarrollo del pensamiento crítico. Así, un estudio reciente de Pedrosa, Guerra y Watts (2019) fomenta las formas innovadoras que promueve el desarrollo del pensamiento crítico de los alumnos a través de comentarios escritos constructivos.

Los resultados muestran que la retroalimentación escrita brindada aumenta las oportunidades para que los alumnos indaguen más fuentes de información, negocien y asuman en tomar decisiones dentro de su grupo, para construir su propia retroalimentación antes de enviar sus análisis críticos finales al docente, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y la colaboración.

Por otro lado, llevar a cabo una retroalimentación de manera oral durante el proceso de evaluación formativa puede desarrollar la habilidad de pensamiento crítico de los estudiantes (Nurhijah, Wulan y Diana, 2020). De igual manera, es importante extender esta retroalimentación a los entornos virtuales de aprendizaje. Al respecto, Soozandehfar (2020) encontró que la retroalimentación asistida por la web juega un papel crucial en facilitar el pensamiento crítico de los estudiantes, y en consonancia se constatan en otro estudio los efectos de la sincronización de la retroalimentación formativa en entornos de aprendizaje asistido por computadora, encontrando que la retroalimentación aumentó el rendimiento en la respuesta a preguntas y la recuperación de pistas de los estudiantes (Candel, Vidal-Abarca, Cerdán, Lippmann, Narciss, 2020).

Finalmente, Nurdini, Wulan y Diana (2020) destacan que para el siglo XXI, las habilidades de pensamiento crítico son fundamentales. El desarrollo de estas habilidades en los estudiantes puede lograrse a través de un aprendizaje adecuado y evaluaciones apropiadas. No obstante, la aplicación de evaluaciones en el proceso de aprendizaje a menudo no alcanza su máximo potencial.

Por tanto, es imprescindible investigar la forma de mejorar las habilidades de pensamiento crítico mediante una propuesta pertinente: la evaluación del aprendizaje a través de la retroalimentación. Esta estrategia se presenta como una manera efectiva de promover el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

2.1.3 Evaluación sumativa

La evaluación sumativa tiene como finalidad establecer controles de los resultados obtenidos al finalizar un periodo, este puede ser anual, semestral, bimestral, por proyectos, por unidad de aprendizaje, etc., dependiendo del proceso evaluativo.

Su funcionalidad resulta adecuada para la valoración de procesos que se consideran terminados, con realizaciones o consecuencias concretas y valorables (Casanova, 1998). Así mismo, su finalidad es agregar o determinar el valor a un producto final sea un objeto o grado de aprendizaje, decidir si el resultado es positivo o negativo.

No obstante, esta evaluación no pretende mejorar de forma inmediata el proceso, pues en sentido estricto esto ya no es posible. Por lo que se aplica en un momento concreto generalmente al final del curso o cuando es preciso tomar una decisión en algún sentido.

Su principal función social es el asegurar que los estudiantes cumplan con las demandas del sistema educativo (Rosales Mejia, 2014) para esto, se realizan informes que resuman los resultados en relación con los criterios de evaluación.

Picado (2006) indica que la evaluación sumativa permite valorar los logros alcanzados por los estudiantes respecto a hechos, conceptos, fenómenos, procedimientos actitudes y valores establecidos en los objetivos, para dar una calificación final al concluir un proceso de enseñanza aprendizaje.

2.2 Evaluación del aprendizaje

Tal como se mencionó anteriormente, el examen es el principal instrumento empleado para valorar el aprendizaje, principalmente como evaluación sumativa. Por lo que resulta importante

señalar que la evaluación no es una actividad esporádica entre centros educativos y profesores, es una tarea que se realiza habitualmente donde se invierte una gran cantidad de tiempo y de esfuerzo. Tanto la enseñanza como la evaluación son procesos complejos, y para cumplir ambos procesos se requiere del dominio de conocimientos propios del campo, así como de la capacidad personal (Moreno-Olivos, 2009).

Podríamos decir que la evaluación del aprendizaje es similar a la definición de evaluación formativa, ya que se realiza durante el proceso de aprender, pero lo cierto es que amerita un claro sistema de comunicación, ya que los resultados no dependen solamente de las características del instrumento que se evalúa, sino, además de los juicios que emita quien(es) realiza la evaluación. Por consiguiente, los docentes necesitan explicitar los objetivos de aprendizaje a sus alumnos, asegurándose que ellos comprendan el fundamento de cada rubro que se evalúa y así mismo obtengan retroalimentación sobre la forma en la que se están evaluando durante el proceso (Ramsden, 2003). Asimismo, los educandos necesitan distinguir la relación que existe entre lo que ellos deben aprender, lo que se les está enseñando, así como lo que se está evaluando (Biggs, 2005).

El aprendizaje es un proceso de creación, en el cual el conocimiento previo y el nuevo conocimiento que está por obtenerse interactúan para crear un significado. Esto implica que la evaluación debe enfocarse tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, debido a que cualquier actividad formativa le permita al docente la recolección de evidencia del aprendizaje logrado por los alumnos y asimismo estos últimos pueden evidenciar el proceso de “creación del conocimiento nuevo”. Por lo tanto, las evaluaciones formativas y sumativas deben estar a la par de los objetivos del aprendizaje.

La calidad de muchos trabajos depende en gran medida de una buena dinámica de monitoreo entre estudiantes y maestros. Brindar retroalimentación constante sobre los trabajos permite a los alumnos conocer y comprender el proceso de evaluación (Sadler, 1983). Sin embargo, en el sistema escolar, muchos educandos han aprendido que solo es relevante desarrollar trabajos con el fin de obtener una calificación. Por lo tanto, es crucial romper con esta concepción y enfatizar la importancia de la evaluación formativa.

2.3 El aprendizaje de las ciencias naturales

Los planes de estudios de educación superior en ciencias están estructurados para proporcionar a los estudiantes con una combinación de educación teórica y práctica, esto es debido a que se debe enfatizar el conocimiento general durante la sesión teórica y entrenar habilidades analíticas y motrices en la sesión práctica (Achuthan et al., 2017).

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias exige un alto dominio conceptual, así como experimental. Para asegurar la integración del aprendizaje teórico y práctico, los educadores han utilizado por años prácticas de laboratorio, ya que mediante la experiencia que estos generan se refuerza el aprendizaje de conceptos teóricos y la adquisición de habilidades analíticas (Woodfield et al., 2004).

Sin embargo, ya se había hablado antes de la existencia de una separación entre teoría y práctica, debido a que la enseñanza de las ciencias está formada por etapas que ayudan a consolidar el aprendizaje teórico; este proceso práctico suele llevarse a cabo en laboratorios donde se involucra una infraestructura (espacio, equipos, reactivos, personal de apoyo) que en ocasiones pueden afectar económicamente a la institución educativa (Fabian, 2018).

Aun así, este divorcio no había sido tan evidente hasta el brote de COVID-19, donde, por razones antes mencionadas, los estudiantes dejaron de asistir a sus prácticas de laboratorio, produciendo una brecha entre el aprendizaje conceptual, el aprendizaje experimental y la resolución de problemas.

La experimentación despierta el interés por el aprendizaje, como fuente de adquisición de los conocimientos, teorías y postulados científicos (Machado 2005). Por su parte, Cataldi, Donnamaría y Lage (2008) mencionan que el laboratorio de ciencias es una alternativa para complementar los conceptos teóricos, aunque para eso es fundamental la infraestructura para lograrlo.

2.4 El Laboratorio de ciencias

Las prácticas de laboratorio han sido una característica destacable de la enseñanza de las ciencias desde el inicio de su enseñanza en el siglo XIX. Suele ser comprendido como “experiencias en entornos escolares en los que los alumnos interactúan con equipos y materiales

para la observación y comprensión del mundo natural" (Hofstein y Kind, 2012, p. 190). Sin embargo, durante los primeros años de experimentación científica en la escuela, los laboratorios eran simplemente espacios donde se confirmaba el conocimiento visto durante las clases.

Para que surgiera una evolución de estos "espacios" para que se produjera un aprendizaje por indagación y/o exploración llevó décadas y esta evolución sigue adquiriendo adaptaciones al día hoy. No podemos dejar de lado las contribuciones de los psicólogos en el campo de la enseñanza de mundo natural.

Basándonos en Piaget (1970) y en la psicología cognitiva, los investigadores educativos desarrollaron el ciclo de aprendizaje para resaltar el proceso de la ciencia: 1) la exploración, donde se lleva la manipulación de materiales concretos por parte de los estudiantes, 2) la introducción de conceptos, en la que el maestro introduce nuevos conceptos y teorías, y 3) la aplicación de conceptos, donde el estudiante materializa el concepto aprendido mediante la experimentación o bien hace una situación que le sea novedosa. De esta forma, el ejercicio con objetos concretos, tal y como es permitido en el laboratorio científico, fue considerado un esencial para el desarrollo de los procesos de pensamiento. (Hofstein y Kind, 2012; Karplus y Butts, 1977).

El desarrollo de un modelo basado en indagación para la experimentación científica continuó empleándose en este periodo (Kempa y Ward, 1975; Tamir, 1974). Sin embargo, se empezó a debatir sobre el uso excesivo en el "método científico" como un enfoque simplista y empirista que se basaba en manipular equipos y/o instrumentos propios del laboratorio, seguir instrucciones como recetas de cocina y la obtención de respuestas correctas, sin entender el fundamento y/o el cometer errores y aprender de ellos.

Para la década de 1980-1990 se produjo el hacer ciencia como un enfoque al conocimiento procedimental, es decir, el aprender cómo hacer ciencia. Aunado a esto, se dio el énfasis en el desarrollo conceptual, formando una nueva perspectiva en la enseñanza de la ciencia denominada constructivismo (Hofstein y Kind, 2012).

2.5 Constructivismo

Para Piaget (1963), el constructivismo se refiere a la idea de que los estudiantes aprenden haciendo. Y es que, basándonos en esta teoría, el laboratorio de ciencias se vuelve el espacio o escenario ideal para la construcción y desarrollo del conocimiento.

Posteriormente, los constructivistas ampliaron sus perspectivas incorporando ideas de aprendizaje sociocultural de Vygotsky (1978), donde establecían que la construcción de conceptos era obtenida en actividades sociales, por lo que el aprendizaje que da lugar en laboratorios se empezó a ver como una estrategia social de la cultura científica. Este proceso les permite a los estudiantes una visión metacognitiva, pues deben clarificar los procesos propios de sus pensamientos y la de sus compañeros. (Hofstein y Kind, 2012).

El constructivismo se refiere a las habilidades de una persona para la construcción de su conocimiento basado en sus propias creencias y estructuras mentales (Phillips, 2000; Solvie y Kloek, 2007). El fundamento del constructivismo es que mediante la motivación y deseo del aprender del alumno, el conocimiento y la comprensión de los conceptos son tomados o no por ellos mismos. Según Woolfolk (1993), un entorno constructivista era un entorno social en el que la mente de los estudiantes actuaba como medio de procesamiento de información para determinar si se produciría el aprendizaje.

El estudiante constructivista es quién mediante sus logros y la adquisición de sus propios conocimientos logra motivarse a sí mismo, es innovador en sus ideas y preguntas, pues el alumno en base a sus experiencias previas ingresa al entorno de aprendizaje creando nuevos conocimientos.

Aunque la responsabilidad de aprender en un aula constructivista recae en el alumno (Wang, 2011). El maestro en el aula toma el papel de guía para sus estudiantes y, al mismo tiempo, tiene en cuenta que los alumnos a través de sus experiencias moldean su conocimiento y pensamiento a lo largo del tiempo. Sin embargo, es necesario entender que pueden existir varios factores que van desde el aula y las condiciones sociales hasta la cultura que son responsables del aprendizaje (Cope y Kalantzis, 2000).

Mientras que el papel de un maestro en el aula constructivista es actuar como facilitador, asegurándose que los estudiantes sean activos en el proceso de aprendizaje (Copley, 1992). Para

lograr esto, los docentes promueven actividades acordes a su nivel académico y plan de estudios que se transforman en tareas que pueden realizar potencializando su aprendizaje (Omrod, 1995). Por lo que como mencionan Según Brooks y Brooks (1993), un maestro constructivista es aquel que permite que los estudiantes tomen por iniciativa propia materiales necesarios para su aprendizaje y luego indagando si han entendido los conceptos.

2.6 Desafíos del laboratorio de ciencias

Actualmente, la comprensión de los materiales de la clase ha mejorado en los estudiantes debido al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), esto debido a que han dado un ¿para qué? y ¿por qué? a lo que están haciendo. El aprendizaje constructivista permite a los estudiantes evaluar cómo una actividad les ayudará y facilitará a aprender, mediante el análisis de sus propias preguntas, propios conceptos y propias estrategias, convirtiéndose así en aprendices expertos.

Por otra parte, una de las más recurrentes dudas sobre la eficacia, eficiencia y beneficios de las prácticas de laboratorio continuaron siendo argumentadas por Hofstein y Lunetta (2004), pues en sus palabras el laboratorio de ciencias ha demostrado ser eficaz en el desarrollo de habilidades prácticas y de manipulación de equipos e instrumentos, pero sigue dejando brechas para la construcción de conceptos, del desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión del mundo natural. Pues ahora el laboratorio se ha convertido en ese espacio para "manipular equipos y materiales, pero no ideas" (Hofstein y Kind, 2012, p. 192).

Lazarowitz y Tamir (1994), explican que la falta de eficacia para la construcción o materialización del conocimiento por parte de los laboratorios es debido a los no apropiados métodos de evaluación. Desde la carencia de una evaluación del aprendizaje y/o rendimiento de los estudiantes y el uso de medidas que no eran sensibles al entorno de aprendizaje del laboratorio (Hofstein y Lunetta, 1982).

Sere (2002) llevó a cabo un estudio exhaustivo y a largo plazo sobre el uso de los laboratorios en varios países de la Unión Europea, basado en 23 estudios de casos, descubriendo que, aunque el trabajo de laboratorio se percibía como un componente esencial de las carreras de ciencias experimentales, los objetivos planteados para el trabajo práctico en el laboratorio eran demasiado

numerosos y exigentes para que el profesor de ciencias pudiera ponerlos en práctica, razón por la cual hoy en día la inclusión de conceptos como indagación, exploración y bases constructivistas han sido difíciles de aplicar por parte de los docentes que debido a las limitaciones de principalmente de tiempo y espacio, además de recursos, continúan realizando prácticas sistemáticas, subestimaban las capacidades de los alumnos para manejar la alta demanda cognitiva que requieren las verdaderas investigaciones (Hofstein y Kind, 2012).

Para solucionar esto, Hofstein y Kind (2012) destacan la importancia de incorporar la metacognición en sesiones previas o posteriores a la sesión práctica, esto además con la intención de formar aprendices independientes. Para esto es necesario de tiempo, oportunidad, orientación y apoyo, como con condiciones para fomentar un entorno de indagación.

Para superar los desafíos impuestos por la falta de indagación en los laboratorios de ciencias, Hofstein y Lunetta (2004) mencionan que invertir en la formación y el uso de tecnologías podrían potenciar la indagación.

Desde la década de los 90, se reconoció que las tecnologías digitales son herramientas importantes para el laboratorio de ciencias. Esto se debe a que estos recursos tecnológicos pueden emplearse para realizar tareas que requieren mucho tiempo, como el análisis de datos. Permitiendo a los estudiantes disponer de más tiempo para observar, reflexionar y construir conocimientos conceptuales (Hofstein y Kind, 2012).

2.7 Aprendizaje experimental

La idea de utilizar métodos basados en instrucciones constructivistas centradas en el estudio es ampliamente aceptada mundialmente, ya que los métodos tradicionales basados en el maestro, a pesar de que se siguen usando, no han brindado oportunidades suficientes para que los alumnos construyan su propio aprendizaje.

La construcción del conocimiento como proceso es empleada como “prácticas constructivistas” en el aula y en otros espacios donde el maestro toma el rol de guía brindando apoyo a los estudiantes que deberán permanecer como personas activas. Puesto que gran parte de las lecciones de ciencias pueden llegar a ser temas abstractos, es fundamental el uso de estrategias didácticas centradas en el estudiante.

2.7.1 Contribución de John Dewey

Al hablar del aprendizaje experimental, es importante considerar a John Dewey, pues en 1938 escribió sobre los beneficios de la educación experiencial explicando que la relación íntima entre la educación y este tipo de aprendizaje, argumentando que el componente experiencial hacía progresiva a la educación y que, si solamente nos enfocamos a un único contenido, el aprendizaje es obstaculizado, ya que cierra la oportunidad para que los estudiantes desarrollen sus propios conocimientos al interactuar con información limitada.

Asimismo, propuso que cada persona posee una experiencia individual, relacionada con experiencias pasadas, mientras que el aprendizaje en un espacio experimental era una imitación de la sociedad, donde los miembros podrían tener diferentes puntos de vista de un tema. Debido a esto, Dewey profundizó en la necesidad de hacer una educación progresiva mediante ideas filosóficas sólidas con base en la experiencia, la productividad y la creatividad.

Dewey se preocupó por crear una relación entre la reflexión y la educación, más allá de su experimentación, pues consideraba que el conocimiento no era suficiente sino mostraba cómo se podía aplicar y lo que era capaz de hacer (Itin, 1999).

Su visión educativa era mostrar que tanto el alumno como el maestro eran parte de un equipo donde jugaban en una experiencia significativa, por lo que consideró que el proceso educativo involucraba tanto al profesor como al alumno en una experiencia significativa.

La continuidad y la interacción son los aspectos más importantes del aprendizaje experiencial. Continuidad significa que cada experiencia que tiene una persona repercute en el futuro de la misma persona y que inclusive su comportamiento influye en determinadas situaciones. Por tanto, la experiencia presente de una persona es una función de la interacción entre sus experiencias pasadas y la situación presente (Dewey, 1938). De tal manera que los educadores tienen una teoría de la experiencia, y ellos pueden organizar y planificar sus lecciones para dar paso a tales experiencias, creando así un entorno donde los estudiantes se abran a futuras experiencias.

2.7.2. Teoría del aprendizaje experiencial de Kolb

La teoría del aprendizaje experiencial de Kolb se basó principalmente en el trabajo de John Dewey. Basándose en los principios del constructivismo y en la continuidad de Dewey, pues el aprendizaje es un proceso continuo que se forma por los cambios en las experiencias de las personas; la primicia de Kolb (1984) es que “la experiencia es el agente de aprendizaje”

Para explicar su teoría, Kolb propuso un modelo de cuatro etapas (figura 4), que inicia diciendo que el aprendizaje es tener una experiencia concreta y para luego dar paso a una reflexión que se asimila a una teoría antes de adquirir nuevas ideas de diferentes situaciones.

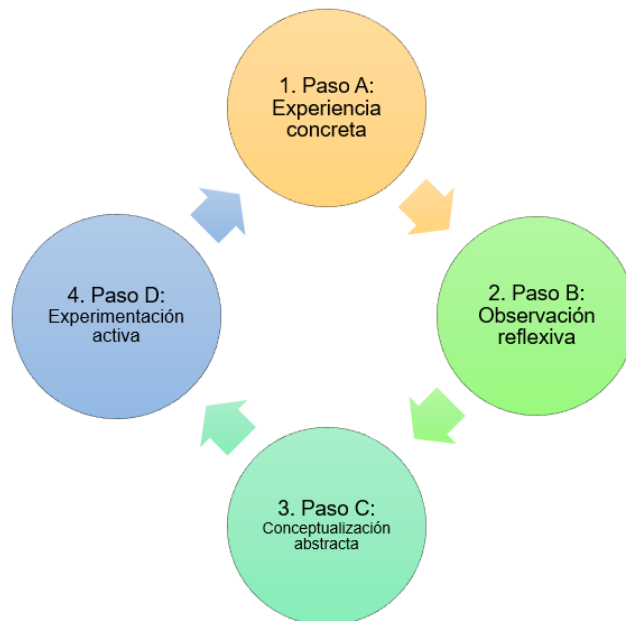


Figura 4. Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb. Adaptación de Kolb, 1984

Así mismo, Kolb propuso un el ciclo de aprendizaje, llamándolo aprendizaje experiencial ya que la experiencia es la clave para el aprendizaje y su desarrollo. En este ciclo para que cualquier forma de aprendizaje sea concretada se requiere de cuatro procesos. Este modelo de Kolb es útil porque en lugar de intentar identificar un estilo de aprendizaje, proporciona un programa de aprendizaje modelo (Kolb, 1984).

- 1. Experiencia concreta (como sentimiento):** representa una experiencia activa donde el alumno pueda tener en una sesión de clase específica o un experimento de laboratorio. Este paso (A) representa el aprendizaje de experiencias específicas que incluyen ser sensible a los sentimientos de otras personas.
- 2. Observación reflexiva (observación):** el alumno echa un vistazo a esa experiencia en particular y hace muchas preguntas sobre la experiencia antes de emitir un juicio. En este paso (B), el alumno se aleja de la experiencia, la observa y reflexiona sobre ella. Esto puede implicar notar similitudes o diferencias, patrones o resultados de ciertas acciones;
- 3. Conceptualización abstracta (pensamiento):** Paso C: Basado en sus observaciones, seguido por la conceptualización abstracta, en la cual el alumno intenta conceptualizar lo que se ha observado en una teoría sobre lo observado.
- 4. Experimentación activa (hacer):** Paso D, el alumno luego aplica este principio o generalización para ver si es cierto. El aprendizaje experiencial es cuando el más delgado planea cómo probar el modelo que ha conceptualizado.

El paso D conduce a otra experiencia concreta y el proceso sigue y sigue para crear más aprendizaje nuevo. El alumno vuelve a hacer nuevas observaciones y reflexiones y, basándose en ellos, reformula el principio y lo aplica nuevamente. El modelo de Kolb podría verse como un proceso cíclico, ya que el círculo se repite, pero cada vez en un nivel más refinado o sofisticado debido al conocimiento adicional obtenido del círculo anterior. Dependiendo de la situación, los alumnos pueden ingresar al ciclo de aprendizaje en cualquier momento y aprenderán mejor la nueva tarea solo si completan cuatro etapas del ciclo. Kolb vio el proceso de aprendizaje como un contexto de personas moviéndose entre los modos de experiencia concreta y conceptualización abstracta, y observación reflexiva y experimentación activa. Por lo tanto, la efectividad del aprendizaje depende de la capacidad de equilibrar estos modos, que Kolb vio como actividades opuestas que mejor promueven el aprendizaje (Kolb, 1999).

En base a esto, Kolb propuso seis características del aprendizaje experiencial:

1. El aprendizaje debe esclarecerse mejor como un proceso, no en términos de resultados.

2. El aprendizaje es un proceso continuo basado en la propia experiencia del alumno.
3. El aprendizaje requiere la resolución de conflictos entre modos de adaptación al mundo dialécticamente opuestos.
4. El aprendizaje debe tomarse como un proceso holístico de adaptación al mundo.
5. El aprendizaje implica interacciones entre el alumno y el entorno donde tiene lugar el aprendizaje.
6. El aprendizaje es un proceso de creación de conocimiento resultante de la relación entre el conocimiento social y el conocimiento personal.

2.8 Aprendizaje conceptual

El *saber qué* o conocimiento declarativo ha sido una de las áreas de contenido más privilegiadas dentro de los currículos escolares de todos los niveles educativos (Díaz-Barriga, 2002). Este tipo de saber es fundamental en todas las asignaturas o cuerpos de conocimiento disciplinar, porque constituye el entramado fundamental sobre el que éstas se estructuran.

Como una primera aproximación, podemos definir el *saber*, como aquella competencia referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios. Algunos han preferido denominarlo conocimiento declarativo, porque es un saber que se dice, que se declara o que se conforma por medio del lenguaje. Dentro del conocimiento declarativo puede hacerse una importante distinción taxonómica con claras consecuencias pedagógicas: el conocimiento factual y el conocimiento conceptual (Pozo, 1992).

El conocimiento factual es el que se refiere a datos y hechos que proporcionan información verbal y que los alumnos deben aprender en forma literal o "al pie de la letra". Algunos ejemplos de este tipo de conocimiento son los siguientes: el nombre de las capitales de los distintos países de Sudamérica, la fórmula química del ácido sulfúrico, los nombres de las distintas etapas históricas de nuestro país, los títulos de las novelas representativas mexicanas del siglo actual, etcétera.

El conocimiento conceptual es más complejo que el factual. Se construye a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características definitorias y las reglas que los componen.

Podríamos decir que los mecanismos que ocurren para los casos del aprendizaje de hechos y el aprendizaje de conceptos son cualitativamente diferentes. El aprendizaje factual se logra por una asimilación literal sin comprensión de la información, bajo una lógica reproductiva o memorística y donde poco importan los conocimientos previos de los alumnos relativos a información a aprender; mientras que en el caso del aprendizaje conceptual ocurre una asimilación sobre el significado de la información nueva, se comprende lo que se está aprendiendo, para lo cual es imprescindible el uso de los conocimientos previos pertinentes que posee el alumno.

Por desgracia, las condiciones habituales en que ocurre el aprendizaje factual en nuestras instituciones educativas se vinculan tanto con materiales de aprendizaje que poseen un escaso nivel de organización o significatividad lógica, como con la existencia de una disposición motivacional o cognitiva orientada hacia el aprendizaje repetitivo.

Hay que destacar que las prácticas de evaluación del aprendizaje frecuentemente predeterminan esta situación: generalmente el alumno sabe que el examen que le van a aplicar consiste en preguntas que miden su memoria y, en consecuencia, sus conductas de estudio se orientan a la memorización sin significado.

No obstante, cuando el profesor quiera promover el aprendizaje de contenidos declarativos, es posible crear condiciones para que el alumno practique el recuerdo literal y memorice los datos o hechos a través del repaso, la relectura u otras actividades parecidas, tratando de fomentar una memorización significativa y vinculando la información factual entre sí y con otro tipo de contenidos.

Para promover el aprendizaje conceptual es necesario que los materiales de aprendizaje se organicen y estructuren correctamente, lo cual les provee de una riqueza conceptual que pueda ser explotada por los alumnos. También es necesario hacer uso de los conocimientos previos de los alumnos y hacer que estos se impliquen cognitiva, motivacional y efectivamente en el aprendizaje. El profesor debe planear actividades donde los alumnos tengan oportunidades para explorar, comprender y analizar los conceptos de forma significativa, ya sea mediante una estrategia expositiva o por descubrimiento.

2.9 El aprendizaje de la genómica

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).

El ADN es una biomolécula que se encuentra dentro del núcleo de la célula en organismos eucariotas como hongos, plantas y animales o bien se encuentra desnudo en el citoplasma de las células bacterias y arqueas que pertenecen al dominio procariota.

Esta molécula es tan importante ya que no solo nos da información de nuestra herencia, sino que contiene las instrucciones genéticas que da la información de cómo funciona una célula, cuando ésta se tiene que dividir y básicamente como somos como organismo.

El ADN consiste en dos cadenas que se enrollan entre sí, para formar la estructura de una doble hélice. Esta molécula almacena un código genético compuesto por cuatro bases químicas conocidos como nucleótidos los cuales son adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T), cuyo orden y/o secuencia determina la información a expresar, es decir al igual que las letras de un alfabeto acomodado en cierto orden van a formar palabras y oraciones, estos cuatro nucleótidos van a formar secuencias de genes que serán expresados en función de las necesidades de la célula y del organismo en sí.

El estudio y entendimiento del ADN son claves para comprender fenómenos vitales que ocurren en los organismos vivos y su relación evolutiva. Por lo tanto, las secuencias nucleotídicas de cada genoma aportan tal nivel de información, que son necesarias una serie de técnicas y estrategias capaces de abordar su estudio detallado, a esta rama de la ciencia se le conoce como genómica.

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 este 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).

La genómica se refiere al estudio del genoma completo, de todos los genes que se encuentran en un organismo, en contraste con otras ramas de la biología como la genética la cual estudia genes de forma individuales.

La genómica es dividida en tres áreas de estudio:

1. La genómica estructural que comprende el estudio del contenido y organización, buscando la descripción de que hay en el genoma.
2. La genómica comparativa que precisamente compara la estructura y organización de diferentes organismos emparentados o no evolutivamente.
3. La genómica funcional que analiza el funcionamiento del genoma, describiendo bajo que circunstancias un gen es expresado o no, así como considerar técnicas moleculares para su estudio.

Las tres ramas de la genómica han sido declaradas unidades de aprendizaje obligatorias de la carrera de Licenciado en Biotecnología Genómica (LBG) de la Facultad de Ciencias Biológicas, cuyos aprendizajes suelen ser abstractos, pero sumamente importantes y necesarios para el proceso educativo de los estudiantes de esta licenciatura, pues los alcance de la genómica son tanto que va

desde comprender como evolucionan los genomas hasta el desarrollo de nuevos fármacos y vacunas.

Sin embargo, el poder materializar conceptos clásicos de genómica resulta complicado para los estudiantes, lo abstracto que puede ser una definición. Por ejemplo, el concepto de un dominio estructural de un genoma.

Por definición un dominio estructural es definido como las zonas o puntos de unión del ADN a la matriz nuclear, para poder entender este concepto tenemos que entender diferentes aspectos como la importancia de este dominio, estructuralmente ¿Qué se encuentra en esa región del genoma que le hace importante?, ¿Qué es el ADN? y ¿Qué es la matriz nuclear? aprendizajes que, si no son dominados previamente por el estudiante, difícilmente será significativo en su aprendizaje.

2.12 Constructivismo y Tecnología

La asimilación del conocimiento y la acomodación son características fundamentales del constructivismo; ya que, mediante la asimilación, un alumno incorpora nuevo conocimiento como nuevas ideas y les otorga un lugar junto a las ya existentes, creando así nuevos enfoques y seleccionando lo que considera relevante. Cabe destacar que estos mismos principios constructivistas son aplicables en la tecnología.

La tecnología juega un papel esencial en la teoría constructivista, ya que la tecnología y el constructivismo son empleados para facilitar la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos. Por lo tanto, debido al creciente número de herramientas tecnológicas, ha incrementado la atención en estrategias constructivistas. Esto en gran parte el empoderamiento de los estudiantes con un fácil acceso a información relevante que fomenta su aprendizaje (Mann, 1994). Por lo tanto, la tecnología ha brindado grandes cambios evolutivos en la educación agilizando cambios en los métodos de enseñanza, ante esto los profesores no tendrán más remedio que adaptarse y utilizar estas herramientas para enseñar (LeBaron y Bragg, 1994).

2.12.1 La tecnología como herramientas cognitivas

La visión cognitiva constructivista del aprendizaje sostiene que un alumno activo y reflexivo construye conocimiento personal a través del descubrimiento y la exploración en un entorno de aprendizaje receptivo. (Nanjappa y Grant, 2003).

Puesto que la tecnología es considerada parte integral de la actividad cognitiva, la formación de un estudiante no sucede de forma aislada, sino en la actividad en el entorno, es decir, la actividad digital enfocada y contextualizada es lo que focaliza el proceso de construcción del conocimiento, la cual estará dirigida a crear un mundo que tenga sentido para nosotros, que sea adecuado para nuestro funcionamiento cotidiano.

Por lo tanto, el alumno debe estar en un estado continuo de aprendizaje utilizando las oportunidades disponibles para ponerse al día con los cambios tecnológicos (Lajoie, 2000). La visión tradicional de las tecnologías como impulsores del conocimiento académico es reemplazada por el papel activo de los estudiantes en el aula constructivista (Nanjappa y Grant, 2003). Los estudiantes también se convierten en diseñadores de su propio conocimiento mediante la recopilación de datos y su transmisión a otros (Jonassen y Reeves, 1996). En un entorno constructivista que se apoya en el uso de la tecnología, los alumnos descubren nuevos datos mediante la aplicación del uso de motores de búsqueda para transformar esta información en material de fácil lectura (Jonassen, Carr y Lajoie, 2000).

2.13 Entornos virtuales para el aprendizaje

Según Adell Segura et al. (2019), los Entornos virtuales de aprendizaje (EVA) son aplicaciones informáticas que facilitan la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, ya sea totalmente a distancia, presencial o mixta. Siendo de gran relevancia en el contexto actual de la educación, ya que estas plataformas digitales permiten a los estudiantes acceder a una gran cantidad de información de manera rápida y sencilla; pues a través de internet, se pueden encontrar recursos educativos como libros, artículos, videos, presentaciones, entre otros, que facilitan el aprendizaje y enriquecen la experiencia académica. Esto es especialmente relevante en un mundo cada vez más digitalizado, donde el acceso a la información se ha convertido en una habilidad fundamental (Garay et al., 2021).

Los entornos virtuales de aprendizaje se pueden clasificar en diferentes categorías según sus características y funcionalidades. A continuación, presentamos las principales clasificaciones de los entornos virtuales de aprendizaje.

Entornos sincrónicos

Los entornos virtuales de aprendizaje sincrónicos se caracterizan por permitir la comunicación e interacción en tiempo real entre los participantes (Elías et al., 2021). Estos entornos facilitan la realización de actividades grupales, tales como debates, discusiones y proyectos colaborativos, al permitir que los usuarios se conecten simultáneamente y se comuniquen a través de herramientas como videoconferencias, chats y pizarras virtuales. Asimismo, promueven la inmediatez en la retroalimentación y respuesta, ya que los participantes pueden interactuar en tiempo real con el docente o con sus compañeros.

Los entornos sincrónicos, además, suelen contar con funciones de registro y grabación, lo que permite acceder a la información posteriormente y utilizarla como material de estudio o repaso (Lascano et al. 2024).

Entornos asincrónicos

Los entornos virtuales de aprendizaje asincrónicos son aquellos en los que los participantes no interactúan en tiempo real, sino que lo hacen de manera diferida, permitiendo a los usuarios acceder a los materiales y recursos de aprendizaje en cualquier momento y desde cualquier lugar. A diferencia de los entornos sincrónicos, en los asincrónicos no es necesario que los participantes estén conectados al mismo tiempo para colaborar o participar en actividades. Esto los hace especialmente adecuados para la realización de trabajos individuales, la autoevaluación y el estudio independiente (Maldonado Mangui et al. 2020).

Entornos mixtos

Los entornos virtuales de aprendizaje mixtos combinan características de los entornos sincrónicos y asincrónicos, ya que estas plataformas ofrecen la posibilidad de interactuar tanto en tiempo real como de manera diferida, proporcionando flexibilidad y adaptabilidad.

Los entornos mixtos permiten que los participantes combinen actividades colaborativas en tiempo real con la posibilidad de acceder a recursos y materiales de aprendizaje en cualquier momento (Burgos, 2021). Esta combinación de características mejora la interacción y la diversidad de opciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo así una experiencia educativa más completa y personalizada. Esto unifica las dos modalidades. Además, crea herramientas para desarrollar actividades síncronas y asíncronas, administrar los recursos de aprendizaje, administrar a quienes participan e integrar sistemas de seguimiento y evaluación para monitorear el progreso de los estudiantes.

Morales et al. (2021), definen los EVA como espacios de aprendizaje controlados por las TIC que simulan en tiempo real los contenidos que se imparten en un aula presencial. Esto facilita una variedad de condiciones técnicas para la creación de estrategias interactivas y el desarrollo colaborativo del conocimiento. Por su parte, Naveda (2022) afirma que los EVA tienen como objetivo facilitar el enriquecimiento de las metodologías de enseñanza en los diversos niveles.

2.12 Laboratorio virtual

En términos más generales, un laboratorio virtual (LV) se define como un espacio de trabajo digital y electrónico para la colaboración y la experimentación a distancia en la investigación u otra actividad creativa, para generar y entregar resultados utilizando tecnologías de información y comunicación distribuidas (Rauwerda, Roos, Hertzberger et al., 2006).

Esencialmente, estas modalidades hacen uso de contenidos en red para proporcionar un entorno de aprendizaje inmersivo de visualizaciones, gráficos y aplicaciones interactivas.

El término LV se utiliza es empleado de diferentes maneras y la mayoría de las veces forma imprecisa entre los desarrolladores de *software* que desean atraer a los educadores a su uso. El concepto generalizado engloba diversas categorías (Borgman et al., 2008; Nedic, Machotka, & Nafalski, 2003). Entre las que destacan las simulaciones y los laboratorios virtuales.

Cabe destacar que tanto los conceptos entornos y laboratorios virtuales son utilizados de manera similar, sin embargo, describen diferentes ambientes para el aprendizaje. Tal como se mencionó, los entornos virtuales son espacios digitales que pueden representar una amplia gama de

escenarios, desde mundos interactivos de juegos hasta plataformas de aprendizaje en línea. Estos entornos ofrecen a los usuarios la posibilidad de interactuar, colaborar y explorar entornos simulados de una manera flexible y dinámica.

Por otro lado, los LV están diseñados específicamente para replicar experiencias prácticas, principalmente experimentos científicos o simulaciones técnicas, en un entorno digital. A diferencia de los entornos virtuales, que pueden tener propósitos diversos, los laboratorios virtuales se centran en la educación y la formación, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de realizar prácticas de laboratorio de manera segura y eficiente.

Así mismo, las simulaciones contienen ciertos elementos de los experimentos de laboratorio, pero son utilizados principalmente para las visualizaciones y están disponibles en línea, frecuentemente son denominan simulaciones clásicas y ciber laboratorios. Por otra parte, están los LV que intentan representar los experimentos de laboratorio con la mayor fidelidad posible, mediante la adquisición de habilidades de indagación.

2.12.1 Laboratorios virtuales como estrategia didáctica

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, y estos constituyen una alternativa complementaria que otorga ventajas para el aprendizaje de las ciencias; tales como: la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro, se puede realizar trabajos individuales y grupales. Asimismo, se pueden aplicar para demostrar procesos o sucesos que tardan mucho tiempo en ocurrir, como en los casos donde se quiera demostrar el comportamiento en el crecimiento de plantas o cultivos, los bioprocesos e incluso los estragos de los cambios ambientales. Por otra parte, estos laboratorios pueden emplearse para capacitar y adiestrar a los individuos en el uso de equipos.

La idea general de incorporar los LV en el proceso educativo de las ciencias naturales es fomentar en los estudiantes la adquisición de habilidades necesarias para realizar las prácticas en el laboratorio real, ya que tienen la oportunidad de repetir las prácticas virtuales tantas veces como

lo consideren necesario. Sin embargo, no todos los LV pueden brindar estas habilidades, pues solo al menos para las ciencias biológicas son contados este tipo de LV.

De esta manera, se promueve la autoevaluación, el estudio independiente y además contribuye al ahorro de recursos y cuidado del medio ambiente. “El término estrategia refiere a un sistema de planificación aplicable a un conjunto articulado de acciones para llegar a una meta” (Fautopo, 2009).

2.12.2 Importancia de los laboratorios virtuales

Como función pedagógica principal, los LV permiten obtención del aprendizaje conceptual ya que permite el asimilar conceptos, leyes y fenómenos sin la necesidad de invertir en una costosa infraestructura, así como esperar largos periodos de tiempo (Velasco, Arellano, Martínez et al., 2013).

El deseo de implementar LV nace de una combinación de la teoría del aprendizaje social constructivista y el aprendizaje experiencial, ya que los constructivistas sugieren que el uso de tareas y herramientas auténticas puede ser empleados para evitar conceptos erróneos debido a simplificaciones inapropiadas (Duffy y Jonassen, 1992).

La complejidad desafía los modelos mentales de los estudiantes de una manera exigente y motivadora. Los estudiantes desarrollan confianza en sí mismos y perciben el progreso en la construcción del conocimiento colectivo (Koschmann, 1995).

Podemos concluir que los laboratorios virtuales son herramientas adecuadas para el apoyo del aprendizaje constructivista si estos:

1. Llevar autenticidad.
2. Hacer que las herramientas de investigación sean fáciles de compartir con la complejidad.
3. Visualice datos complejos para promover la colaboración de información.
4. Apoyar la comunicación mediada por computadora.

2.12.3 Conceptos, tipos de laboratorios y sistemas de realidad virtual.

Definición de términos

Infraestructura: el término "infraestructura" en este contexto no se refiere necesariamente a equipos de cómputo, sino a las personas, el espacio, el *hardware* y el *software* de comunicación (Blinco et al., 2004). Los elementos de una infraestructura de LV incluyen: las personas que trabajan en ellos, las computadoras, el edificio en el que se encuentran los laboratorios, las conexiones de red, así como el hardware y software que hacen que el sistema funcione sin problemas para que los estudiantes realicen sus laboratorios.

Aprendizaje en línea: El aprendizaje en línea se refiere a: capacitación basada en la web, *e-learning*; aprendizaje distribuido; Aprendizaje basado en Internet; instrucción basada en la web; aprendizaje cibernético; aprendizaje virtual o aprendizaje basado en la red (Urdan y Weggen, 2000, citado en Keengwe y Kidd, 2010). Consiste en una amplia gama de aplicaciones de tecnología informática y procesos de aprendizaje, entre los que se encuentran: aprendizaje basado en computadora; aprendizaje basado en la web; aulas virtuales; y colaboraciones digitales (Keengwe y Kidd, 2010; Paulsen, 2002).

Laboratorio físico *in situ*: un edificio o sala equipada para realizar investigaciones científicas o para enseñar ciencias prácticas donde los estudiantes pueden realizar sus experimentos en tiempo real.

Instrucción virtual: la instrucción virtual es cuando un curso se imparte únicamente en línea o cuando los componentes de la instrucción presencial se imparten en línea, como con *Scholar* y otros sistemas de gestión de cursos. La instrucción virtual incluye la transmisión digital de materiales de clase al estudiante.

Laboratorio virtual: Un laboratorio virtual es un entorno interactivo para crear y realizar experimentos simulados que abarcan archivos de datos, las herramientas que lo hacen funcionar. En términos generales, un laboratorio virtual es un entorno informático donde los estudiantes trabajan con un aparato experimental u otras actividades mediante el uso de un medio informático.

Escuela virtual o escuela a distancia: se refiere a una institución que no está limitada a "ladrillo y cemento". Todos los servicios y cursos para estudiantes se llevan a cabo a través de la tecnología de Internet. La escuela virtual se diferencia de la escuela tradicional por el medio físico que vincula a administradores, profesores y estudiantes (Clark, 2001).

Las realidades virtuales se pueden dividir en tres grupos: Sistemas inmersivos, no inmersivos e híbridos.

Sistema inmersivo de realidad virtual

Un sistema de realidad virtual inmersiva es aquel en el que el usuario se sumerge en las actividades del mundo virtual con imágenes generadas por computadora.

Sistema de realidad virtual no inmersivo

En este sistema, el usuario es consciente del mundo real y puede observar el mundo virtual con la ayuda de un dispositivo de visualización, como una estación de trabajo de computadora. En este entorno, el usuario puede navegar por el entorno virtual mediante el uso de dispositivos como un *mouse* de computadora que permite la interacción con los dispositivos que se utilizan (Vince, 1995; Bowman et al., 2008).

Sistema de realidad virtual híbrido

En este sistema se funciona el espacio del mundo real y del espacio virtual, integrando los objetos virtuales generados por computadora en el mundo físico y los convierte en una parte igual del entorno natural. El sistema híbrido brinda al usuario ver el mundo real con imágenes virtuales superpuestas sobre su vista (Vince, 1995; Retik et al., 2002).

Realidades virtuales como herramienta de formación

La realidad virtual (RV) se refiere al uso de entornos simulados interactivos llenos de imágenes generadas por computadora que responden a los movimientos humanos para permitir a los usuarios participar en actividades similares a las que harían en el mundo real (Weiss, Kizony, Feintuch y Katz, 2006). La realidad virtual también se ha definido como la experiencia humana de observar y relacionarse con la ayuda de sensores y ayudas visuales con un entorno simulado, y con objetos

simulados en él, haciendo que el usuario sienta su presencia en el entorno virtual a través de un medio de comunicación. actuando como si fueran reales (Null y Jenkins, 1993; Riva, 2007). El principal objetivo de las realidades virtuales es intentar crear una ilusión para que el usuario piense que se encuentra en un entorno tangible con suficiente interactividad y comodidad (Gutiérrez, Vexo y Thalmann, 2008).

2.13 Tendencias actuales en el aprendizaje virtual

El uso herramientas tecnológicas de *e-learning* se ha vuelto una tendencia cada vez más popular, pues cada vez más personas pueden crear su propio contenido educativo para posteriormente emplearlo para su aprendizaje, así como para enseñar a otros. Algunas de estas tendencias incluyen la aplicación de tecnologías para juegos, aplicaciones para teléfonos móviles y la miniaturización de contenidos educativos y colaboraciones en redes sociales.

Aplicaciones móviles

Con la fácil accesibilidad que tienen los dispositivos móviles, la industria del *e-learning* también ha buscado crear o mejorar el uso de sus softwares con la finalidad de ampliar sus mercados. Lo bueno de los dispositivos móviles llamase: teléfonos inteligentes, laptops y tabletas es que son fáciles de transportar y convenientes debido a su acceso directo a recursos de aprendizaje en línea, esto los hace convenientes para los usuarios (Schofield, West y Taylor, 2011).

Las propias características de los dispositivos móviles han llevado a las organizaciones de *e-learning* el desarrollo de contenido que sea compatible con los dispositivos móviles, esto se ha logrado mediante la creación de aplicaciones móviles, a son popularmente denominadas “apps”, estas son fáciles de descargar en teléfonos inteligentes o bien en una tableta, replicando así lo que una computadora en casa puede hacer. Por lo general, estas apps tienen la particularidad que son fáciles de usar y explorar, además de ser visualmente agradables de tal forma que el usuario con confianza de usarlas. Dado a esto, la creciente expansión de estas apps continuará la evolución hacia nuevas formas de aprendizaje (West y Paine, 2012).

Gamificación

La gamificación o bien actividades lúdicas es la integración de la dinámica del juego y contenido “aprendizajes esperados”, con el fin de impulsar la participación activa de los estudiantes. Al igual que con los dispositivos móviles, el uso de juegos para la educación también ha ganado mucha popularidad en la comunidad de *e-learning* (De Freitas, 2006).

La palabra gamificación se empleada recurrentemente para describir el uso de juegos en las lecciones, puede o no significar el uso de juegos físicos y/o reales, más bien suelen emplearse su significado para describir uso de la técnica del juego para promover y mejorar el aprendizaje.

Esta técnica aprovecha de una forma exitosa el deseo natural de las personas por competir y por lo tanto ganar, lo que lo hace adecuado para introducir los conocimientos básicos necesarios que se deseen consolidar, o bien como una forma de mejorar el estudio y motivar a los estudiantes. Con los juegos, los desarrolladores de capacitación han podido aplicar diferentes técnicas de juego según se requiera en sus temas o lecciones.

La motivación puede ser o no adjudicada al recibir recompensas como puntos e insignias, o bien al mostrar su desempeño y progreso a sus compañeros, lo que a su vez provoca la motivación de sus compañeros para participar.

2.13.1 Beneficios asociados con el aprendizaje virtual

Hay varios beneficios diferentes asociados con el aprendizaje virtual. Estos incluyen: (a) flexibilidad, (b) colaboración, (c) ampliar el acceso de recursos educativos, (d) brindar oportunidades de aprendizaje de alta calidad, (e) permitir opciones educativas y (f) lograr eficiencia administrativa.

Flexibilidad

A diferencia del tipo de aprendizaje efectuado en el aula de clases física, el aprendizaje virtual proporciona una serie de oportunidades educativas diferentes tanto para el alumno como para el docente y uno de los principales beneficios es la flexibilidad ya que tanto docente como estudiante pueden estar en diferentes espacios según sus necesidades, además de no existir la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, basta con hacer un clic para ingresar al aula virtual.

Colaboración

De manera similar al trabajo en grupo en el aula, el aprendizaje virtual también brinda oportunidades para que los estudiantes aprendan en grupos, lo que los convierte en participantes más activos en el aprendizaje a medida que se involucran en actividades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Brindley, Blaschke y Walti, 2009). La colaboración en el entorno de aprendizaje virtual permite la participación en debates y sesiones de resolución de problemas. Los resultados de tales discusiones pueden llevar a la propiedad compartida entre los alumnos en contraposición a la propiedad de un individuo en particular (Brindley, Blaschke y Walti, 2009).

Acceso de recursos educativos

Se ha vuelto cada vez más sencillo el acceso ilimitado de recursos e información al conectarse a internet, pues los estudiantes aprenden a buscar el material necesario relevante en las diferentes bases de datos. Esto permite que los alumnos poder cumplir son sus deberes de aprendizaje además de tener la oportunidad de superar los obstáculos que se ameritan por las ubicaciones situaciones geográficas y económicas (Barbour y Reeves, 2009).

Eficiencia administrativa

El aprendizaje virtual ha agregado una nueva dimensión a la eficiencia administrativa. Los horarios de trabajo flexibles y el desempeño eficiente de las tareas ahora son posibles para las personas involucradas en la administración de sistemas de gestión de aprendizaje virtual porque pueden monitorear las actividades de los estudiantes e instructores a medida que ocurren y luego brindar soluciones a los problemas casi de inmediato cuando surgen (Barbour y Reeves, 2009).

2.14 Desafíos asociados con el uso de laboratorios virtuales

Algunos de los desafíos asociados con el aprendizaje en línea que se citan en la literatura incluyen la falta de interacción social (presencia social), inmediatez del instructor, equidad y accesibilidad a la tecnología, estilos de aprendizaje y alto costo del equipo.

Presencia social

La presencia social es un constructo que se relaciona con el grado de contacto interpersonal que existe entre los alumnos y los instructores que se asocia con un aprendizaje cómodo y mejorado

(Lowenthal, 2009; Stodel, Thompson y MacDonald, 2006). Los dos conceptos asociados a la presencia social son el concepto de intimidad y el concepto de inmediatez.

Short, Williams y Christie (1976) sugirieron que la presencia social de un medio de comunicación contribuía al nivel de intimidad que dependía de factores como la distancia física, el contacto visual y la sonrisa. Sin embargo, algunos investigadores (Rovai et al., 2005) sostuvieron que la distancia psicológica en el entorno de aprendizaje en línea provocaba que los estudiantes se sintieran aislados y frustrados y esto, a su vez, conducía a las altas tasas de abandono entre los estudiantes que estaban inscritos en programas en línea.

Por otro lado, Ascough (2007) encontró que la creación de comunidades sociales en línea fomentaba un entorno de colaboración que generaba calificaciones positivas en los cursos y éxito en los cursos en línea.

A partir de las percepciones de falta de presencia social en el aprendizaje en línea, se ha vuelto imperativo que los instructores se centren más en los planes de estudio centrados al alumno, para que estos estén basados en las necesidades de los alumnos y reaccionen a sus necesidades con un alto sentido de inmediatez.

La inmediatez del instructor es una medida de la distancia psicológica que existe entre un comunicador y el objeto de la comunicación (Fazioli, 2009). La inmediatez se puede transmitir mediante el uso de señales verbales, así como señales no verbales (Russo y Benson, 2005) esto con la finalidad de mejorar la presencia social en el aprendizaje en línea debido a la fuerte tendencia de los alumnos a sentir que, su docente no está presente.

Las respuestas inmediatas del instructor a las preguntas que surgen hacen que parezca que el instructor está físicamente presente (Joyce y Brown, 2009). Al estudiar las experiencias de los estudiantes a distancia en línea, Howland y Moore (2002) revelaron que los estudiantes no tenían confianza en sí mismos, no podían averiguar los requisitos de las tareas y sentían la necesidad de ser guiados verbalmente, lo que demostró la necesidad de la instrucción directa del maestro.

Equidad y accesibilidad a la tecnología

Tristemente aún existe una barrera económica para acceder a los recursos de tecnología, así como al acceso a internet, el resultado final será la exclusión de algunos estudiantes durante el curso, un ingrediente con el cual un programa de instrucción virtual no puede tener éxito. Por lo tanto, para tener éxito en el entorno de aprendizaje virtual, tanto los alumnos como los instructores deben tener acceso a la tecnología y al internet (Palloff y Pratt, 2000).

Alto costo de equipo

Así mismo es una realidad que algunos programas virtuales como laboratorios virtuales son costosos, tan costosos que las escuelas encuentran que el aula virtual puede ser más costoso que el salón de clases físico (Staker y Horn, 2012). Aunque los programas virtuales tienen ahorros de costos, como no necesitar edificios físicos, equipos, materiales y otras instalaciones; los ahorros se incrementan con los costos iniciales y continuos de hardware, software, licencias, conectividad a Internet y otros elementos.

2.15 Desafíos para desarrollar e implementar entornos de aprendizaje virtuales

2.15.1 Desafíos asociados con los maestros

Los principales desafíos para desarrollar e implementar entornos virtuales de aprendizaje asociados con los docentes incluyen su resistencia al cambio, la falta de confianza tecnológica y la falta de motivación y compromiso.

Resistencia de los profesores.

En un estudio realizado por McPherson y Nunes (2006) se encontró que una de las principales razones por las que los profesores se resistieron al cambio de la enseñanza tradicional a la enseñanza virtual se debió a que no los incluían en el proceso de toma de decisiones. Pues rara vez se le preguntó a los profesores en el momento de integrar el curso a la enseñanza virtual.

Confianza tecnológica

El éxito de un entorno de aprendizaje virtual depende en gran medida de la confianza que los docentes tengan en su capacidad para usar computadoras y tecnología relacionada. (Ertmer y Ottenbreit-Leftwich, 2010). La confianza del maestro no solo tiene un impacto en la capacidad del

maestro para enseñar en este entorno, sino que también influye en la motivación del estudiante y la confianza en el maestro (Kwofie y Henten, 2011).

Motivación y compromiso.

En 2002, Carlson y Gardio descubrieron que los profesores carecían de motivación y compromiso para utilizar el entorno de aprendizaje virtual cuando se sentían mal preparados para hacerlo. La capacitación de los docentes sobre cómo utilizar este tipo de entorno es esencial para la motivación y el compromiso de los docentes. Esta capacitación debe relacionarse con cómo utilizar la tecnología del entorno de aprendizaje virtual y los diversos métodos, estrategias y técnicas de enseñanza que funcionan en este entorno (Ertmer y Ottenbreit-Leftwich, 2010).

2.15.2 Desafíos asociados con los estudiantes

Los principales desafíos para desarrollar e implementar entornos de aprendizaje virtual asociados con los estudiantes incluyen falta de motivación, financiamiento inadecuado, falta de confianza académica y falta de confianza tecnológica.

Falta de motivación.

La motivación se define como la cantidad de esfuerzo que una persona está dispuesta a realizar para lograr un objetivo en particular (Schaffer, 2008). También es la fuerza responsable de la activación, selección, dirección y continuación del comportamiento (Biehler y Snowman, 1993). Según Williams y Williams (2011), si los estudiantes no están motivados es muy difícil que aprendan y, por lo tanto, su motivación es una parte importante para la implementación exitosa de cualquier tipo de aprendizaje.

La falta de motivación de los estudiantes para tener éxito en el aprendizaje virtual puede deberse a varios factores. Puede provenir de estudiantes que experimentan fallas continuas en el hardware y/o software, al tener que trabajar con computadoras lentas (Zafeiriou, Nunes y Ford, 2001). También puede resultar de la retroalimentación retrasada del maestro con respecto al trabajo en sus asignaciones (Dzakira y Idrus, 2003).

2.16 La integración tecnológica en la práctica docente

La incorporación de la tecnología, no solo en el proceso educativo sino también en nuestra vida cotidiana, ha sido y seguirá siendo una parte importante para la transformación de la sociedad. Esto es debido a que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son las vías de evolución que, a través de las generaciones, su difusión, retroalimentación, apropiación e inclusive replica de ideas que fluyen, co-fluyen e influyen en nuestros comportamientos, conocimientos, experiencias, actitudes y otras cosas, independientemente de la zona geográfica en la que estemos (Díaz et al., 2022).

El incorporar tecnología en la práctica docente no solo como un recurso o herramienta sino como una estrategia para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, debe de ser una necesidad imperativa cuya competencia el profesorado debe dominar mientras que los estudiantes la adquieren e implementan. A través del uso de computadoras y dispositivos electrónicos, así como el uso de herramientas de almacenamiento, transmisión y manipulación de datos, cada día es más sencillo y accesible para el personal de los centros educativos integrar la tecnología educativa en su día a día; pues parte de las problemáticas relacionadas con la falta de tiempo que los docentes pueden llegar a experimentar podrían ser solucionadas al adquirir *softwares* que permitan mejorar la organización de información y la planificación didáctica, lo que podría tener un impacto positivo en los procesos de enseñanza y evaluación.

Diversas investigaciones han demostrado que el uso de herramientas digitales, como las computadoras, ha ayudado a mejorar los puntajes de los estudiantes en pruebas estandarizadas (Farjon et al., 2019), a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creativo, incluyendo la resolución de problemas (Fëdorov, 2006), y a mejorar el autoconcepto y la motivación de los estudiantes (Agredo Tobar y Mulcue, 2013). Sin embargo, aunque cada vez es más común el uso de tecnología en las aulas, es importante detenernos a reflexionar sobre ¿cómo debe ser su integración en los procesos educativos?

Desde el punto de vista técnico y de infraestructura, no existe un protocolo estándar para su uso en las escuelas, ni se han creado estrategias de enseñanza específicas (Bebell et al., 2004). Por lo que la respuesta a esta pregunta dependerá del contexto de cada situación; sin embargo, es

fundamental empezar por desarrollar metodologías adecuadas para las actividades, estrategias y evaluaciones que se presenten, en lugar de limitar la integración de la tecnología como un proceso aislado que solo consiste en un uso básico de programas informáticos o plataformas tecnológicas.

Esto es ambiguo porque algunos académicos clasifican la integración de la tecnología como el uso básico de computadoras en el aula, por ejemplo, el uso de diapositivas y otros recursos digitales para dar clases. De la misma manera en la cual los estudiantes utilizan la tecnología, limitándose a buscar información en Internet. Aunque esto es una práctica recurrente, su uso como herramienta para desarrollar habilidades y/o competencias significativas no es efectivo y no genera cambios en las prácticas ni en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Numerosas voces y estudios han señalado que los docentes suelen utilizar las tecnologías de forma ocasional y, en su mayoría, solo sustituyen los enfoques tradicionales de enseñanza (Frailon et al., 2014). Esto significa que muchas veces no adoptan las tecnologías como herramientas cognitivas para mejorar la calidad de esta (Fullan et al., 2017). En lugar de ello, simplemente transfieren su enfoque de enseñanza analógica al aula mejorada con tecnología, sin aprovechar las posibilidades que ofrece para la enseñanza y el aprendizaje.

Una transformación más significativa sería que los estudiantes diseñaran presentaciones multimedia y recopilaran e interpretaran datos para proyectos, mientras que los docentes crearan simulaciones o laboratorios virtuales para promover y consolidar el aprendizaje (Cuban et al., 2001). De esta manera, la tecnología se convierte en una herramienta para el desarrollo de habilidades y competencias, en lugar de ser simplemente un medio para sustituir la enseñanza tradicional.

2.17 La alfabetización digital como herramienta para el aprendizaje del siglo XXI

Es importante tener en cuenta que las nuevas generaciones, como la Generación Z o Centennials, han crecido conectados a Internet, utilizando desde una edad temprana diferentes dispositivos digitales; razón por la cual son considerados ciudadanos de la era digital. Actualmente, en las aulas se observa una brecha digital generacional, como la describe Marc Prensky (2001), quien acuñó los términos "nativos digitales" y "inmigrantes digitales" para estudiantes y docentes respectivamente.

El término "nativos digitales" hace referencia a las personas a que han crecido de la mano de la tecnología tal cual pulgarcito con habilidades innatas para el entorno digital, que a diferencia de los inmigrantes digitales no han tenido que adaptarse o incorporar la tecnología en sus vidas.

Los nativos digitales emplean las diferentes herramientas digitales de manera diferente a los inmigrantes digitales, ya que la tecnología ha sido parte integral de su vida, manejándola de manera empírica. Por lo que, en contraste, para los inmigrantes digitales, las TIC surgieron de manera repentina y han evolucionado tan aceleradamente que ha llevado a los inmigrantes digitales a la necesidad de aprender a usarlas tomando ya sea de cursos especializados, autoaprendizaje o con la ayuda de terceros; esto ha generado una variedad de emociones, como miedo o frustración, que a menudo los docentes deben enfrentar (Hernández y Hernández et al., 2014).

Por consiguiente, si hablamos de una integración tecnológica mediante el uso de diapositivas, no estamos innovando las estrategias de enseñanza, estamos cayendo en una metodología tradicional donde, en lugar de un pizarrón, utilizamos un proyector y, en lugar de realizar una búsqueda en un libro de texto, el estudiante utiliza fuentes como *Wikipedia* para hacer sus investigaciones, por lo tanto, no estamos transformando la educación, pues la metodología sigue manteniéndose sin cambios y sin desarrollo de competencias digitales por parte de docentes y alumnos.

La alfabetización es un concepto y una práctica social que va a depender del contexto cultural y generacional, en consecuencia, hemos de interpretarlo como un concepto dinámico y dialéctico (Area, 2014). Por lo que hablar de alfabetización digital es centrarnos en habilidad al manejar, interactuar y comprender la cultura digital.

En un contexto educativo, la alfabetización digital se ha interpretado como la forma en la que docentes y estudiantes acceden y utilizan la tecnología. Cristóbal Cobo (2011), señaló que el alfabetismo digital, es la capacidad de aplicar conocimientos y habilidades, en áreas clave, para analizar, razonar y comunicarse de manera efectiva mientras se examinan, interpretan y resuelven problemas en diversas situaciones y que, frente al analfabetismo, la creación de contenidos de valor y la distribución del conocimiento, es esencial, considerando tres flujos básicos de información: creación de contenidos; distribución y consumo.

La alfabetización digital puede facilitar a los docentes la colaboración de recursos y estrategias de enseñanza, no solo entre el mismo personal académico de su instituto, sino del mundo, lo que a su vez permite la constante innovación de técnicas de enseñanza, así como el utilizar herramientas para el análisis de datos que permitan evaluar el progreso del estudiante e inclusive el empleo de entornos virtuales para llevar un proceso de evaluación formativa donde se proporcione retroalimentación en tiempo real para los estudiantes.

Moore (2010) innovó un modelo en donde los nativos digitales se especializan en la búsqueda y presentación de contenidos mediante el uso de la tecnología, mientras que los inmigrantes digitales guían a los estudiantes, proporcionándoles preguntas y contextos que a través de la coasociación permitieran el aprendizaje. En un paradigma constructivista, se logra el cometido de este modelo, pues el docente es el facilitador del conocimiento y el estudiante es quien lo construye. Sin embargo, emplear este modelo en nuestra época actual sería desaprovechar todas las herramientas tecnológicas a nuestro alcance, pues lo transformador sería crear los contenidos.

En este sentido, los docentes deben estar preparados para enseñar a sus estudiantes a desenvolverse en este entorno digital y para ello, es necesario que ellos mismos sean competentes digitalmente, no solo para conocer las herramientas digitales o *softwares* disponibles, sino para hacer de la enseñanza un proceso innovador a través de la creación de entornos digitales (Rodríguez et al., 2021).

El objetivo de generar un entorno virtual es la comprensión de conceptos abstractos mediante la interacción y exploración de los contenidos educativos digitalizados. La ventaja de estos entornos virtuales es que es posible adaptarla a las necesidades y preferencias de los estudiantes y para garantizar así su aprendizaje.

2.18 La formación en tecnología: clave para el desarrollo de competencias digitales en el profesorado.

En la búsqueda por analizar el tema de la alfabetización y la competencia digitales, es importante tener en cuenta que, aunque el término "alfabetización digital" se utiliza globalmente, en el contexto latinoamericano puede llegar a ser empleada de manera similar al término

"competencia digital", sin embargo, aunque ambos términos sean indiscriminadamente usados, cabe destacar que no tienen el mismo significado ni nivel de abstracción (Huerta Soto et al., 2022).

La alfabetización digital es el principio hacia la competencia digital, y se establecen tres niveles de competencias digitales propuestos en el 2019 por la UNESCO: 1) alfabetización digital, 2) profundización de conocimientos y 3) gestión eficiente del conocimiento.

Las competencias digitales han evolucionado de ser deseables a ser obligatorias, especialmente para el profesorado universitario (Terreni y Vilanova, 2019). Sin embargo, se ha identificado una falta de formación en TIC y competencias digitales en este ámbito (Quezada et al., 2020). En ese sentido, la formación adecuada puede ser clave para que los profesores se adapten a las exigencias de la era digital y puedan desenvolverse eficazmente en un entorno cada vez más tecnológico (Lund et al., 2014).

Las competencias digitales que un docente debe adquirir para considerarse alfabetizado digitalmente pueden variar según el perfil que se esté buscando en la institución; quizá el nivel más básico y necesario radica en el manejo de las herramientas informáticas básicas de *office* que representa el uso de hojas de cálculo, creación de presentaciones, manejo de correo electrónico, etc. Sin embargo, hoy se busca que el profesorado sea capaz de: 1) Buscar, seleccionar y evaluar información en línea de manera crítica; 2) Habilidad para crear y compartir contenidos digitales de manera creativa y responsable (por ejemplo, usando plataformas y herramientas multimedia); 3) Capacidad para utilizar dispositivos y aplicar herramientas digitales en la gestión y organización del aula, como plataformas virtuales de aprendizaje y herramientas de gestión de tareas y proyectos.

Gracias a los avances tecnológicos y el acceso libre a la información, se ha logrado adoptar una metodología constructivista en la pedagogía. Los estudiantes tienen un papel más activo, mientras que el docente ha dejado de ser la figura central de la enseñanza en el aula para convertirse en un facilitador o guía del aprendizaje. El docente ya no es solo el generador de conocimientos, sino también el encargado de refutar posibles falacias que puedan surgir de una mala comprensión o información errónea que puede surgir tras la educación informal disponible fuera del aula.

Por lo tanto, los maestros deben adquirir las habilidades necesarias para guiar a los alumnos en el uso de las bases de información y conocimiento adecuadas, así como también proporcionar acceso y destrezas para generar propios recursos. Además, deben promover y potencializar el rol activo en un proceso de aprendizaje autodirigido, en un contexto de aprendizaje abierto, sin descuidar el asesoramiento y gestión del ambiente de aprendizaje en el que los alumnos estén utilizando estos recursos, pues el docente deberá guiar a los alumnos en el desarrollo de experiencias colaborativas y dar seguimiento al progreso del estudiante mediante la retroalimentación constante que pueda ofrecer oportunidades reales para la construcción del conocimiento.

2.19 La brecha digital durante el proceso de enseñanza.

Fullan (2007) destaca que la formación educativa a menudo se enfoca en hacer cambios para el profesorado en lugar de con ellos. Aunque los maestros son vistos como agentes de cambio en la educación, la verdadera transformación ocurre a nivel de las instituciones educativas donde trabajan. Esto se debe a que la efectividad del uso de herramientas digitales por parte de estudiantes y maestros depende de la cantidad de computadoras disponibles y del acceso a Internet en las escuelas.

La falta de recursos e infraestructura también contribuye a que la integración tecnología no lleve a cabo de manera efectiva, por lo que se debe garantizar que los profesores tengan acceso a recursos adicionales, como apoyo técnico y financiero, para integrar efectivamente la tecnología en su práctica. Asimismo, se debe asegurar que las TIC estén disponibles de manera equitativa, ya que resulta una condición básica para reducir otro tipo de brecha digital. Pues se estima que solo un tercio de la población tiene acceso al internet lo que evidencia que existe una brecha más digital que generacional.

La pandemia del COVID-19, por ejemplo, evidenció la desigualdad en el acceso y el uso de las TIC. Desde un panorama optimista, era sorprendente pensar lo que una red wifi pudo llegar a hacer no solo por educación (Casal Otero et al., 2021), pues las TIC se convirtieron en esas herramientas esenciales para la educación a distancia, el trabajo remoto, atención médica virtual y conectividad social. Sin embargo, aquellos que no tuvieron acceso a los servicios digitales como internet, computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes se vieron privados de estas herramientas.

Por consiguiente, la brecha digital ocasionada por la pandemia puso en evidencia la necesidad de un acceso equitativo a la tecnología y la importancia de la alfabetización digital.

Por otra parte, el aprovechamiento académico mediado por tecnología depende del tipo de actividad realizada a través de las nuevas tecnologías en el plantel escolar. Algunos autores argumentan que las herramientas digitales solo pueden modificar sensiblemente los procesos de enseñanza y aprendizaje cuando la pedagogía, la tecnología y los conocimientos para el cambio de los sistemas son considerados de manera integrada (Fullan, 2018).

Pues en efecto, la tecnología les permite a los estudiantes descubrir, crear y utilizar conocimientos en el mundo real de forma rápida y barata, sin embargo uno de los errores comunes que se producen al integrar la tecnología en la práctica docente, es el uso constante de los mismos recursos o mismas técnicas que se centralizan “memorizar los conocimientos”, siendo esto una limitante para el desarrollo del pensamiento crítico; esto se debe a que los educadores emplean estos recursos para elaborar y/o implementar actividades formativas de manera tecnológica para la integración del aprendizaje conceptual mediante la práctica para el desarrollo de habilidades y dominio de conceptos, no obstante el conocimiento se pierde cuando estas actividades tecnológicas formativas caen en la simple repetición, donde no suele haber una variación al tipo de ejercicio, o modificaciones en la forma en la que se pregunta el reactivo y/o bien no se llega a aplicar adecuadamente el aprendizaje desde un contexto cognitivo.

El analizar y aplicar el conocimiento deberá ser parte del uso básico de la tecnología. El verdadero reto, por lo tanto, incide en el desarrollo de habilidades más complejas como el comparar, conceptualizar, criticar, evaluar, disentir, conferir y valorar (Ferrada-Bustamante et al., 2021). Así, hay una catálisis entre los pensamientos cognitivos digitales y la parte crítica que propicia en el educando una autonomía intelectual (aprendizaje autónomo).

Céspedes (2017) subrayó que la tecnología es un catalizador del pensamiento crítico en el sistema educativo, puesto que otorga complementos coherentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje para un sinnúmero de posibilidades (investigación, creatividad y criticidad, entre otras). Por otra parte, una investigación planteada por Melo (2018) ha permitido reconocer el desarrollo de la criticidad a partir de las TIC. En este último entretejido investigativo, se recalca que sobre la base de una

sociedad de la información y más allá de todo cúmulo de datos, la educación tiene como objetivo elemental: descubrir conocimiento certero mediado por la didáctica-lúdica, la cual es ceñida con rasgos para instruir, enseñar, explicar, orientar y expresar un método catalizador pedagógico que contenga un lenguaje colindante a las actuales generaciones.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

Introducción

Los métodos de investigación, o metodología, son las formas en que se recogen y analizan los datos, de manera sistemática e intencional, de forma válida y confiable, para investigar un problema específico (McMillan y Schumacher, 2005).

El presente capítulo ofrece un detallado enfoque metodológico para abordar la investigación propuesta, que se centra en explorar el uso de laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa. Este marco metodológico es fundamental para establecer una estructura sólida que guíe el estudio hacia la obtención de resultados relevantes y significativos.

En primer lugar, se expondrán las preguntas de investigación, las cuales servirán como brújula para la investigación. Estas interrogantes se han formulado considerando la necesidad de profundizar en la evaluación formativa, con el fin de proporcionar una comprensión más detallada del presente trabajo. Además, se identificarán los supuestos que subyacen a estas preguntas, los cuales se basan en fundamentos teóricos y se consideran como premisas fundamentales para la investigación.

El enfoque metodológico adoptado para este estudio es de naturaleza cualitativa, lo que responde a los objetivos de investigación y a las características de la población estudiada. Este enfoque permite explorar en profundidad las experiencias, percepciones y significados que los participantes asignan a los fenómenos educativos, proporcionando una comprensión rica y contextualizada.

En este marco, se ha empleado un diseño de investigación-acción, que permite a los educadores involucrarse activamente en el proceso de investigación y reflexión sobre su práctica. Esta metodología no solo busca diagnosticar problemas, sino también implementar y evaluar estrategias de mejora en el entorno educativo. La elección de la investigación-acción como método dentro del enfoque cualitativo, es la necesidad de una respuesta flexible y adaptativa a los desafíos observados en el aula, permitiendo ajustar las intervenciones en tiempo real y fomentar un proceso colaborativo entre investigadores y educadores. Cabe destacar que se utilizaron entrevistas y encuestas como técnicas para la recolección de datos cualitativos desde una perspectiva interpretativa o fenomenológica.

Finalmente, se detallará el trabajo realizado con los instrumentos de evaluación, que incluye su diseño, validación y aplicación en el contexto de la investigación. Esto asegura que los datos recolectados sean relevantes y confiables, contribuyendo al enriquecimiento del proceso educativo.

Este estudio investiga el uso de los laboratorios virtuales (LV) como actividades formativas que, a través de su evaluación, nos den información sobre el aprendizaje conceptual de los estudiantes. Asimismo, buscamos conocer las percepciones de los estudiantes y de los docentes sobre la enseñanza y evaluación por las herramientas digitales, para caracterizar los desafíos de la implementación de los LV.

Por consiguiente, las preguntas de investigación que se prevén contestar, así como mis supuesto son las siguientes:

Preguntas de investigación:

¿Qué factores deben tenerse en cuenta para la implementación de los laboratorios virtuales?

¿Cuál es el impacto cualitativo en el aprendizaje de los estudiantes tras la implementación de instrumentos de evaluación formativa mediados por tecnología?

¿Qué características deben de tener los laboratorios virtuales que favorezcan el abordaje de contenidos y la realización de prácticas en el área de genómica?

Supuestos:

Al planificar el desarrollo e implementación de los LV, la disponibilidad de recursos tecnológicos adecuados, un acceso a internet confiable, así como el tiempo dado a su uso, son factores fundamentales para garantizar la efectividad y accesibilidad de estos.

El proceso de evaluación mediada por la tecnología facilita el trabajo docente y ayuda en el proceso formativo del estudiante, pues esto les permite a los maestros identificar patrones en el proceso de aprendizaje y áreas de retroalimentación.

Los laboratorios virtuales son empleados como estrategia de evaluación formativa, ya que apoyan al estudiante en la comprensión y materialización de conceptos mediante su interactividad y apoyo visual.

3.1 Enfoque y alcance

Durante la investigación se trabajó con un enfoque cualitativo ya que, mediante la recolección e interpretación de datos obtenidos a través de entrevistas, registro de observaciones de campo de quienes se encuentran inmersos en el estudio, fue posible en análisis de la investigación (Jansen, 2013; Lecompte, 1995; Lincoln y Denzin, 1994).

Taylor y Bogdan (2013) afirman que, en un enfoque cualitativo, la sensibilidad no depende de las técnicas de recolección de datos, sino de la experiencia del investigador. Una comprensión profunda de los hechos aparentemente inmutables puede proporcionar respuestas significativas a través de un análisis metódico.

Para Denzin y Lincoln (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.

Desde este punto de vista, la observación en este tipo de investigación es primordial, puesto que no basta con tomar nota de qué ocurre durante el proceso del estudio, sino que cada ciclo de la investigación es caracterizado por un propósito y además por un conjunto de acciones diferentes a las previamente tomadas, razón por lo que resulta esencial tener un protocolo de observación; este protocolo puede ser establecido por una lista de cotejo y/o los diarios de campo que acompañen la práctica de investigador.

La metodología cualitativa ha sido adoptada para llegar a la comprensión de problemas educativos. Empleándose con el fin de develar significados que subyacen en los procesos que son intervenidos por el investigador y los actores que forman parte del fenómeno estudiado (Munarriz, 1992).

La investigación cualitativa hace énfasis en las cualidades de personas, grupos, instituciones, problemas, procesos y significados. La realidad, desde la visión de los investigadores cualitativos, se concibe como una construcción a partir de la experiencia social. Valoran de qué manera se crean los significados elaborados a partir de dicha experiencia y cómo ellos mismos, como investigadores, se involucran a la investigación. A diferencia de los investigadores cuantitativos

que evitan vincularse con las valoraciones de relaciones de variables a partir de las cuales tratan de establecer una causa (Denzin y Lincoln, 2011).

No hay un solo concepto teórico y metodológico que pueda definir la investigación cualitativa. Pero pueden establecerse tres vías investigativas de este enfoque, que son: 1) los puntos de vista subjetivos; 2) las causas y los procesos de las interacciones; 3) la reconstrucción de las estructuras del campo social y el significado que subyace en las prácticas (Flick, 2004).

Asimismo, el alcance del presente estudio será descriptivo considerando al fenómeno estudiado y sus componentes, ya que busca no solo explorar mediante la observación antes mencionada sino el describir y comprender las experiencias del docente y los estudiantes con relación a la experiencia generada. Por lo tanto, se podrá describir cómo fue la experiencia del uso de los laboratorios virtuales.

Para responder a las preguntas de investigación, se consideró el uso de encuestas en la investigación cualitativa de corte interpretativo o fenomenológico. Además, se emplearon entrevistas a los participantes por la necesidad de profundizar en la visión fenomenológica de la investigación en relación con sus experiencias con los laboratorios virtuales.

De Andrade (2023) destacan que, aunque el uso de los cuestionarios y/o encuestas suele estar mayormente asociados a enfoques y diseños de investigación típicamente cuantitativos, los cuestionarios pueden ofrecer una rica variedad de datos cualitativos. Además, Gómez et al. (1996) señalan que, al utilizar preguntas abiertas dentro de las encuestas, es posible captar las experiencias y perspectivas de los participantes de manera más profunda. Así mismo, Bresque et al. (2011) menciona las siguientes razones para la asociar los cuestionarios y la investigación cualitativa, como lo son:

- a) Su análisis se apoya en el uso de estadísticos que pretenden acercar los resultados en unos pocos elementos (muestra) a un punto de referencia más amplio y definitorio (población)
- b) Suelen diseñarse y analizarse sin contar con otras perspectivas que aquélla que refleja el punto de vista del investigador.

- c) El cuestionario, como técnica de recolección de datos, puede proporcionar información valiosa en la investigación cualitativa. Sin embargo, para que esto ocurra, es esencial respetar algunas exigencias fundamentales durante su elaboración y administración:
- d) El cuestionario debe funcionar como un procedimiento para explorar ideas y creencias generales sobre algún aspecto de la realidad.
- e) Se considera una técnica más en el proceso de recolección de datos, no la única ni la más fundamental.
- f) El análisis de los datos obtenidos permite compartir la información entre los participantes de la investigación.

3.1.1 Marco interpretativo del enfoque cualitativo

La investigación cualitativa, según Maycut y Morehouse (1991), se fundamenta en un paradigma alternativo de carácter fenomenológico o émico, que se refiere a la comprensión de las experiencias desde la perspectiva del participante en su contexto natural. Este marco interpretativo permite abordar el problema de investigación desde múltiples realidades, utilizando una postura positivista para explicar, predecir y verificar las condiciones sociales y psicológicas del objeto de estudio, con el fin de descubrir el significado de los hechos, especialmente en relación con las personas investigadas (Álvarez-Gayou Jurgenson, 2003).

En este estudio cualitativo de carácter fenomenológico, nos interesó explorar y determinar los significados de las vivencias de los docentes y estudiantes de Genómica Funcional, pero siempre desde sus propias perspectivas y visiones sobre la genómica y su enseñanza.

Comprender, por lo tanto, cómo la población del estudio experimentó el uso de LV como estrategia de evaluación formativa y qué significa para ellos dicha tarea. Pues se buscó develar el significado que otorgó la implementación de los LV, de manera que se visualizaron los significados que favorecieron el uso de estas actividades.

De acuerdo con Burke y Christensen (2014), la fenomenología es una forma de investigación cualitativa en la que el investigador hace intentos de entender cómo una o más personas experimentan un fenómeno. Por lo que se estima que los postulados de la postura fenomenológica son adecuados para guiar la investigación hacia la comprensión de la problemática que aquí se

plantea en la complejidad de las entidades y procesos que la conforman y de acuerdo con el contexto específico en que se desarrollan.

Una característica esencial de la investigación fenomenológica, que la distingue de otras metodologías de investigación cualitativas, es el enfoque sobre los individuos que forman parte de la investigación y de sus las experiencias subjetivas: de ahí se considera que la fenomenología es la investigación sistemática de la subjetividad (Rodríguez, Gil y García, 1996). Según Cuesta (2016), basándonos en la metodología aplicada, se puede dividir la fenomenología en dos escuelas de pensamiento: la eidética conocida como descriptiva y la hermenéutica, también llamada interpretativa.

En la fenomenología descriptiva tiene como objetivo la descripción de los significados de una experiencia a partir de la visión de quienes han tenido dichas experiencias. Por otra parte, en la fenomenología interpretativa el investigador participa de las experiencias, dando paso a la comprensión de las vivencias, como un proceso interpretativo.

Estas vivencias pueden ser generalizadas como “el mundo percibido”, de tal manera que tanto el o los participantes, así como el objeto de estudio, se relacionan entre sí al formar parte de ese “mundo”. Para que el investigador tenga acceso al mundo, deberá emplear entrevistas y su detallado análisis con la particularidad de que se deben realizar más de una entrevista a los involucrados en el estudio (Oiler, 1986).

Por su parte, Muñoz (2015) identifica las siguientes características en el diseño fenomenológico, donde este diseño se abstiene de formular juicios de cualquier clase que conciernan a la realidad objetiva y que rebasen los límites de la experiencia pura, es decir, subjetiva. Estudiando los casos concretos como base para el descubrimiento de lo que es esencial y generalizable; y siempre comienza con la experiencia completa, pero teniendo en cuenta su marco referencial, es un método descriptivo, reflexivo y de exigente rigor científico. Sus enunciados son válidos en un tiempo y un espacio específico, pero además tiene la validez universal de la vivencia individual, es decir, que es universalmente aceptable que esta vivencia sea así para el individuo.

3.2 Diseño metodológico

La metodología que se utilizó fue investigación-acción, ya que se buscó en base a los datos obtenidos en cada una de las etapas vividas en el presente estudio.

La investigación-acción en el ámbito educativo se basa en la creación de conocimiento orientado a la resolución de problemas, en estrecha colaboración entre el investigador y el objeto de estudio, apoyándose en el pragmatismo filosófico, que justifica o valida situaciones o trabajos específicos. Además, establece un vínculo entre la teoría y la práctica, permitiendo un análisis desde diversas causas, ideologías, cuestionamientos y contextos. Este enfoque estudia el fenómeno desde una metodología exploratoria, considerando diferentes perspectivas y factores (Johnson y Christensen, 2014).

La investigación-acción se emplea predominantemente en educación debido a su enfoque ontológico pluralista, ya que al valorar al objeto de estudio desde perspectivas subjetivas o intersubjetivas. Epistemológicamente, se sustenta en una dialéctica y justificación pragmática que responde a las necesidades de una comunidad concreta. Desde el punto de vista del pensamiento y comportamiento humano, este enfoque es dinámico, complejo y parcialmente predecible, influido por factores ambientales, biológicos y la libertad de cambio (Guba y Lincoln, 1985, citado por Johnson y Christensen, 2014, p. 80).

Este tipo de investigación aplicada en el contexto educativo tiene sus raíces en 1946, cuando Kurt Lewin la introdujo para estudiar las realidades sociales y mejorar la acción educativa. Esta modalidad permite al docente convertirse en investigador de su propia práctica, fomentando la reflexión y el intercambio entre los participantes. Sin embargo, Bartolomé y Anguera (1990) advierten que las reformas educativas impuestas de forma vertical no generan innovación. Por su parte, Elliot (1990) destaca la necesidad de que los docentes desarrollen su capacidad para generar conocimiento profesional que facilite la reflexión, lo que, según Cohen (1990), implica relacionar el diagnóstico de una problemática con la formulación de hipótesis y la intervención en una realidad social (citados por Munarriz, 1992; Latorre, 2005).

Desde esta perspectiva, para la investigadora, la investigación-acción en educación constituye una acción social propositiva, que no se limita a mejorar el conocimiento o el juicio práctico, sino que va más allá de las posibilidades críticas e interpretativas, buscando mejorar la efectividad,

eficiencia y el desarrollo profesional, así como resolver problemas desde la reflexión y la racionalidad científica. Este enfoque incluye una visión positivista que considera al docente como un experto técnico, un usuario del conocimiento que guía la práctica educativa y las ciencias aplicadas (Latorre, 2005).

Para la investigadora, resulta legítimo iniciar con una indagación técnica de la investigación-acción para progresivamente transformar y mejorar la práctica educativa desde su propio contexto. Bartolomé y Sandín (citados por Albert, 2007) destacan que este enfoque permite transformar la realidad educativa e invita a una reflexión sistemática tanto de la acción como de las personas involucradas, promoviendo un ambiente de colaboración, participación y democracia.

Finalmente, se subraya la importancia de las estrategias cualitativas, como las entrevistas y las encuestas aplicadas. Cabe destacar que un punto crucial de la investigación-acción es la reflexión, ya que se van a replantear los datos obtenidos de las entrevistas y de las encuestas para su análisis e interpretación. En este análisis, se toman en cuenta las experiencias vividas por docentes y alumnos, por lo tanto, en esta investigación se revaluaron los instrumentos de evaluación, es decir, los LV implementados en aula, para conocer mediante las acciones estos si son útiles o no en la formación de los estudiantes, y a su vez conociendo qué características deben de tener estos para estimular el aprendizaje.

La investigación-acción es de utilidad y conveniencia dentro de entornos educativos, pues se caracteriza por recabar información de diversos aspectos y a partir de estos generar estrategias y/o técnicas para incentivar procesos de cambio y tomar decisiones adecuadas hacia la mejora continua durante las etapas cíclicas que son la principal característica de este tipo de estudio (Putman y Rock, 2018). Esto permite que se generan proyectos con diferentes fines, entre los cuales destacan el diagnóstico de situaciones de riesgo, preparación o actualización docente, aplicación de nuevos enfoques en el proceso educativo y en la resolución de problemáticas al interior de sus planteles educativos. Constituyéndose, así, como una reflexión sobre la práctica social y educativa con impacto en la enseñanza, hábitos de estudio e incluso evaluación del currículum y desarrollo profesional.

Putman y Rock (2018) se refirieron a la investigación de acción como “investigación sistemática por parte de los maestros con el objetivo de mejorar sus prácticas de enseñanza”, y a su vez Kemmis y McTaggart en 1992 mencionaron que “la investigación de acción es planear, actuar, observar y reflexionar con más cuidado, de manera más sistemática y rigurosa de lo que uno suele hacer en la vida cotidiana”. Este grado meticuloso en la reflexión permite el replanteamiento y la evaluación de la acción a tomar, de tal manera que en la investigación-acción los investigadores son participantes activos, cuyo objetivo es que se examine críticamente su propia práctica y en su propio contexto particular a través del proceso de investigación, cuyo rigor sistemático es fundamental para el análisis de datos y la reflexión de las acciones que fueron ejecutadas tal como se representa en la figura 5.

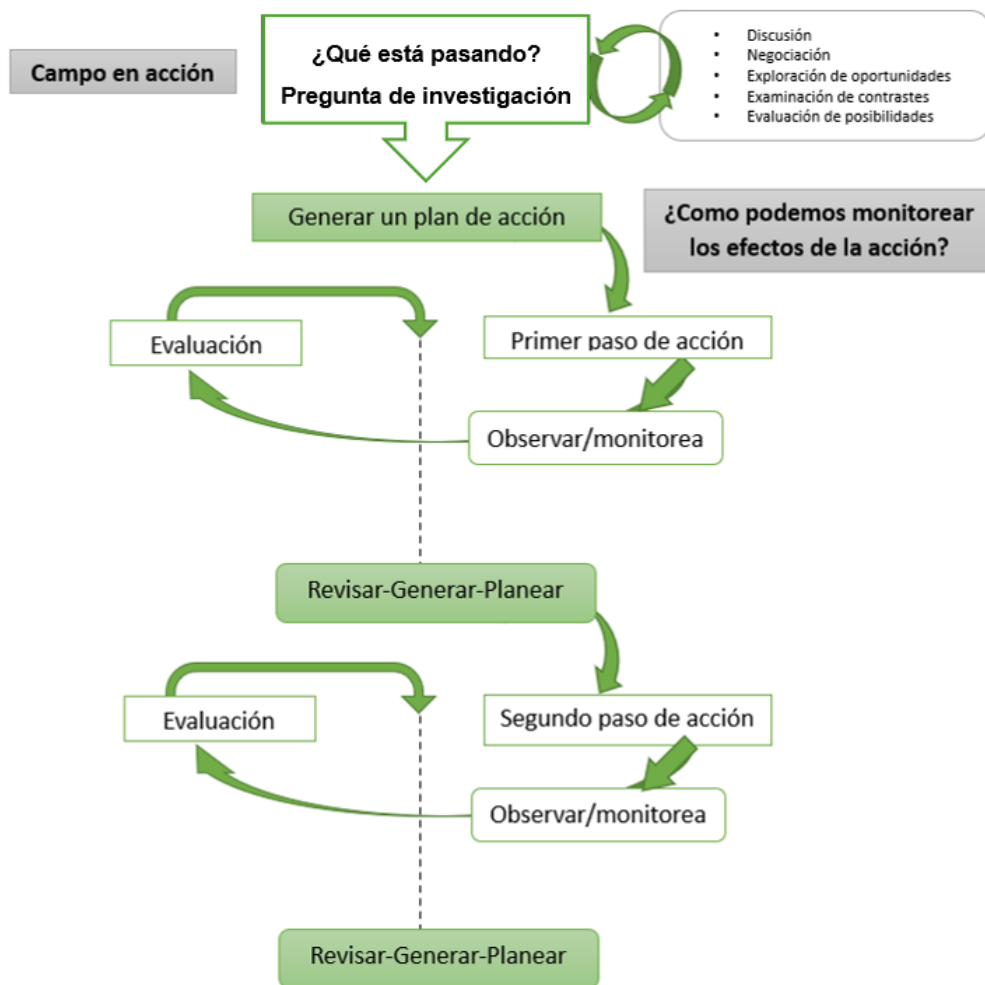


Figura 5. Ciclo de la investigación-acción, imagen tomada de Putman y Rock, 2018. Elaboración propia.

3.3 Población y muestra

El universo de esta investigación lo constituye los docentes y estudiantes de la unidad de aprendizaje de Genómica funcional, unidad de aprendizaje que se imparte en la Licenciatura de Biotecnología Genómica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL.

Dicha materia forma parte de la academia del genoma y sus funciones que está conformada por 3 maestros hombres y 3 mujeres, cuyas edades fluctúan entre los 27 y 45 años. Cuatro de los docentes poseen el grado de Doctor en Ciencias con especialidad en Genómica, mientras que los otros 3 poseen el grado de Maestros en Ciencias con especialidad en Microbiología. En resumen, la población está constituida por 7 docentes.

Para poder llevarse a cabo el presente estudio, se realizó una junta con la academia donde se solicitó el permiso y el apoyo necesarios y se seleccionó una muestra de 3 docentes voluntarios (muestra no aleatoria), con diversa experiencia impartiendo la materia. Asimismo, se solicitarán los permisos correspondientes a la facultad y la presentación de los propósitos del estudio (Anexo 1).

Este estudio inició en el semestre agosto-diciembre 2021, donde se trabajó con una la población estudiantil, de 99 estudiantes de entre 19 y 23 años, quienes están distribuidos de manera no homogénea en 3 grupos, que se encuentran cursando actualmente el semestre agosto-diciembre de 2021.

Es importante señalar que este semestre (agosto-diciembre 2021) las clases eran sesiones virtuales, al ser impartidas en la modalidad en línea por aspectos propios de la pandemia, y que esta generación de estudiantes había estado desde marzo del 2020 en esta modalidad, es decir, era su 4o semestre tomando clases virtuales.

Posteriormente inició el semestre enero-junio 2022, en el cual los estudiantes regresaron a las aulas físicas por voluntad propia. Al inicio, este semestre fue denominado híbrido rotativo, ya que algunos estudiantes optaron por seguir en modalidad en línea, mientras otros iban rotativamente a las clases presenciales. Sin embargo, tomado en cuenta las disposiciones del gobierno y de la Secretaría de salud, todos estudiantes regresaron de manera imperativa a los planteles.

Para este semestre en curso, la población estudiantil fue de 102 estudiantes distribuidos de igual manera en 3 grupos no homogéneos.

3.4 Técnicas e instrumentos

En la figura 6 se presenta de manera general el protocolo de investigación que se realizó basado en la metodología investigación-acción.

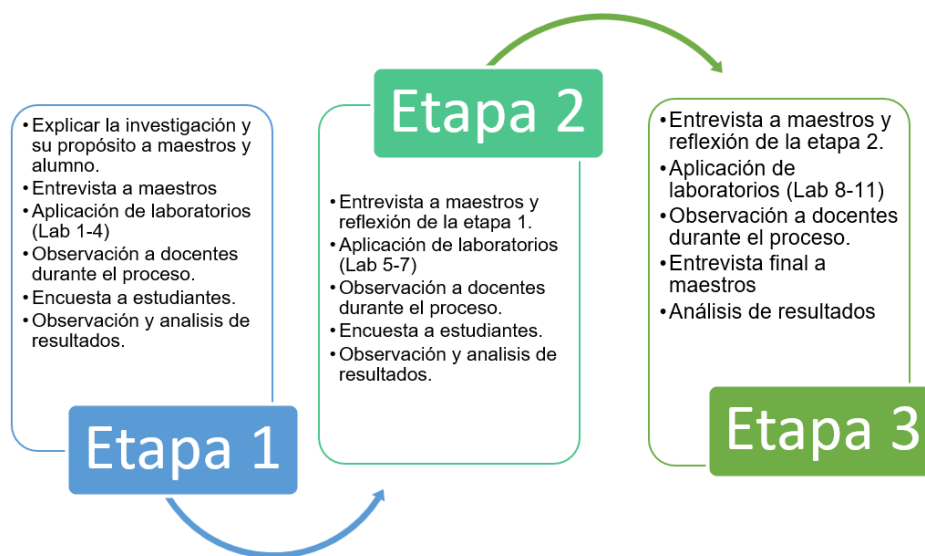


Figura 6. Esquema de procedimientos por etapas del estudio. Elaboración propia.

Los instrumentos de recolección de datos que se emplearon fueron: la observación participante del uso y aplicación de los LV. Para cumplir con el protocolo de investigación, se usaron lista de cotejo, verificando así su nivel de logro o ausencia del uso de los LV. Además, se emplearon entrevistas semiestructuradas con docentes para conocer más detalles de los fenómenos a estudiar. A estos últimos, se les aplicó una encuesta para conocer el proceso de la investigación, y cómo es el impacto que estos han tenido en su formación académica.

En las entrevistas, a través de las preguntas y respuestas, se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema (Hernández Sampieri et al., 2010). Las entrevistas pueden ser estructuradas, semiestructuradas, o abiertas, y las preguntas pueden seguir un orden, empezando con preguntas generales, pasando luego a preguntas complejas y sensibles, y finalizando con preguntas de cierre.

Según la recomendación de Hernández Sampieri et al., (2010), para realizar las entrevistas cualitativas se puede utilizar una guía o protocolo de entrevista semiestructurada que sirva de referencia. Es importante mencionar que para diseñar la guía de tópicos es necesario tener en cuenta la finalidad de la entrevista para obtener la información necesaria para comprender de manera completa y profunda el fenómeno de estudio.

Por su parte, la encuesta es un método sistemático que sirve para recopilar información a partir de una muestra con el fin de conocer las percepciones de una población determinada (Jansen, 2013).

3.5 Estudio Piloto

Previo a la aplicación del protocolo de investigación, se llevó a cabo la selección de tres docentes: uno perteneciente a la academia del genoma y sus funciones, y otros dos pertenecientes a otras facultades de la Universidad Autónoma de Nuevo León, esto con la finalidad de obtener una perspectiva de otro docente que no tenga conocimiento sobre genómica y/o laboratorios virtuales. La prueba piloto se llevó a cabo durante la semana comprendida del 26 al 30 de abril de 2021, cuando se aplicaron los instrumentos en forma de piloto a los dos docentes considerados.

3.5.1 Estudio piloto en docentes.

Piloteo 1.

Femenino de 26 años con 7 años de antigüedad en el servicio docente de la Facultad de Ciencias Biológicas, que cuenta con Licenciatura en Biotecnología Genómica y Maestría en Microbiología, atiende a 3 grupos de la facultad de diferentes materias en el turno matutino y vespertino de 5 horas cada asignatura, con un promedio de 30 alumnos por grupo. Ha tomado recientemente cursos de capacitación docente.

Piloteo 2.

Masculino de 31 años con 9 años de antigüedad como docente impartiendo la asignatura de química y otras materias cuya necesidad es el laboratorio presencial. Cuenta con una licenciatura en Ingeniero Químico por la Facultad de Ciencias Químicas, con maestría en Administración. Atiende 5 grupos en el turno matutino y vespertino de 5 horas cada asignatura, con un promedio de 30 alumnos por grupo. Ha tomado recientemente cursos de capacitación docente.

Piloteo 3.

Femenino 28 años con 4 años de antigüedad como docente impartiendo la asignatura de matemáticas, cuenta con una licenciatura en Educación con acentuación en Recursos Humanos por la Facultad de Filosofía y Letras de la UANL, así mismo cuenta con una maestría en administración de empresas con gestión de capital humano. Atiende a 6 grupos el turno matutino y vespertino de 5 horas cada asignatura, con un promedio de 30 alumnos por grupo. Ha tomado recientemente cursos de capacitación docente.

La aplicación de los instrumentos en forma piloto permitió efectuar ajustes a las preguntas y a la estrategia de aplicación.

1. Las encuestas van de lo general a lo específico, es decir, en el primer cuestionario de observación que se plantean preguntas del proceso de evaluación en forma general y centrándose en la evaluación formativa. Sin embargo, no habla mucho sobre los laboratorios virtuales. Mientras que las encuestas a mitad del curso y al final del curso preguntan aspectos propios de la experiencia del uso de los laboratorios virtuales.
2. Se recomienda agregar al menos una pregunta que indique si el docente incorpora alguna estrategia de evaluación (diagnóstica) antes de cada sesión de laboratorio, así como otro reactivo que indique si el docente incorpora alguna estrategia de evaluación (formativa) después de cada sesión de laboratorio.
3. El guion de la entrevista semiestructurado se modificará en su estructura, ya que las preguntas deberán estar organizadas e integradas por temas.
4. En cuanto a los LV seleccionados para su estudio, se recomienda seleccionar aquellos aprendizajes significativos al plan de estudio de Genética funcional, así como incorporar preguntas que demuestren la comprensión conceptual de dichos aprendizajes.

3.5.2 Estudio piloto en estudiantes.

El estudio piloto se llevó a un grupo de 34 estudiantes de la carrera de LBG que estuvieron cursando su sexto semestre. Se seleccionaron de manera aleatoria a 3 estudiantes. La prueba piloto se llevó a cabo durante la semana comprendida del 26 al 30 de abril de 2021, cuando se aplicaron los instrumentos en forma de piloto a los dos docentes considerados.

Piloteo 1.

Femenino de 20 años, decidió estudiar ciencias ya que le apasiona el tema de la Biología Sintética y el trabajo en el laboratorio. Fue el tercer lugar nacional en la olimpiada nacional de Biología. Desea ser investigadora.

Piloteo 2.

Femenino de 21 años, decidió estudiar ciencias debido a que la apasiona el estudio filogenético de las bacterias. Le interesa ser investigador y realizar estudios de posgrado en el extranjero.

Piloteo 3.

Femenino de 20 años, decidió estudiar ciencias debido al tema de sustentabilidad; le interesa ser un científico de campo más que de laboratorio. Sin embargo, tiene interés en la política ambientalista.

La aplicación de los instrumentos en forma piloto permitió efectuar ajustes a las preguntas y a la estrategia de aplicación.

1. Se sugiere que las preguntas de la encuesta relacionadas al empleo de LV se pueden interpretar como que tienen varias aplicaciones (en distintas áreas) o a que tienen herramientas diversas dentro del software (funcionalidad) o incluso a que hay opciones de softwares para elegir. Se sugiere especificar qué softwares, o hacer una pregunta específica para cada software que se va a emplear en las diferentes prácticas.
2. Preguntas sobre el uso de la computadora lo consideran innecesario.

Mostraron comentarios asertivos sobre los LV seleccionados; sin embargo, comentaron que los cuestionarios que serán el medio para evaluar deberían contener un número limitado de preguntas, con la finalidad de en sus palabras “*saturar de información al estudiante*”, en el contexto que, posterior a pasar un tiempo indefinido enfrente de la computadora debido a la propia modalidad en línea de semestre. Realizar un LV en definitiva es útil para poner en marcha los aprendizajes y por qué lo consideran una estrategia diferente a las clases teóricas, sin embargo, un gran número de preguntas (más de 15) puede llegar a abrumar a los estudiantes.

3.6 Conclusiones obtenidas en estudios piloto

Durante el pilotaje realizado con tres docentes de diferentes áreas de conocimiento, se pudo identificar áreas de mejora para así realizar ajustes pertinentes para perfeccionar el diseño de los instrumentos de evaluación.

En primer lugar, se observó que las encuestas aplicadas a lo largo del curso permiten obtener una visión más completa y detallada sobre el uso de los laboratorios virtuales. Se dio la sugerencia de incorporar preguntas específicas sobre estrategias de evaluación antes y después de cada sesión de laboratorio, para poder obtener datos de mayor relevancia sobre el impacto de la implementación de estas estrategias en el aprendizaje de los estudiantes.

Asimismo, se destacó la importancia de seleccionar con atención los aprendizajes esperados relacionados con el plan de estudios de cada asignatura. Ya que esto permitirá obtener información más precisa sobre la comprensión conceptual de los estudiantes en áreas clave.

En cuanto a los que respecta a las entrevistas semiestructuradas, se reconoció la necesidad de organizar y estructurar las preguntas en temas específicos, para lograr mayor claridad y facilitar la obtención de información relevante de manera ordenada parte de los docentes.

Por otro lado, el piloto realizado con estudiantes de ciencias proporcionó una valiosa retroalimentación que nos ayudó a mejorar la aplicación de los instrumentos de evaluación y estrategias para la implementación de los laboratorios virtuales.

Se identificaron aspectos para mejorar la encuesta, haciendo hincapié en aquellas preguntas relacionadas con el uso de los laboratorios virtuales. Además, se dio la sugerencia de especificar los softwares utilizados o bien realizar preguntas específicas para cada software, lo que proporcionará una visión más clara y detallada para los estudiantes de las funcionalidades en las diferentes prácticas.

Se observó, además que las preguntas sobre el manejo de la computadora no son consideradas necesarias por los estudiantes, lo que sugiere centrarse en aspectos más relevantes del uso de los laboratorios virtuales.

Igualmente se añadieron comentarios de los estudiantes que valoraron la utilidad de los laboratorios virtuales para poner a prueba los aprendizajes logrados de las clases en línea. Sin

embargo, se destaca la necesidad de limitar el número de preguntas en los cuestionarios de evaluación, ya que los alumnos consideran que un gran número de preguntas puede llegar a abrumarlos, especialmente considerando el tiempo adicional que le dedicarán por estar en clases en línea.

Los ajustes que se realizaron en los instrumentos de evaluación asegurar una recopilación más precisa y exhaustiva de datos. Por lo que se espera que la implementación de laboratorios virtuales contribuya significativamente al desarrollo del pensamiento crítico y el aprendizaje significativo de los estudiantes en cada asignatura evaluada. Una vez implementados los ajustes en las encuestas, se procedió a su validación mediante la alfa de Cronbach (Anexo 2).

3.7 Planteamiento y descripción de los instrumentos de evaluación formativa

Considerando los comentarios descritos en el estudio piloto, se realizaron las modificaciones pertinentes en las encuestas y entrevistas, así como en los instrumentos de evaluación con los que se trabajarían eventualmente.

Es importante destacar que el inicio de esta investigación fue durante el año 2020; en aquel entonces se realizó la búsqueda de entornos virtuales para el aprendizaje de la genómica funcional. Ante esto encontramos un número limitado de opciones pero que especializadas para la asignatura.

Estos entornos virtuales seleccionados se clasifican como simuladores virtuales (Reyes et al, 2016). Cabe destacar que la mayoría de los LV utilizados a nivel mundial son recursos para las asignaturas de física, química y matemáticas; por lo que existe una escasez de recursos digitales para las ciencias biológicas. Por lo tanto, hay que considerar que este número es aún más limitado para la enseñanza y/o aprendizaje de áreas tan especializadas como la genómica.

Aunado a lo anterior, en el transcurso del 2021 (figura 7) la mayoría de los LV previamente seleccionados dejaron de funcionar esto a consecuencia de la falta de soporte y continuidad al software *Adobe flash*, que eran empleados en los LV, resultando en que dejaron de funcionar en dicho año.

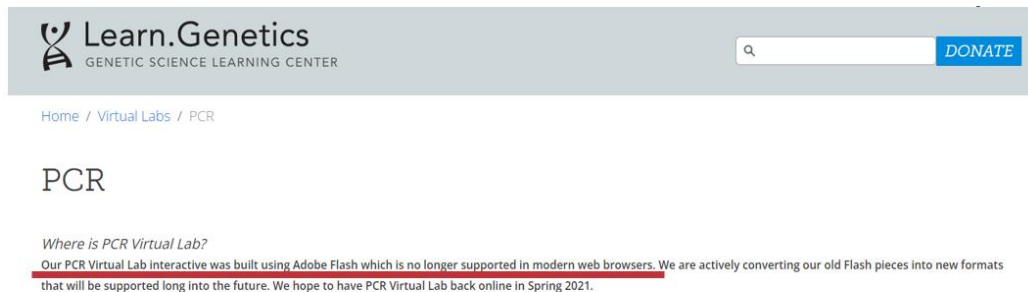


Figura 7. Laboratorio virtual de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) un tópico básico para los estudiantes del área de biología; este LV como se aprecia continúa fuera de servicio. (Tomado del sitio web <https://learn.genetics.utah.edu/>)

Ante esto se tomó la decisión de desarrollar entornos virtuales propios en base a los aprendizajes esperados, debido a que estos ya no son simulaciones o laboratorios virtuales como se había previsto inicialmente; en su lugar, se optó por utilizar herramientas tecnológicas didácticas, como a las que se emplean en las estrategias de gamificación, esto debido a que el uso de estas plataformas lúdicas serían una técnica efectiva para la asimilación y comprensión de los conceptos de aprendizaje (Caponetto et al. 2014; Lee y Hammer 2011).

Antes de iniciar con el semestre agosto-diciembre de 2021, se realizó una capacitación con los docentes participantes en este estudio para familiarizarlos con el uso de los *softwares* que se emplearían como LV. Por otra parte, se agendaron fechas para entrevistas con ellos y la aplicación de encuestas a estudiantes, así como la planificación de los LV por etapa. Cabe destacar que, aunque el semestre estaba dividido en dos etapas que finalizaban con evaluaciones sumativas, para la aplicación de estos instrumentos como actividad formativa se dividiría el semestre en tres etapas, por lo que habría 3 momentos para la reflexión de los LV.

3.7.1 Laboratorios virtuales etapa 1.

Antes de iniciar con el semestre agosto-diciembre 2021, se experimentaba cierta incertidumbre sobre cómo proceder con las clases en línea. Esto se debía a que, aunque en los niveles básicos de educación se estaba permitiendo un modelo híbrido con la asistencia voluntaria de estudiantes a los planteles de primaria y secundaria, algunas escuelas privadas también estaban adoptando esta modalidad.

Asimismo, la UANL tomó la decisión de seguir con clases en línea, considerando que aún había un número significativo de estudiantes en su población que no habían sido vacunados y no tenían inmunidad contra la enfermedad COVID-19. Esta decisión fue ampliamente aceptada y comprendida por la comunidad universitaria, aunque también existía cierta impaciencia por continuar con las clases en línea.

Se realizó una entrevista a docentes (anexo 3 y 4) con la finalidad de conocer qué estrategias y técnicas de evaluación emplean en su práctica docente, así mismo se les solicitó a los docentes que explicaran durante la presentación del curso que suele ocurrir el primer día de clases, los detalles de la investigación para que de esta forma los estudiantes tuvieran conocimiento de la importancia de asistir a cada una de las sesiones donde se realizarían LV, su uso y posteriormente el llenado de las encuestas.

En la tabla 1 se describen los LV empleados durante la primera etapa. Estos emplearon diferentes recursos como simuladores, artículo científico y videos. En cuanto al cuestionario complementario que se usaría para realizar la evaluación, pero también se usaron 3 plataformas diferentes; todo eso con la intención de poder contestar la pregunta de investigación.

Los reactivos estuvieron acordes a los contenidos del programa analítico de la unidad de aprendizaje de Genómica funcional y, por ende, se trabajó con los conceptos que se cree que podían tener dificultad de comprensión los estudiantes. Durante la aplicación de algunos de los laboratorios, se les solicitó a los docentes la autorización de poder estar presentes en las sesiones virtuales destinadas a estas actividades, para poder cumplir con la observación propia de la investigación (Anexo 5).

Tabla 1. Laboratorios virtuales aplicados durante la primera etapa de la investigación.

Título del laboratorio	Objetivo	Tipo de actividad (recurso)	Descripción de la actividad	Instrumento evaluativo
Laboratorio 1 ¿Cómo se empaqueta el DNA?	Contrastar el grado de compactación de la cromatina y las proteínas involucradas	Video del sitio web: https://www.biointeractive.org/classroom-resources/how-dna-packaged	Animación que muestra cómo las moléculas de ADN se empaquetan en cromosomas.	Cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple en la plataforma socrative. Evaluación automatizada.
Laboratorio 2 ¿Cómo hacer moscas transgénicas?	Comprender la función de los genes estructurales y su papel en los dominios proteicos.	Simulación virtual https://www.biointeractive.org/classroom-resources/transgenic-fly-virtual-lab	Simulador que explora las técnicas utilizadas para crear moscas transgénicas y demuestra cómo estas moscas se pueden utilizar para estudiar la expresión genética.	Cuestionario de 11 preguntas en la plataforma socrative. Evaluación automatizada.
Laboratorio 3 Modificación de las histonas	Conocer los grupos químicos que se adhieren a aminoácidos específicos, modificando la expresión de genes.	https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/inheritance https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/brain	Texto con ilustraciones y video demuestran como el epigenoma responde al entorno.	Cuestionario de 15 preguntas en cuestionario interactivo (actividad lúdica) en plataforma quizziz.
Laboratorio 4 Impronta genómica	Analizar el silenciamiento de genes durante el desarrollo embrionario.	Artículo https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/imprinting/	Texto con ilustraciones que desarrolla el tema de la impronta en organismos	Cuestionario de 10 preguntas de abierta en la plataforma forms.

En base de la técnica de la encuesta como instrumentos de recolección de datos, se utilizó el sitio *web* www.SuverMonkey.com para aplicar una encuesta a los estudiantes al finalizar esta etapa. (Anexo 6) El desarrollo de los reactivos fue dado con la intención de contestar las preguntas de investigación, las cuales se describen en la siguiente tabla 2. Para las siguientes encuestas se siguió utilizando la misma base estructural de esta encuesta, solo se modificó los respectivos títulos de los LV.

Tabla 2. Distribución de reactivos de acuerdo con las categorías.

Dimensión de la categoría	Descripción	Reactivos
Eficacia en la motivación del estudiante.	Los estudiantes describen sus impresiones al trabajar con LV	1-8
Eficacia para la comprensión conceptual	Los estudiantes describen sus habilidades para consolidar y aplicar los conceptos adquiridos.	5-13
Apoyo académico	Los estudiantes describen el papel del docente durante el proceso de los LV	14-16
Eficacia para la accesibilidad y disponibilidad de los recursos	Los estudiantes describen como es su interacción con los LV	17, 18, 19 y 20.
Eficacia y preferencia por los laboratorios virtuales	Los estudiantes describen los que les gusta o no de cada LV, así como de su instrumento evaluativo. Dando énfasis en la comodidad del tipo de actividad y preferencias de los softwares empleados.	21, 22, 23 y 24.
Sugerencias de los estudiantes	Los estudiantes dan libremente sugerencias de cómo mejorar los siguientes laboratorios.	25, 26 y 27.

Por su parte, se realizó una serie de entrevistas semiestructuradas a docentes para conocer sus comentarios, logros, desafíos y dificultades durante la primera etapa de LV (Anexo 7 y 8). Posterior a esto, se procedió a analizar la información correspondiente mediante el análisis del discurso planteado por docentes y alumnos. Por lo que se logró argumentar sobre el impacto que los LV tuvieron en nuestra investigación. Con el fin de categorizar la información, esta será dividida en maestros y alumnos.

Durante la recolección de datos, se extrajo fragmentos considerados de particular importancia en el efecto generado por el uso de los laboratorios virtuales, tomando literalmente lo respondido por los participantes en cada una de las preguntas mostradas, tal como ellos las emitieron y que a continuación se presentan en formato de tablas con sus correspondientes descripciones. En sí mismo se resumió los comentarios descritos por los estudiantes, tomando en cuenta si estos se repetían al ser similares.

3.7.2 Laboratorios virtuales etapa 2.

En esta segunda etapa, los temas de la unidad de aprendizaje de genómica funcional se explicaron la síntesis y el procesamiento de la biomolécula (RNA). Para estos temas en concreto son muy específicos del área de biología molecular y específicamente del área de la genómica. Por lo que no se encontraron laboratorios virtuales disponibles online, nuevamente se crearon laboratorios a partir del material propio de la materia (Anexo 9). ante uno de los comentarios dados por un docente en el cual había preguntas bastante específicas y en el cual él perdía tiempo en explicar esos pequeños detalles, se tomó la decisión de crear un set de preguntas generales de estos temas y que fueran aceptados por los maestros de esta materia.

En esta etapa se implementaron únicamente las plataformas *Socrative* y *quizziz* para la aplicación de instrumentos de evaluación (tabla 3).

Tabla 3. Laboratorios virtuales aplicados durante la segunda etapa de la investigación

Título del laboratorio	Objetivo	Tipo de actividad (recurso)	Descripción de la actividad	Instrumento evaluativo
Laboratorio 5 CRISPR-Cas9	Examinar el mecanismo de edición de genes y su aplicación en terapia génica.	Simulación del sitio web: https://www.biointeractive.org/classroom-resources/crispr-cas-9-mechanism-applications?playlist=181744	Recurso interactivo que detalla cada componente del sistema CRISPR	Cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple en la plataforma socrative. Evaluación automatizada.
Laboratorio 6 ¿Cómo funciona la ciencia?	Comprende cómo funciona la ciencia básica y aplicado a la historia del desarrollo de la técnica molecular CRISPR-Cas9	Texto de divulgación científica creado durante la estancia doctoral con el HHMI (Anexo 10)	Fundamentada en el método científico, el estudiante analizara un texto para contestar un numero de reactivos que pongan en práctica la evaluación de comentarios y preguntas de investigación de sus compañeros	Instrumento de preguntas abiertas. Evaluación por pares

Laboratorio 6 Maduración del RNA	Comprender el proceso de maduración de RNA para la síntesis proteica.	https://www.biointeractive.org/classroom-resources/dna-transcription-advanced-detail	Video que muestra el procesamiento de un RNA	Cuestionario de 15 preguntas en cuestionario interactivo (actividad lúdica) en plataforma quizziz.
Laboratorio 7 Tipos de RNA	Analizar los diferentes tipos de RNA.	Seminarios discutidos en clase por maestro y alumnos. Y apoyo del sitio web: https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/centraldogma/		Cuestionario de 10 preguntas en plataforma socrative. Evaluación automatizada

3.7.3 Laboratorios virtuales etapa 3.

En esta última etapa de la asignatura, se abordaron temas relacionados con técnicas moleculares utilizadas para el diagnóstico de enfermedades y la diferenciación de material genético. Entre los laboratorios que se seleccionaron se encuentran técnicas de identificación molecular de organismos, como por ejemplo la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que se popularizó durante la pandemia como una forma de detectar el COVID-19. Asimismo, se abordan técnicas como la extracción de ADN y la PCR, que son de gran importancia académica y profesional para los estudiantes de la carrera de LBG. Afortunadamente, en esta última etapa de laboratorios (tabla 4), se contó con simulaciones y animaciones disponibles en línea, lo cual resulta beneficioso para el proceso de aprendizaje (Anexo 10).

Tabla 4. Laboratorios virtuales aplicados durante la tercera etapa de la investigación.

Título del laboratorio	Objetivo (s)	Tipo de actividad (recurso)	Descripción de la actividad	Instrumento evaluativo
Laboratorio 8 Extracción de DNA, electroforesis en gel y PCR	Conocer el fundamento de la extracción de ácidos nucleicos. Analizar e interpretar la electroforesis en gel de agarosa Explorar la técnica de PCR y sus aplicaciones,	Simulación del sitio web: https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:9548bee3:lx_simulation:1?fullscreen=true https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction/ https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/	Simuladores interactivos que muestran las técnicas moleculares, explicado paso a paso.	Cuestionario de 12 preguntas de opción múltiple en la plataforma socrative. Evaluación automatizada.
Laboratorio 9 SNP	Comprender sobre el análisis de polimorfismos de una sola base en muestra clínicas.	https://learn.genetics.utah.edu/content/precision/snips https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:c89bc1ea:lx_simulation:1	Esta simulación proporciona un ámbito donde se puede practicar el diseño experimental. Para responder a una pregunta de investigación específica, los alumnos generan una secuencia de técnicas de laboratorio para alcanzar ellos mismos el objetivo deseado.	Cuestionario de 9 preguntas de opción múltiple en la plataforma socrative. Evaluación automatizada.
Laboratorio 10 Microarreglos	Identificar células cancerígenas usado microarreglos.	https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/centraldogma/	Simulador que analiza la expresión de un microarreglo.	Cuestionario de 10 preguntas en plataforma socrative. Evaluación automatizada

Con base en los comentarios y sugerencias que se recibieron de docentes y alumnos, así como en las observaciones realizadas durante la práctica docente, se ajustó el componente evaluativo de los laboratorios virtuales (LV) en base a los datos obtenidos de las encuestas y entrevistas en cada etapa de la investigación-acción para su implementación en el nuevo semestre enero-julio de 2022, con el objetivo de evaluar su impacto durante este periodo. Sin embargo, el inicio de este semestre resultó ser más retador de lo esperado, debido a que después de dos años de confinamiento por COVID-19, se propuso un nuevo modelo híbrido conocido como presencial rotatorio, que fue la estrategia de la UANL para un retorno seguro.

Después del éxito adquirido por las campañas de vacunación contra el COVID-19, se dio una notable mejoría en la situación sanitaria de muchos países, incluido México, razón por la que algunas instituciones educativas iniciaron a planear el regreso a clases presenciales, pero con un enfoque híbrido también llamado sistema presencial rotatorio.

Los planteles educativos que se adoptaron a esta estrategia combinaron clases presenciales y en línea simultáneamente con la finalidad de cumplir con las restricciones sanitarias de distanciamiento social. La principal estrategia del sistema híbrido fue representada por la rotación de los estudiantes, donde el grupo se dividía en dos subgrupos o pequeños grupos, donde en un determinado periodo los subgrupos se rotaban para que cada uno pudiera asistir a clases de manera presencial, mientras que el otro grupo permanece tomando clases en línea.

La razón por la que se optó por dividir al grupo en dos subgrupos era debido a los protocolos de seguridad que, además de incluir el uso de mascarillas, toma de temperatura y la limpieza frecuente de las áreas comunes, era mantener una distancia de 1.5 metros entre una persona y otra, para así mantener el distanciamiento social y reducir el riesgo de propagación del virus. Sin embargo, esto limitaba el espacio en las aulas de clase, razón por la que, según el número de estudiantes inscritos en el grupo, se asignaba un aula en específico (esto por el tamaño del salón) y el número de personas que asistirían en el subgrupo.

Para implementar este sistema híbrido, muchas escuelas tuvieron que hacer ajustes significativos. Por ejemplo, reorganizar los horarios y los días de la semana en los que los estudiantes asistían a la escuela. La UANL no fue la excepción, ya que específicamente la FCB, el pasado 14 de enero de 2022 se tuvo una reunión informativa donde se explicó que ya no se darían clases en línea y que a partir de este semestre (enero-julio 2022) los docentes darían clases presenciales de manera obligatoria (fue indispensable tener el esquema de vacunación contra COVID-19 completa); mientras que los estudiantes serían organizados en subgrupos (subgrupo 1 y 2) para asistir de manera presencial rotatoria a la facultad.

Una nota por considerar era el hecho de que los estudiantes contaron con la opción de inscribirse para acudir presencialmente (con enfoque híbrido) o seguir tomando clases en línea. Sin embargo, los estudiantes que decidieran inscribirse en modalidad virtual y, por lo tanto, no acudir de manera

presencial-rotatoria, no tomarían clase en línea, sino que sería responsabilidad suya el ponerse al día con los temas y tareas propias del curso, así como responsabilidad del docente brindarle la información necesaria (libros, diapositivas, hojas de trabajo), así como evaluar su progreso y aprendizaje de manera autónoma.

Los estudiantes que eligieron el esquema híbrido-presencial rotarían cada semana dejando en pausa el contenido curricular hasta la semana donde les volviera a tocar asistir, dejando una semana en blanco o en pausa entre los temas y contenido. Asimismo, el maestro a cargo de la unidad de aprendizaje tendría que dar el tema dos veces, es decir, repetir por dos semanas el contenido para cubrir las necesidades del aprendizaje del subgrupo 1 y 2.

Por otra parte, en este semestre la unidad de aprendizaje de Genómica funcional tendría cuatro grupos dados por cuatro docentes diferentes. Tres de los cuatro docentes daban nuevamente la materia y dos de ellos aceptaron seguir trabajando con este trabajo de investigación centralizado en el impacto de LV y su estrategia como evaluación formativa. El docente que decidió no seguir con este proyecto fue debido a que fue nombrado miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y no quería comprometerse a quedar mal, debido a que no se sabía a ciencia cierta lo retador que el semestre iba a hacer y que él tenía que cumplir con los lineamientos necesarios para conservar el SNI. Asimismo, y de manera favorable, el nuevo docente que se integró a impartir esta UA durante este tiempo aceptó la invitación a trabajar en esta investigación y se le dio la capacitación necesaria para aplicar y trabajar con los diferentes LV.

Oficialmente el 17 de enero de 2022 inició el semestre. En un inicio, el número de estudiantes que asistían fue limitado, pero poco a poco se fueron sumando más estudiantes. Durante el transcurso del mes de enero, se lanzó un comunicado vía *MS Teams* (*software* empleado por la UANL para dar clases en línea) acerca de las actividades académicas, ya que surgieron rumores sobre el regreso a clases presenciales de manera obligatoria; ante esto, el oficio informaba que se seguiría trabajando de la misma manera hasta que las autoridades Universitarias lo vieran pertinentes (Figura 8).

[28/01 04:03 p. m.] DIANA RESENDEZ PEREZ
Continuación de actividades Académicas
Actividades Académicas en las mismas condiciones
FCB Profesores Ene-jun 2022

Estimados Profesores de la FCB:

Por medio de la presente me permito informarles que por instrucciones de las autoridades Universitarias, continuaremos las **actividades académicas en las mismas condiciones** actuales durante el período del **31 de enero al 12 de febrero del 2022** (ver comunicado UANL anexo).

Si las condiciones de la pandemia lo permiten, a partir del 14 de febrero se retomarán las clases presenciales, las autoridades Universitarias nos lo notificarán en su momento.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su apoyo y colaboración en el regreso a la modalidad presencial de la FCB y les envío muchos saludos afectuosos.

“Alere Flamman Veritatis”

Ciudad Universitaria, a 28 de enero de 2022

Atentamente

DRA. DIANA RESENDEZ PÉREZ

SUBDIRECTORA ACADÉMICA

Figura 8. Oficio emitido por la subdirectora académica

Ante las dificultades para dar el seguimiento a los temas y poder incluir activamente a los estudiantes que optaron por modalidad en línea, el día 2 de febrero se instalaron cámaras con micrófono en los salones, con la finalidad de tener así clases virtuales. Sin embargo, durante este corto periodo hubo problemas de conectividad, ya que no siempre era posible dar cátedra de manera virtual debido a la infraestructura de la facultad, tal como se muestra en el siguiente diálogo (figura 9) obtenido de *MS Teams*. El principal problema no era en sí el internet, sino que no todas las computadoras presentes en los salones tenían la memoria RAM necesaria para poder correr el *software* y utilizar la cámara al mismo tiempo.

“BUEN DIA. TENÍA UNA HORA DE CLASE EN EL AULA LB111. NO PUDE CONECTARME Y SOLO SE DIO CLASE A LOS ALUMNOS DE PRESENCIAL. VAN DOS CLASES CON EL MISMO PROBLEMA Y ME DIO APOYO EL DR. XXXX Y TAMPOCO LOGRO HACERLO. SALUDOS.”

Figura 9. Comentario de un maestro extraído del canal de teams. Poder observar un ejemplo de los muchos retos que se vivieron al inicio de este semestre.

De manera favorablemente, los retos causados por el modelo híbrido rotatorio tuvieron una corta duración, ya que el 28 de febrero del mismo año, se anunció oficialmente el regreso a clases de forma presencial, eliminando por completo el enfoque híbrido y la subdivisión de los subgrupos, lo cual permitió a los estudiantes volver a las aulas (véase figura 10).

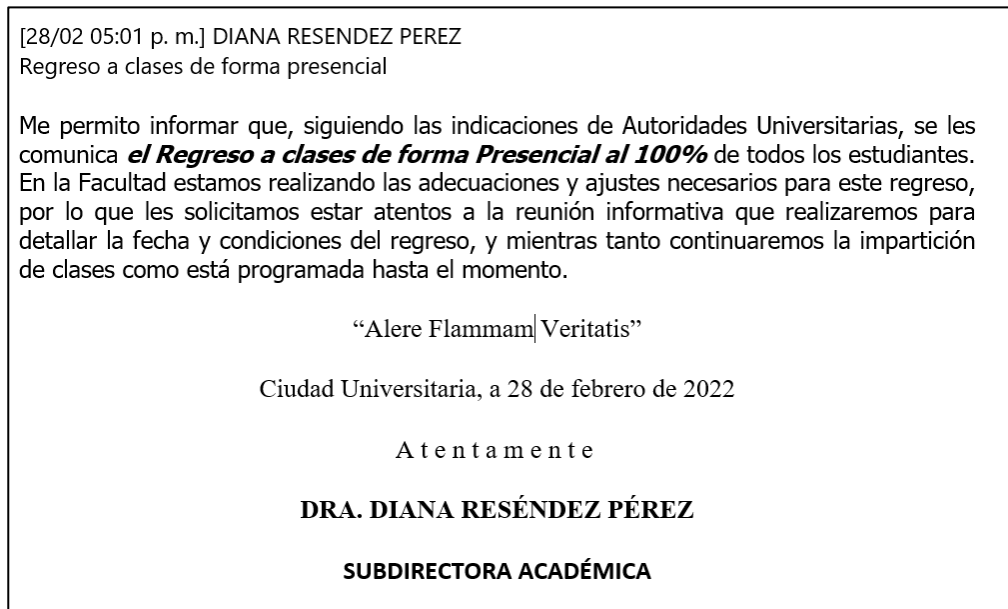


Figura 10. Oficio emitido por la subdirectora académica

Cabe destacar que el semestre se dividió, al igual que en el semestre anterior, en dos etapas: una etapa de medio término y una etapa final. En esta investigación, se optó por mantener las tres etapas en lo que respecta a los laboratorios, para poder intervenir favorablemente en base a los datos obtenidos en las encuestas y entrevistas para cumplir con la metodología investigación-acción. Sin embargo, debido a las dificultades para llevar a cabo reuniones con los docentes que participaron en este estudio, solo se realizaron dos entrevistas semiestructuradas de manera individual durante el semestre. En dichos diálogos se obtuvo información sobre los desafíos y retos que enfrentaron los maestros durante este periodo, además de agregar preguntas para conocer sobre estos eventos vividos y así obtener una descripción más detallada y profunda del impacto en la implementación de este estudio (anexo12).

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se exponen los resultados derivados de la investigación, acompañados de un análisis interpretativo y una discusión respaldada por la revisión de la literatura.

Cada pregunta de investigación se aborda a través del análisis cualitativo de las respuestas proporcionadas por tanto maestros como alumnos recabados mediante encuestas y entrevistas realizadas.

Los resultados de las encuestas son presentados en gráficas de barras, donde se muestran los datos recolectados en las 3 etapas del semestre agosto-diciembre 2021 y comparándose con la información del semestre enero-julio 2022.

Por su parte las entrevistas a maestros fueron grabadas y transcritas completamente como se pueden observar en anexos 13. Estas transcripciones fueron sometidas a un análisis de contenido (Neuendorf, 2002) en el que el contenido fue examinado para su interpretación, por lo que solo se muestra la información más sobresaliente.

Wolcott (1994) establece una distinción crucial entre el análisis y la interpretación al abordar los resultados del análisis de contenido. Mientras que el análisis se centra en la presentación de datos, la interpretación implica un proceso creativo que abarca la intuición, la experiencia previa y las emociones. Estos elementos son atributos personales de los investigadores humanos, los cuales, aunque pueden ser debatidos sin límite, carecen de una prueba o refutación que satisfaga a todos de manera concluyente.

El capítulo está dividido en las siguientes dos secciones: 4.1) análisis de cada pregunta de investigación y su respectiva interpretación, así como discusión con la literatura y 4.2) hallazgos del estudio.

4.1 Análisis de las preguntas de investigación

4.1.1 ¿Qué factores deben tenerse en cuenta a la implementación de los laboratorios virtuales?

La implementación de laboratorios virtuales (LV) es un proceso complejo que requiere del estudio en la relación entre docente, alumno y contenido educativo que será mediado por la tecnología. Por lo tanto, se adopta un enfoque didáctico que considera la intervención del profesor como un mediador entre el estudiante que está construyendo el conocimiento y el objeto de estudio.

Independientemente de cómo se implemente este proceso por parte del docente, existe la implicación de acciones relacionadas con el análisis del currículum, la toma de decisiones, el desarrollo educativo, así como la evaluación.

La complejidad e intencionalidad de este proceso hacen difícil preverlo en su totalidad, pero es precisamente esta complejidad la que justifica la necesidad de anticiparse a los elementos que lo componen y definir reflexivamente su propósito. De esta manera, el maestro deja de ser simplemente un seguidor de guías externas y se convierte en un "prosumidor", es decir, crea y administra su propio trabajo educativo (Amaro de Chacín Rosa, 2011).

Ante esto, la planificación durante la implementación de LV es fundamental para garantizar la cobertura del currículum y asegurar que la enseñanza se adapte a las especificaciones curriculares y las necesidades que surjan durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Para contestar la primera pregunta de investigación se consideró los diferentes factores que según Smith y Smith (2014), son de relevancia para el desarrollo y el establecimiento de los instrumentos formativos tales como: los objetivos de aprendizaje, claridad en las instrucciones a seguir, el proceso de evaluación y su retroalimentación, además del tiempo y de los recursos empleados.

Objetivos de aprendizaje claros

Durante la evaluación formativa, la claridad en los objetivos de aprendizaje desempeña un factor pedagógico que sirve de guía para los docentes en el proceso de enseñanza, además de orientar a los estudiantes mediante una clara comprensión de la actividad, así como propósito de la instrucción (Menéndez et al., 2019; Reed, 2012;).

La Figura 11 presenta la percepción de los estudiantes con respecto a los objetivos de aprendizaje de los LV. En ambas instancias semestrales, se evidencia una sólida comprensión por parte de los estudiantes en lo que respecta a la conexión entre los LV y su proceso de aprendizaje.

La importancia de establecer objetivos de aprendizaje se refleja en la capacidad para motivar a los estudiantes a involucrarse activamente con el material educativo (Reed, 2012). Por su parte, Menéndez et al., (2019) resalta que el definir los objetivos de aprendizaje puede tener un impacto positivo en el rendimiento estudiantil ya que, al comprender el propósito subyacente de la enseñanza, los estudiantes se ven más inclinados a participar de manera proactiva en su proceso de aprendizaje.

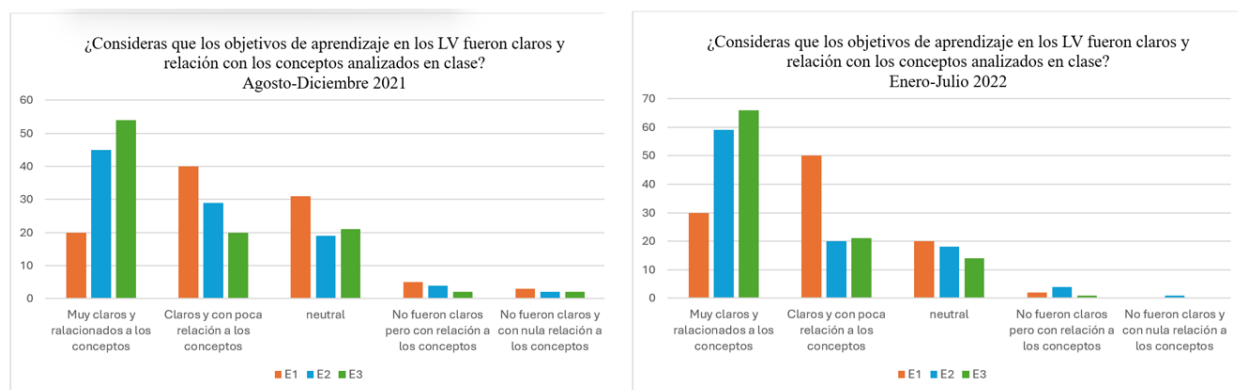


Figura 11. ¿Consideras que los objetivos de aprendizaje de las actividades son claros y comprensibles?

Sin embargo, para el diseño de actividades y su posterior evaluación es de utilidad enfocarnos en torno a la pregunta o las preguntas: ¿Qué queremos que el estudiante aprenda? y de manera complementaria, ¿Cuáles son las habilidades que deseamos que el estudiante alcance?

Esta conexión entre los objetivos de aprendizaje y las habilidades deben de ser enrollados en la planificación y en la evaluación de las actividades.

La relación que se establece es un marco coherente que ayuda a los estudiantes a comprender cómo se medirá su progreso y qué se espera de ellos. Por lo que, la dupla entre los objetivos y la evaluación no solo fomenta un ambiente de aprendizaje más comprensible, sino que también facilita la internalización y retención de conocimientos (Sewagegn, 2020).

No obstante, a pesar de la relevancia de estos objetivos, los educadores pueden enfrentar desafíos al redactarlos de manera clara y concisa (Motozono et al., 2022). Esta dificultad puede surgir de diversas razones, como la falta de experiencia, la complejidad de los contenidos o la necesidad de adaptar los objetivos a las necesidades específicas de los estudiantes. Reconociendo estas dificultades, es necesario brindar a los educadores herramientas y apoyo adecuados para que puedan desarrollar objetivos de aprendizaje efectivos, optimizando el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La importancia de establecer los objetivos de aprendizaje radica en que estos sean específicos, medibles y alcanzables, de modo que los estudiantes puedan evaluar su propio progreso (Rentería Ramírez y González Asprilla, 2023). Ya que al comprender claramente lo que se espera de aprender, los estudiantes pueden ver la relevancia y la aplicación práctica de los conceptos que están aprendiendo.

En un LV, donde la autonomía del estudiante es clave, los objetivos de aprendizaje también actúan como un faro que guía la autoexploración y el auto direccionamiento. Al tener una comprensión clara de lo que debe lograr, los estudiantes pueden tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar su tiempo y recursos, optimizando así su experiencia de aprendizaje en línea.

Interacción con las plataformas digitales

El éxito de un LV puede depender del uso y/o interacción, así como de una buena moderación por parte del facilitador (Novoa y Flórez, 2011). En la Figura 12 se ilustra la naturaleza de la interacción de los estudiantes con los LV. En este tipo de herramientas didácticas, la interacción se concibe como un proceso que debe ser fácil de usar e intuitivo, caracterizado por una interfaz clara y comprensible. Este enfoque facilita que los estudiantes interactúen sin contratiempos ni dificultades técnicas, permitiéndoles sumergirse de manera fluida en las actividades propuestas.

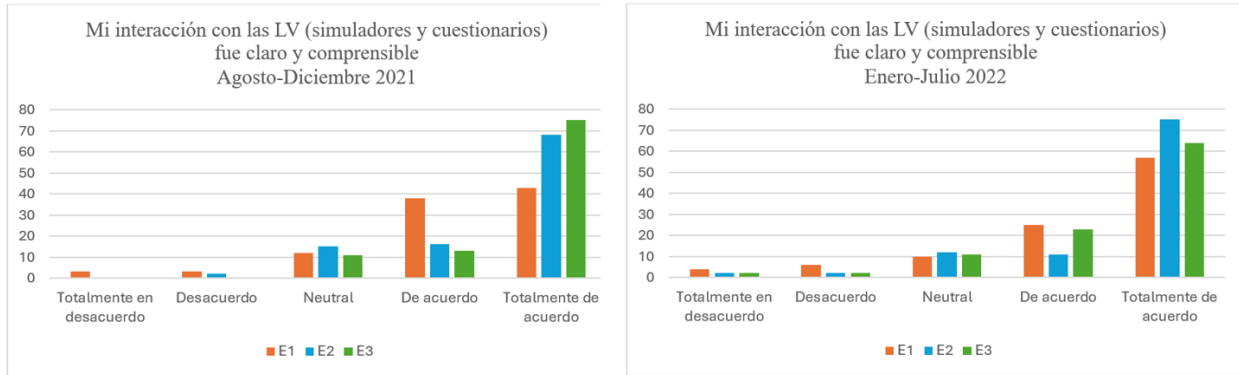


Figura 12. ¿Consideras que los entornos virtuales que utilizas para aprender biología son interactivos y te permiten participar activamente en las actividades?

En un laboratorio virtual, donde la falta de interacción social cara a cara puede generar malentendidos, una comunicación clara a través de mensajes, anuncios y materiales instruccionales asegura que los estudiantes comprendan correctamente los objetivos del curso, las tareas asignadas y los criterios de evaluación.

Por lo que la interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar para que los estudiantes logren acceder a las simulaciones, cuestionarios y otros recursos de manera efectiva, pues la experiencia del usuario juega un papel importante en la propia interacción (Guartatanga Loyola, 2023)

Radhamani (2014) menciona que las interacciones del usuario con los simuladores desencadenan mejoras notables tanto en el rendimiento académico de los estudiantes como en sus habilidades de laboratorio. Así mismo Lindsay (2007) destacó la imperiosa necesidad de lograr un compromiso auténtico en los LV para garantizar una experiencia de aprendizaje reflexiva y significativa.

Por consiguiente, la capacidad de los estudiantes para interactuar de manera activa y participativa con los recursos virtuales no solo eleva la calidad del aprendizaje, sino que también facilita la asimilación y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

Tiempo y recursos disponibles

La gestión eficaz del tiempo y los recursos son otros factores por considerar durante el desarrollo e implementación de LV de aprendizaje. En una fase inicial, como se puede observar en la figura 13 hay diversas opiniones que no se mantuvieron sesgadas como en preguntas anteriores y es que

la administración adecuada del tiempo se vuelve imperativa para la concepción y diseño de actividades y experiencias de aprendizaje.

La asignación de tiempo para completar un laboratorio virtual puede variar según la complejidad del contenido, los objetivos del laboratorio, el nivel educativo y la naturaleza de las actividades involucradas. Es lógico pensar que instrumentos más desafiantes que requieren un mayor grado de análisis pueden necesitar más tiempo. Sin embargo, hay que tomar a consideración que durante la pandemia los estudiantes dijeron sentirse abrumados por estar mucho tiempo frente a sus dispositivos electrónicos; por lo que en ocasiones el LV no era propiamente desafiante, sino que los estudiantes querían desconectarse y poder concentrarse sin esa sensación de cansancio.

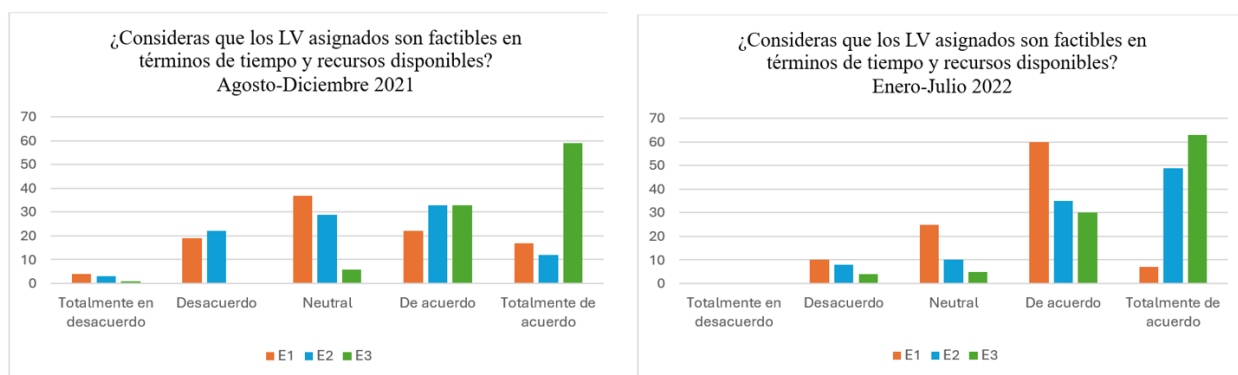


Figura 13. ¿Consideras que los LV asignados son factibles en término de tiempo y recursos disponibles?

Los educadores deben llevar a cabo una cuidadosa gestión de la carga de trabajo, garantizando que los estudiantes dispongan del tiempo necesario para asimilar la información, participar en actividades y completar las evaluaciones de manera reflexiva. Este equilibrio preciso no solo optimiza la efectividad del aprendizaje, sino que también promueve una experiencia educativa integral y enriquecedora para los estudiantes.

Cabe destacar que la disponibilidad del tiempo fue modificada por completo durante el segundo semestre que se realizó este estudio, ya que se consideró el tiempo que los estudiantes pasaban frente a los dispositivos electrónicos a consecuencia de la pandemia. Es decir que, aunque en ocasiones la asignación de los LV era asincrónica y se les daba un horario de entrega que facilitara

su respuesta y entrega; fue una realidad y desafío que la unidad de aprendizaje de genómica funcional no era la única materia con actividades asincrónicas adicionales al tiempo de estudio. Lo que con llevó a una saturación de actividades. Ante esto último, la acción que fue tomada fue el aumentar el tiempo permitido para su respuesta y el asignar los LV fuera del horario de clase de manera asincrónica.

Por otra parte, la búsqueda de los recursos disponibles y su adecuada aplicación puede garantizar una experiencia de aprendizaje en línea de alta calidad, ya que los materiales educativos, las plataformas tecnológicas y el acceso a otros recursos digitales son componentes esenciales que deben estar disponibles y ser fácilmente accesibles para los estudiantes (Aldredge et al., 2019; Apoki et al., 2019).

Debido a la problemática presentada por falta de simuladores virtuales y/o recursos multimedia (interactivos) para la enseñanza de la genómica, consideramos que las herramientas digitales, tales como *quizziz* y *socrative*, brindaron ese útil contraste que le dio un toque innovador a la evaluación formativa.

Tomando en cuenta, sobre todo, la flexibilidad de estos softwares de ser utilizados asincrónicamente, los docentes en ocasiones los implementaron de esta manera para repasar conceptos previos a los exámenes o como un cuestionario posterior a la revisión de los temas que dio la utilidad de conocer lo no consolidado en clase; cabe destacar que estas evaluaciones formativas se repetían inclusive sin el uso de algún interactivo, pues el objetivo de volvía el repasar conceptos.

Adicionalmente a lo mencionado anteriormente, las herramientas educativas lúdicas como Socrative y Quizziz presentan una ventaja significativa: la automatización de la evaluación y la retroalimentación inmediata. Esta característica se traduce en beneficios tanto para los profesores como para los estudiantes. En el caso de los educadores, el uso de estos recursos digitales simplifica el proceso de revisión de actividades, ya que la evaluación se realiza de manera automatizada. Esto no solo ahorra tiempo, sino que también permite una respuesta inmediata, mejorando así la experiencia de aprendizaje para todos los involucrados. Particularmente, los docentes se sintieron beneficiados al tener un sistema automatizado de evaluación que les permitió

evaluar, obtener progreso de sus estudiantes y porcentajes de aciertos y errores mediante el uso de estos softwares.

En lo que respecta a los estudiantes, participar en actividades que les brindan acceso a cuestionarios para una autoevaluación en tiempo real de manera dinámica, según Ferre et al., (2018), contribuye significativamente a hacer el proceso de enseñanza mucho más ameno. Sin embargo, durante el desarrollo de este estudio, surgió la controversia en torno a la disponibilidad de tiempo para completar estos instrumentos de evaluación. Este aspecto fue destacado repetidamente en las encuestas aplicadas a los estudiantes, señalando su impacto en el rendimiento académico. A lo largo de las distintas etapas del estudio, observamos que el factor tiempo fue ajustado progresivamente para mejorar la experiencia de los estudiantes, como se evidencia en la figura 13.

Los comentarios de los estudiantes obtenidos en la primera y segunda etapa eran neutrales generalmente, si bien, como se mencionó, los últimos cuestionarios implementados como instrumentos de evaluación fueron aplicados en la plataforma de Socrative, esto con el objetivo de evitar ese posible estrés al tener que contestar una pregunta con límite de tiempo con el software de quizzis.

En el semestre agosto-diciembre se implementaron de manera asincrónica para no comprometer la hora de clase y que los estudiantes no se sintieran presionados al tener que contestar el cuestionario en 1 o 2 horas. En el semestre enero-julio, la mayoría de los LV fueron empleados de manera asincrónica debido a la primera razón comentada, y como podemos observar, en la última etapa del semestre agosto-diciembre, los estudiantes ya no sintieron el tiempo como una limitante. Mientras que, en el siguiente semestre, por lo general hubo buena aceptación al tiempo dedicado para su análisis.

El compromiso por parte del docente

El rol del docente y la retroalimentación por parte de este fueron uno de los comentarios mayormente repetidos en todas las encuestas a estudiantes. En la figura 14, se observan las dos contrapartes del rol del docente, pues durante un semestre en línea los maestros estaban conectados dando ese *coaching* o bien ese acompañamiento a los estudiantes; mientras que en el semestre mitad híbrido-mitad presencial, un docente no podía estar conectado dando ese apoyo debido a que él

estaba dando clases presenciales y no realizaba las actividades en vivir debido a que la infraestructura no era favorable para la conectividad, dejando los LV como actividades asincrónicas.

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

En la figura 14 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 1.

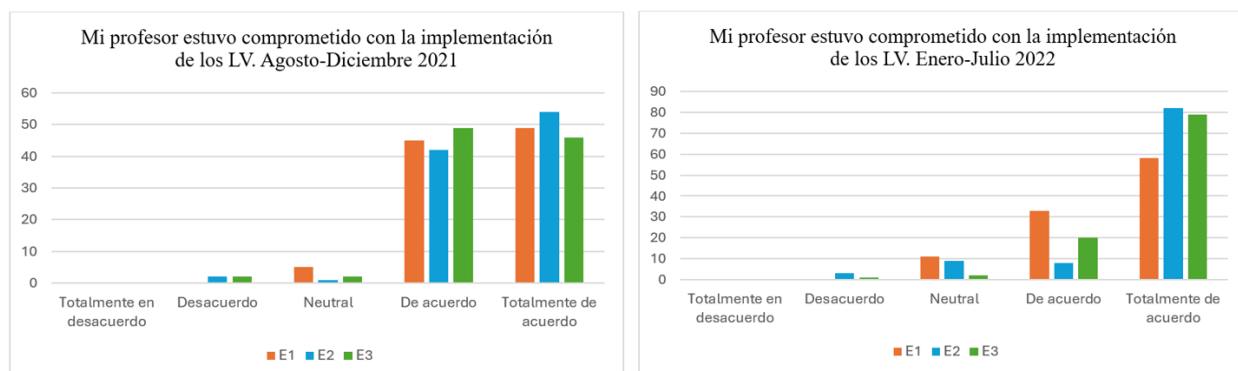


Figura 14. Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los LV

En un estudio acerca de la motivación y el estrés generados durante la pandemia realizado por 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.

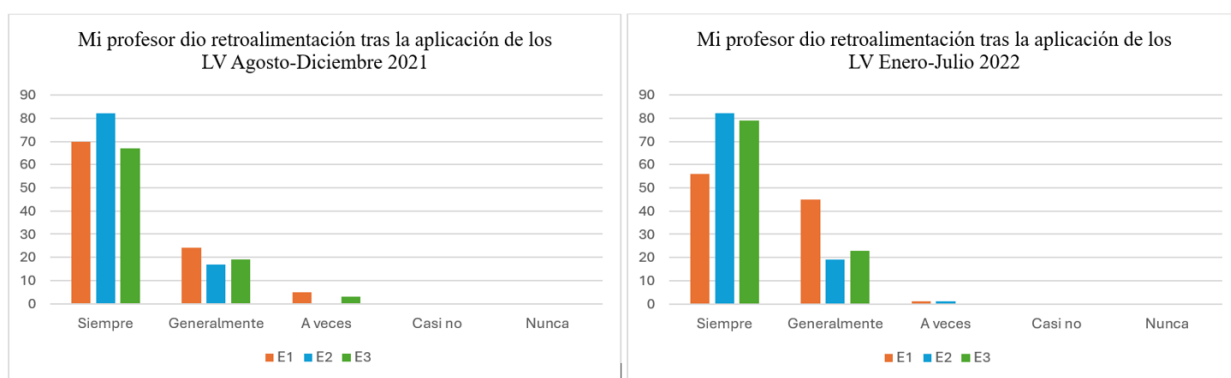


Figura 15. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales.

En la figura 15 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 les 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.

En cualquiera de los casos, el dar una retroalimentación del trabajo del estudiante es parte importante de la evaluación formativa, pues cumple una función crucial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al proporcionar información valiosa que ayuda al estudiante a mejorar su desempeño, alcanzar metas de aprendizaje, desarrollar habilidades de autoevaluación y personalizar su proceso de aprendizaje.

El tener un sistema de evaluación para medir el rendimiento de los estudiantes en entornos virtuales puede ayudar no solo a los estudiantes en su proceso de aprendizaje sino facilita a los educadores a identificar áreas de fortaleza y debilidad en la comprensión del estudiante y hacer ajustes en consecuencia de estos.

Durante el semestre de agosto-diciembre, los estudiantes se sentían en confianza cuando los docentes les daban su apoyo o su retroalimentación o, en palabras de algunos alumnos, “reconocían su esfuerzo”. Se intuye que, aunque el rol del maestro no sea algo que se requiera para una planificación y desarrollo, lo cierto es que el acompañamiento docente y los procesos de evaluación durante la implementación de los LV es vitales.

Este último aspecto puede complementar la acción subsiguiente, que es la necesidad de recibir retroalimentación. Al referirnos a las plataformas utilizadas para los cuestionarios, *Quizziz* se destacó por ofrecer de inmediato la respuesta correcta, permitiendo a los estudiantes recordarla con facilidad.

En contraste, *Socrative* no proporcionaba la respuesta de manera inmediata durante el semestre agosto-diciembre, delegando la responsabilidad de la retroalimentación al docente. Sin embargo, en el segundo semestre, durante la realización de este estudio, se implementó una modificación para ofrecer retroalimentación al final de la evaluación. En otras palabras, se incorporó automáticamente en la segunda herramienta digital de evaluación una opción que proporciona la respuesta correcta al instante.

El papel de la retroalimentación es de importancia para el proceso de aprendizaje; no sólo en la planificación de un LV sino de cualquier actividad que el estudiante realice, pues como es conocido, el estudiante aprende mejor de sus errores; siendo la retroalimentación la columna vertebral en el proceso de construcción del conocimiento; podemos decir que la intervención del profesor para este fin es esencial (García, 2014).

Otra razón de importancia que valdría la pena mencionar es el mantener la motivación en los estudiantes para comprometerlos en su aprendizaje, esto debido a que, según Brookhart (2017), el mantener los estudiantes pueden ver su progreso y reconocer el trabajo duro que están haciendo.

Algo a destacar es la perspectiva docente, ya que se señaló que como catedrático *debemos buscar crear estudiantes autodidactas, con el interés de buscar la verdad, pues si el estudiante no se siente seguro de una pregunta, lo lógico es que terminando la actividad el estudiante busque conocer más sobre ese aspecto*. Si queremos formar estudiantes críticos, lo ideal es el papel de maestro, un guía que promueva el activo en los estudiantes y, por lo tanto, la búsqueda del conocimiento (Cope y Kalantzis, 2000).

4.1.2 ¿Cuál es el impacto cualitativo tras la implementación de instrumentos de evaluación formativa mediados por tecnología?

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.

El análisis de ciertos temas y conceptos inherentes a la genómica, como la expresión y/o silenciamiento génico, así como la síntesis de proteínas, puede resultar abstracto para los estudiantes. Con el propósito de facilitar la comprensión de estos conceptos, surgió la necesidad de implementar los laboratorios virtuales en un contexto lleno de incertidumbre ocasionado por la pandemia.

En la Figura 16 se presentan las gráficas correspondientes a los semestres agosto-diciembre de 2021 y enero-julio de 2022. En ambas instancias, la mayoría de los estudiantes indicaron que el uso de los laboratorios virtuales les ayudó a integrar mejor los conceptos de la clase, esto es de importancia ya que el aprendizaje conceptual va más allá de la memorización superficial del contexto propio. Busca centralizarse en la comprensión profunda de los conceptos, permitiendo así que los estudiantes apliquen su conocimiento en diversos ámbitos.

En línea con este enfoque, Udin et al. (2020) plantea la necesidad de revisar el uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la biología, especialmente en la educación superior. Esta revisión se justifica debido a las particularidades de los contenidos, así como a la función y eficiencia de estos recursos en la evaluación del aprendizaje

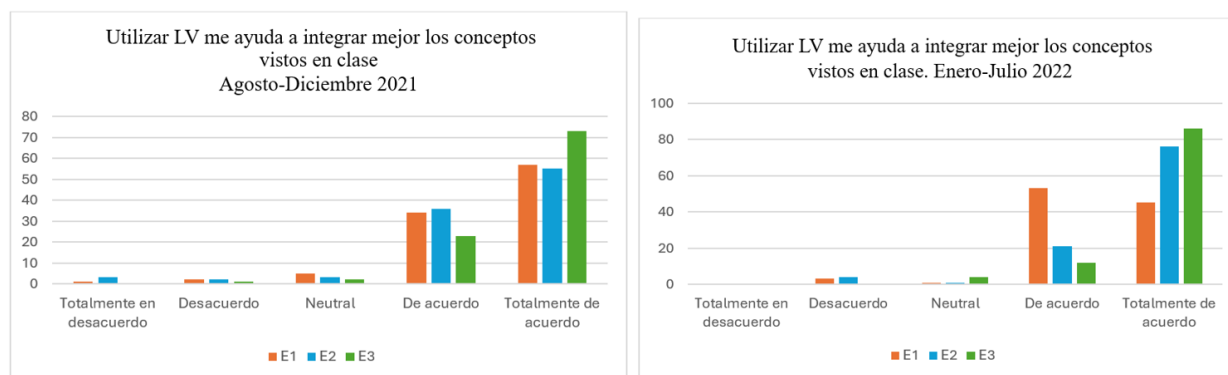


Figura 16. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar los laboratorios virtuales me ayuda a integrar mejor los conceptos y la comparación entre los semestres.

El 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 17), que fueron facilitados por el uso de LV.

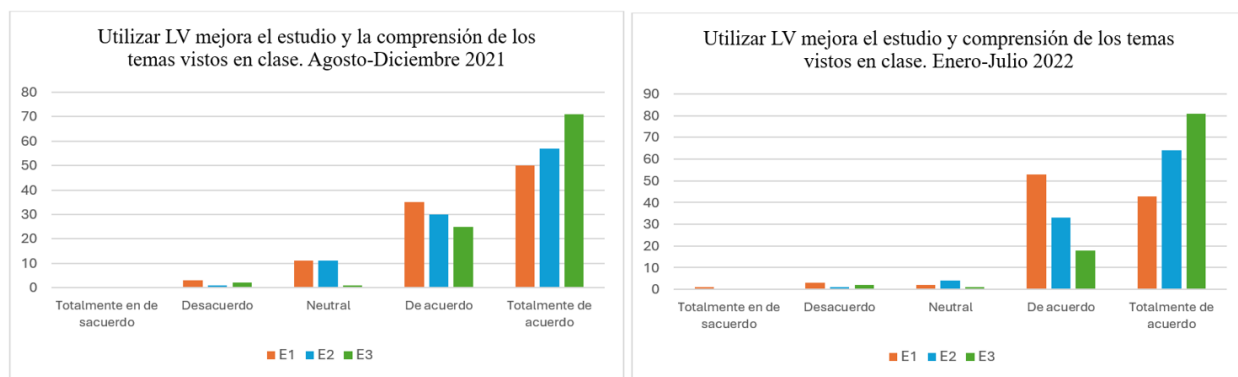


Figura 17. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales mejora la comprensión de los temas vistos en clase.

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 de este, 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 18).

Diaz 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.

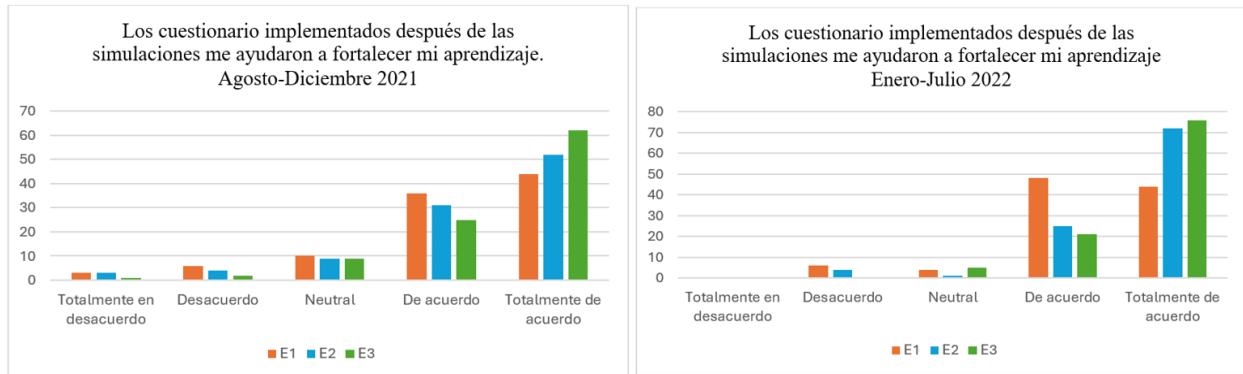


Figura 18. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta los cuestionarios implementados después de las simulaciones me ayudaron a fortalecer mi aprendizaje.

Como ya se mencionó anteriormente, 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 (figura 19).

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; Rocés et. al., 1995), sino que continúan arrastrando estas deficiencias a lo largo de toda la carrera.

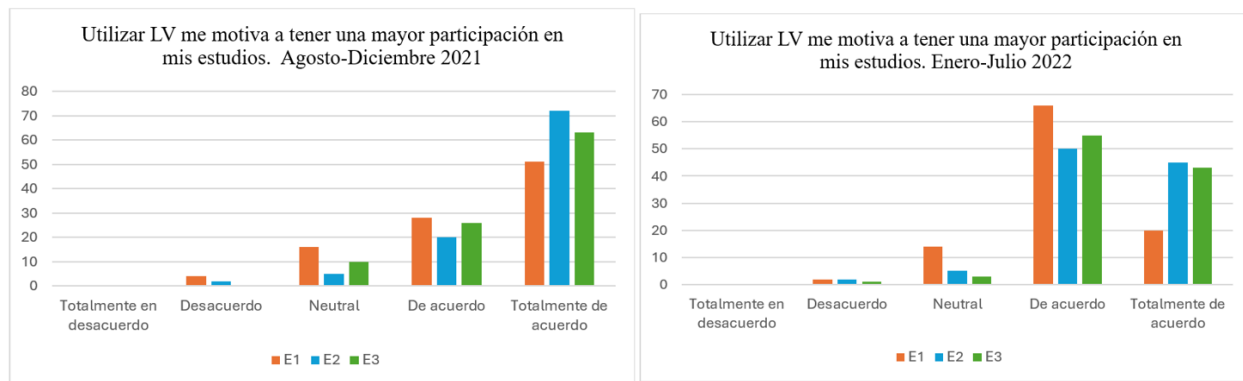


Figura 19. Resultados obtenidos durante los dos semestres estudiados de la pregunta: Utilizar laboratorios virtuales me motiva a tener una mayor participación en mis estudios.

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). En la siguiente tabla 5 se muestra comentarios por parte de los estudiantes que explicación su motivación por el uso de los LV.

Tabla 5. Comentarios de estudiantes que explican la razón de su motivación al usar los LV

El involucrar cuestionarios interactivos en tu clase de genómica funcional, ¿favoreció tu motivación en el tema? ¿Por qué?
<i>si, me ayudo de evaluación de lo que aprendí y también de aprender de los errores</i>
<i>Si, porque así conocía más a fondo el tema y sabía en que cosas me faltaba reforzar</i>
<i>Sí, me ayudo a comprender mejor los temas, aprendo de forma visual y haciendo las cosas yo misma.</i>
<i>Sí, porque es otra manera diferente de ver y repasar los temas, no lo típico de solo ver teoría y teoría de presentaciones todos los días.</i>
<i>Si, por que era una manera de demostrar que se estaba comprendiendo el tema</i>
<i>Claro, aprendo más, hace que se mantenga en mi mente y tenga facilidad al comprender.</i>
<i>Tal vez no tal cual el motivar, pero si, hace la clase más divertida y dan ganas de entrar y seguir echándole ganas</i>
<i>favoreció porque a veces en los labs venían datos extras o aplicaciones que no habíamos visto en clase y que nos daban un panorama más general del tema</i>
<i>Si, porque creo que motivaba una pequeña competencia entre los compañeros lo que hacía que te esforzaras un poco más a obtener mejores resultados</i>
<i>Si, porque me divertía usando los laboratorios y por lo mismo mantenía mi interés en la materia porque no era monótono</i>
<i>Si, no se vuelve tan monótono aprender ciertas cosas, y a veces la competición entre compañeros puede ser motivante</i>
<i>Si, me ayudo en recordar partes claves de los laboratorios</i>
<i>si, aclaraba las dudas o resaltaba esa debilidad que tenía lo que me motivaba a saber la respuesta</i>

<i>Sí, dejaba más claro los fundamentos y como interpretar resultados</i>
<i>Me ayudó a agilizar el pensamiento, pero creo que deberían ser más complemento previo al laboratorio virtual.</i>
<i>Los cuestionarios dirían que son una gran herramienta posterior a cuando el profesor da la clase</i>
<i>Sí, me di cuenta en qué temas me faltaba repasar, y cuáles ya tenía dominados.</i>
<i>Si, porque da un acercamiento interesante y amigable en lugar de toda la información sin filtrar</i>
<i>si ya que es una manera muy interesante de afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso</i>
<i>si, porque me sirvieron de retroalimentación</i>
<i>Si, por que asi repasabas los temas vistos para su posterior uso</i>
<i>Porque me daba cuenta que no me iba tan mal por ende siento que iba comprendiendo de los temas</i>
<i>Creo que si, al menos siento que mi motivación fue mayor a si solo hubiera sido la explicación por parte del profesor.</i>
<i>Si, entendía más de lo que hablaba</i>
<i>Sí, motivación a estudiar antes del tema, saber del tema antes de contestar algo es fundamental</i>
<i>si, ayuda más a captar la atención un cuestionario interactivo</i>
<i>Sí, a veces la genómica funcional puede llegar a revolver un poco con tantas definiciones y temas, pero el usar cuestionarios regularmente me ayudó a poder repasar y en verdad entender la información</i>
<i>si, para ver en qué cosas tenía que echarle ganas</i>
<i>Sí. Porque muestra el interés del docente</i>
<i>Sí, tienes mayor motivación por aprender</i>

A lo largo de las encuestas se observó comentarios como *'la plataforma es curiosa, no sabía dónde hacer clic'* o *'necesito ayuda para poder utilizar el software'*. Tal y como se destacó en la en la figura 7 señalando que se procuró utilizar softwares amigables y/o intuitivos con su interacción, algunos estudiantes presentaron cierta reserva hacia el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Ante esto es indispensable que el tutor tenga el conocimiento mínimo requerido para orientar al alumno en cualquier situación que se presente al momento de trabajar con este tipo de plataformas o softwares, lo que recae en la importancia de la constante capacitación del docente; de esta manera, el tutor podrá brindar apoyo en el momento en que el alumno lo necesite, sin que eso sea un obstáculo para que el alumno pueda continuar desempeñándose en el curso. Es deseable que parte del perfil del tutor en línea sea la apertura a nuevas tecnologías (García, 2014).

Dado lo anterior, las instituciones educativas deben de reconocer la necesidad de capacitar a sus docentes, así como en la elección y uso de la tecnología. Para que de esta esta manera se logró la

transformación de la educación, elaborando contenidos educativos significativos que fomenten los procesos cognitivos de los estudiantes (Guzmán, 2011).

El desarrollo profesional docente es entendido desde un enfoque formativo de transformación ya que puede ser visto bajo la connotación de evolución y continuidad, en el que docente mínimamente competente alcanza niveles más altos de competencia profesional, ampliando su comprensión de sí mismo, de su cátedra, de los contextos y de la carrera profesional (Marcelo y Vaillant, 2009).

A través de ejercicios de reflexión es necesario hacer énfasis en los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por la tecnología con el propósito de conocer, inspirar y mejorar el ejercicio docente, en el cual no es suficiente la formación inicial y ni la experiencia, sino la actualización y formación constante, siendo consciente del desarrollo profesional y personal, que esta adaptación genera (Gudmundsdottir y Edvard Hatlevik, 2018).

Si bien ha habido avances en la forma en que los docentes integran las tecnologías digitales en la enseñanza, a nivel internacional sigue siendo muy variable entre los diferentes contextos sociales. En Latinoamérica, por ejemplo, requiere urgentemente de la alfabetización digital como apertura del conocimiento, no obstante, un gran compromiso de orden ético que debe guiar y comprometer a los grupos de interés digitales en el camino, con el firme objetivo de que los conocimientos constructivos y positivos que debe de ofrecer la red, tienen como fin último o deberían de tenerlo, el mejoramiento de la calidad de vida de las personas (Diaz et al, 2022)

Durante el proceso de alfabetización digital de los docentes, suele ser frecuente encontrarse con la resistencia al cambio. Para hacer frente a esta problemática, es esencial abordar las preocupaciones del profesorado y brindarles el apoyo y la motivación necesaria para evitar que se sientan abrumados por la amplia gama de opciones tecnológicas disponibles.

En este sentido el proporcionar a los profesores el acceso a las tecnologías, el tiempo para experimentar y la capacitación no son suficientes para lograr la integración digital en su práctica, pues la integración de la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje es compleja y requiera forzosamente un cambio de mentalidad en los docentes, así como una cultura educativa

más amplia por lo que deben de crear y difundir programas de entrenamiento y actualización para fomentar sus competencia y aumentar su confianza (Farjon et al., 2019; Fernández Cruz et al., 2018)

4.1.3 ¿Qué características deben de tener los laboratorios virtuales que favorezcan el abordaje de contenidos y la realización de prácticas en el área de genómica?

Durante el análisis exhaustivo de las encuestas realizadas y al examinar detenidamente el discurso recopilado en las entrevistas con los maestros, hemos obtenido valiosa información sobre los desafíos, problemáticas y experiencias resultantes del uso de los laboratorios virtuales. Desde una perspectiva estudiantil, el aprendizaje de la genómica es potencializado mediante actividades formativas diseñadas para transformar los procesos cognitivos del alumnado, pues estos LV han sido diseñados incorporando una serie de características esenciales que no solo facilitan el abordaje de contenidos, sino que también llevan la realización de prácticas a un nivel que promueve la propia construcción del conocimiento.

La metacognición se define como la comprensión de nuestro propio proceso de pensamiento y aprendizaje, siendo un elemento pedagógico que ha sido objeto de frecuentes discusiones (Versteeg et al., 2021; Roberts, 2021; Tanner, 2012; Stanton et al., 2021). Sin embargo, a los estudiantes rara vez se les da opciones de proceso cognitivo de aprendizaje, ya que los docentes son quienes desarrollan el plan de estudios y los componentes del curso.

Por consiguiente, las unidades de aprendizaje en el ámbito científico suelen ser concebidas con un enfoque práctico y centrado en el estudiante. empleándose métodos de aprendizaje activos (Tanner, 2013) para instruir al alumnado en habilidades de laboratorio, alfabetización científica y conocimientos que aplicarán en su futura carrera profesional.

La inesperada transición al aprendizaje en línea por la pandemia tuvo como consecuencia la necesidad de reevaluar cómo la enseñanza y el aprendizaje ocurre en entornos de aprendizaje en línea. Si bien la transición fue especialmente desafiante para los laboratorios tradicionales, el uso de LV como los del presente estudio, así como otras actividades formativas establecidas dentro de un marco virtual fueron la estrategia para consolidar el aprendizaje.

Si bien las decisiones sobre los componentes del curso fueron tomadas principalmente por los maestros, esta "necesidad de reevaluar" brindó la oportunidad de rediseñar cursos con una mayor aportación estudiantil, principalmente porque fueron los estudiantes quienes utilizaron estos instrumentos de evaluación para su aprendizaje.

Los LV crearon espacios de concentración para el pensamiento crítico y reflexión de conceptos previamente estudiados; los cuales fueron importantes en el proceso experiencial, permitiendo el aprendizaje significativo a través de la práctica.

Considerando esto último y con el objetivo de re-evaluar los LV, identificando así los aspectos para mejorar el proceso cognitivo de los estudiantes, se plantearon preguntas que ayudasen a fundamentar el éxito de los LV. A continuación, en la tabla 6, se muestran los comentarios con mayor repetición que se observaron en la encuesta a las preguntas: *¿Puedes especificar la razón por la cuales te gustó trabajar con lo LV?*

Tabla 6. Respuestas de los estudiantes antes las preguntas sobre las razones por las cuales les agradó trabajar con LV.

¿Puedes especificar la razón por las cuales te agradó trabajar con lo LV?
<i>...me gustaron las animaciones, creo que me hizo repasar y recordar los conceptos fácilmente...</i>
<i>...fue más interactivo, se sintió como todos los pasos de laboratorios...</i>
<i>...fue el más visual...</i>
<i>...fácil acceso y comprensión...</i>
<i>...aprendí nuevos conceptos experimentales...</i>
<i>...me pareció perfectamente explícito, visualmente representaba lo que se hace en el laboratorio simulando estar dentro de uno...</i>
<i>...el desarrollo de las animaciones y/o videos me ayudó mucho a darle una "cara" a la teoría...</i>
<i>...me gustaron los últimos, ese modo de Quiz virtual, con música, poderes y que te hace ver los errores es el mejor modo de aprender en estos tiempos tristes de pandemia, y el que te aparezca el puntaje de los demás lo hace competitivo y mucho mejor...</i>
<i>...fue interactivo y diferente a laboratorios de semestre pasado, fue refrescante hacer una actividad que simulara un laboratorio...</i>
<i>...me gustaron la plataforma que utilizamos, son más agradables a la vista y siento que es más dinámico que usar kahoot o un forms...</i>

El analizar qué aspectos favorables promueven el uso de LV nos permitió conocer los intereses y preferencias de los estudiantes, lo que podría ayudar mejorar la aceptación, accesibilidad, gusto y motivación hacia este tipo de actividades. Lo más destacado fue que a los estudiantes les gustaron las animaciones desde una perspectiva visual, ya que algunos mencionaron que les ayudaba a darle "cara a la teoría". Además, se observó que el hecho de que estos laboratorios fueran interactivos, permitiendo a los estudiantes seleccionar diferentes opciones en una simulación, les ayudaba a comprender paso a paso la importancia del fundamento.

Desde esta perspectiva, Domínguez, Jaén y Ceballos (2017) subrayan la necesidad de desarrollar contenidos digitales de manera significativa, relevante y completa. Por lo tanto, existe la necesidad enfocarse en que el material incorporado en los LV permita a los estudiantes aplicar de manera práctica los conocimientos teóricos adquiridos. Esta aplicación práctica es esencial para ampliar los aprendizajes conceptuales mediante la experiencia directa.

En el ámbito práctico y la experiencia derivada del uso de LV, se requiere una constante elaboración y resignificación de los conceptos. Esto se debe a que los LV se convierten en un modelo educativo adaptable y accesible en diversos contextos humanos, sociales y culturales (Melo y Díaz, 2018). Estos laboratorios generan procesos de aprendizaje significativo al construirse a partir de aspectos de gran interés tanto para los estudiantes como para la sociedad, especialmente en áreas específicas como la genómica.

Tras la revisión y reevaluación de los laboratorios virtuales de aprendizaje, se destacó cómo los estudiantes desempeñaron un papel más activo al reflexionar sobre los conceptos previamente estudiados y evaluados durante la realización de dichos laboratorios. Se observó que, al analizar las reflexiones, dos términos se repetían con frecuencia como sugerencias de mejora, lo cual resultó notable. En consecuencia, la respuesta concisa a esta tercera pregunta de investigación se resume en dos palabras clave: interacción y dinamismo.

Se ha evidenciado que el empleo de animaciones por computadora resulta eficaz para incrementar la motivación de los estudiantes y fomentar su interés en participar en actividades de laboratorio, como se destaca en la investigación de Collette y Chiappetta (1989).

La interactividad en este tipo de herramientas didácticas es un componente clave, puesto que permite al estudiante no sólo visualizar los elementos de la práctica sino introducirse en el mundo

virtual con la posibilidad de realizar, entre otras acciones, movimientos con los objetos, unirlos, separarlos, desplazarlos, llenar y vaciar recipientes, medir volúmenes, pesar, cambiar de escenario o seleccionar variables.

Infante Jiménez (2014) menciona que la interactividad en este tipo de herramientas didácticas es un componente clave, ya que permite no sólo visualizar los elementos de la práctica al igual que introducirlos en el experimento virtual.

Para poder reforzar esta respuesta y evitar ser redundante con las preguntas de las encuestas, les preguntamos a los estudiantes de manera general considerando los 11 laboratorios virtuales trabajados durante este estudio, ¿Que nos dieran 2 ejemplos de las prácticas qué más les hayan gustado? como podemos ver en la tabla 7, las respuestas fueron generalmente: microarreglos, extracción de DNA/RT-PCR, SNP y el CRISPR.

Tabla 7. Ejemplos de prácticas que tuvieron un mejor recibimiento por los estudiantes.

<i>¿Puedes dar dos ejemplos de prácticas que te hayan gustado?</i>	
<i>Microarreglos y Extracción de DNA</i>	<i>Me gustó mucho la de Crispr y microarreglos</i>
<i>La de microarreglos y SNP</i>	<i>La práctica realizada en Quizizz.</i>
<i>la de SNP y Microarreglos</i>	<i>Extracción de ADN y CRISPR</i>
<i>Microarrays y el lab dónde veíamos como algunos genes de cancer podrían tornarse amarillos o verdes (No recuerdo bien el nombre)</i>	<i>Microarreglos y snp</i>
<i>El de crispr</i>	<i>CRISPR y Microarreglos</i>
<i>SNP's y microarreglos</i>	<i>Microarreglos y Electroforesis</i>
<i>Microarreglos y SNPs</i>	<i>microarreglos y CRISPR-Cas9</i>
<i>Microarreglos y CRISPR Cas9</i>	<i>Micro arreglos y SNP</i>
<i>el de Crispr-Cas9 y el de SNP</i>	<i>Micro arreglos y pcr</i>
<i>la de extracción de dna y microarreglos</i>	<i>Crisp Cas y Microarreglos</i>
<i>Crispr y microarreglos</i>	<i>Crispr y extraccion adn</i>
<i>Microarreglos</i>	<i>Microarreglos</i>
<i>La practica de moscas y crispr</i>	<i>Crispr-Cas9 y SNPs</i>
<i>Microarreglos y SNP</i>	<i>SNP y electroforesis en gel con qPCR</i>
<i>crispr y Microarrays</i>	<i>Me gustó mucho la practica sobre la extracción de ADN, la PCR y electroforesis, también me gustó el lab de las mosquitas.</i>

<i>El de CRISPR- cas y extracción de ADN con PCR</i>	<i>El de los microarreglos y el de extracción de SNP</i>
<i>La de SNPs, CRISPR-Cas 9, Epigenética</i>	<i>La de SNPs y electroforesis en gel</i>
<i>las ultimas prácticas fueron las que mas me gustaron</i>	<i>La de extracción de DNA, electroforesis y pcr y el de hacer moscas transgenicas</i>
<i>Microarreglos y CRISPR-Cas9</i>	<i>La de CRISPR-CAS9 y Electroforesis/PCR</i>
<i>La práctica de extracción de adn y el laboratorio sobre CRISPR</i>	<i>La de SNPs y la de Crispr-Cas9</i>
<i>no me acuerdo de los nombres, pero las moscas y crispr</i>	<i>CRISPR/Cas, microarreglos y electroforesis</i>
<i>SNP y microarreglos</i>	<i>El de las moscas y lo de CRISPER</i>
<i>Microarreglos</i>	<i>CISPR CAS9 y PCR.</i>
<i>Microarreglos y SNP</i>	<i>La de las moscas transgénicas y el de microarreglos</i>
<i>Pcr y microarreglos</i>	<i>CRISPR-CASS9 y Microarreglos</i>
<i>Extracción de DNA y CRISPR-Cas9</i>	<i>La práctica de las moscas y donde nos explicaban lo del gel de agarosa</i>

Es esencial señalar que estos Laboratorios Virtuales (LV) fueron desarrollados por el HHMI y la Universidad de Utah, como mencionó uno de los docentes en una entrevista “*Se reconoce que el éxito de estos laboratorios radica en la colaboración de un equipo de programadores y expertos dedicados al diseño e implementación de los LV.*” La esencia de estas prácticas se caracteriza por elementos como animaciones de calidad, uso efectivo de efectos visuales, presentación de datos detallados en cada paso y la aplicación de ejemplos relacionados con el tema. Estos detalles se resumen de manera más concisa como un laboratorio interactivo y dinámico.

La esencia de estos laboratorios virtuales se fundamenta en la interactividad y la simulación realista. Al permitir que los estudiantes interactúen directamente con modelos biológicos virtuales, se sumergen en experiencias prácticas que simulan un entorno de laboratorio tradicional. Esta interactividad se complementa con la accesibilidad y flexibilidad, asegurando que los estudiantes puedan explorar y aprender en cualquier momento y lugar, adaptándose a sus horarios y necesidades individuales.

Además, los recursos multimedia desempeñan un papel crucial. Videos, imágenes y animaciones enriquecen la comprensión de conceptos biológicos complejos, ofreciendo una perspectiva visual que va más allá de los confines de un aula tradicional.

4.1.4 Perspectiva docente

No obstante, aunque la parte visual e interactiva en un LV facilita el abordaje de contenidos, es verdad que bajo una perspectiva docente se deben examinar las prioridades institucionales, curriculares y didácticas con respecto a la implementación de la evaluación formativa en estos entornos virtuales.

Tal como se ha mencionado, el incorporar a esta estructura de entornos virtuales, espacios disponibles para la tutoría o retroalimentación personalizada, puede ser una limitante para los docentes, razón por la que se buscó que se llevaran a cabo intervenciones con el propósito de crear situaciones que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Estos espacios promovieron un acompañamiento continuo y una interacción bidireccional con los estudiantes, destacando la comprensión y transferencia de contenidos en estos entornos, priorizando, por lo tanto, una perspectiva que guíe y redirija los procesos de aprendizaje.

En cuanto a los aspectos didácticos de la asignatura, los profesores iniciaron una planificación y orientación de la implementación de los LV antes de iniciar el semestre y conforme fue la aplicación de encuestas en esta metodología investigación-acción, se buscó realizar ajustes retrocediendo a etapas anteriores o al principio para garantizar el logro de los objetivos.

En la evaluación de los aprendizajes universitarios, es esencial analizar en qué medida se logran los objetivos previstos y detectar para su abordaje posibles fallas a tiempo.

Esto permite desarrollar estrategias efectivas para mejorar el rendimiento de los estudiantes y cultivar nuevas competencias en los profesores, asegurando procesos de enseñanza y aprendizaje que cumplan con los estándares de calidad de la educación superior.

La elección de instrumentos de evaluación se basa en la intencionalidad del aprendizaje, considerando la evaluación como un proceso continuo y progresivo en lugar de un evento aislado con una evaluación sumativa.

En este trabajo se da especial importancia a la evaluación automatizada como herramientas esenciales para la misma evaluación, ya que proporcionan a los estudiantes una comprensión detallada del proceso y establecen criterios claros para diferenciar niveles de desempeño y

cumplimiento de metas. Asimismo, facilitan la autoevaluación por parte del estudiante y evaluación formativa por parte del docente. Esta última, centrada en procesos de mejora, se basa en el análisis de evidencia recolectada por los profesores, quienes proporcionan retroalimentación y llevan a cabo acciones para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes, sin juzgar ni calificar resultados.

La evaluación automatizada en el ámbito educativo presenta una serie de beneficios que han sido destacados en la literatura académica. Según Farrús et. al., (2013) y Rinchen (2014), uno de los principales atributos de la evaluación automatizada radica en su capacidad para ofrecer retroalimentación instantánea a los estudiantes, lo cual puede tener un impacto significativo en la mejora de su experiencia de aprendizaje. Esta característica proporciona a los estudiantes una oportunidad inmediata para corregir errores y consolidar su comprensión, contribuyendo así a un aprendizaje más efectivo.

En consonancia con este enfoque, Watt et al., (2002) resalta la eficiencia inherente de la evaluación automatizada, especialmente en el contexto de la educación a distancia. En este escenario, la tecnología de evaluación automatizada emerge como un medio efectivo para simplificar y agilizar el proceso de evaluación, superando las barreras temporales y geográficas que a menudo caracterizan la educación a distancia. Esta eficiencia no solo beneficia a los estudiantes al proporcionar resultados rápidos, sino que también aligera la carga administrativa para los educadores, permitiéndoles concentrarse en aspectos más sustantivos del proceso educativo.

Dreher et al., (2011) aborda el potencial más amplio de la tecnología de evaluación automatizada, destacando su capacidad para generar satisfacción laboral entre el personal docente y aportar beneficios financieros a las instituciones educativas. La automatización de procesos evaluativos libera tiempo y recursos que pueden ser redirigidos hacia actividades académicas de mayor valor, mejorando así la calidad general de la enseñanza y la investigación.

A pesar de estos beneficios evidentes, es crucial reconocer que el pleno potencial pedagógico de la evaluación automatizada aún no ha sido completamente aprovechado. La adopción integral de esta tecnología se ve afectada por diversos factores, incluidas las perspectivas divergentes de los

distintos interesados en el proceso educativo. Abordar estas cuestiones y maximizar los beneficios pedagógicos de la evaluación automatizada requerirá un enfoque integral que considere tanto los aspectos tecnológicos como las dinámicas institucionales y las percepciones de los actores involucrados.

Los docentes destacaron en sus comentarios el trabajo en equipo y la búsqueda de información precisa durante la evaluación. Uno de los puntos positivos de la evaluación formativa, según se señaló en la presente investigación, es que, si los estudiantes cometían errores en los LV o, en su caso, no los contestaban, no se les penalizaba en su evaluación final. De hecho, uno de los docentes repetía constantemente: *'Si quieren contestarlos, no es obligatorio'*, con el objetivo de que los estudiantes no se sintieran presionados. Otro docente les recordaba que *'esas actividades son para ustedes, para que refuercen sus aprendizajes'*. Desde la perspectiva de estos docentes, dejar abierta la posibilidad de cometer errores en una actividad podría estimular el aprendizaje más que en una actividad donde los estudiantes sientan la presión de hacerlo bien. Sin embargo, la competitividad que *Quizziz* generaba entre los estudiantes podía causar una presión desde un punto de vista poco saludable y que desde un contexto de situación de pandemia podía volverse más compleja. En la Tabla 16 siguiente se muestran algunas de las emociones más frecuentes experimentadas al utilizar herramientas digitales.

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 se puede 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.

4.2 Hallazgos de este estudio

La evaluación del aprendizaje es un componente fundamental del currículo que ejerce una gran influencia en la forma en que los alumnos dirigen sus procesos de aprendizaje y su dedicación. En consecuencia, condiciona todo el proceso de enseñanza-aprendizaje; por lo que durante esta causa tanto las estrategias, métodos y/o instrumentos de evaluación pueden variar. Sin embargo, la forma en la cual se desarrolla la evaluación debe indicar concordancia con las metas y la calidad de los objetivos alcanzados y proporciona retroalimentación que alimenta otras funciones importantes, como el diagnóstico, la estimulación, la verificación, la orientación, la corrección y la certificación (Asún et al., 2019).

Es imperativo que los profesores se preparen teórica y metodológicamente para adoptar un enfoque formativo en la evaluación, considerando su aspecto instructivo, educativo y de desarrollo. Esto implica una correcta preparación desde una perspectiva pedagógica y metodológica, con el objetivo de mejorar continuamente. En línea con la tendencia global hacia estilos y cambios en la enseñanza, y la plena integración del estudiante como protagonista del proceso educativo, se observa el uso de diversos métodos de evaluación formativa, como pruebas de diagnóstico, materiales de autoevaluación, presentaciones, observaciones, diarios, simulaciones o cuestionarios orales (Pérez Pino et al., 2017).

Es crucial adoptar un cambio de mentalidad en relación con los procesos educativos, haciéndolos más dinámicos, interesantes y atractivos para los estudiantes. Esto implica innovar en la práctica docente y aprovechar las tecnologías disponibles, incluso aquellas que no fueron inicialmente diseñadas con propósitos educativos (Brown, 2015). Se debe encontrar una combinación adecuada que permita a profesores y alumnos recibir retroalimentación sobre el progreso de sus procesos metacognitivos, lo que les permitirá plantear nuevos métodos y estrategias para alcanzar los objetivos establecidos.

El promover actividades formativas como el uso de laboratorios virtuales y/o entornos virtuales como recursos tecnológicos innovadores que dentro o fuera del aula de clase puede llegar a ser un factor cualitativamente enriquecedor para la evaluación de los procesos educativos de docentes y alumnos.

Considerando los objetivos y las preguntas de investigación planteadas en este estudio, a continuación, se presentan los hallazgos obtenidos.

El desarrollo y aplicación de LV son un proceso complejo que involucra al profesor, al estudiante y al contenido educativo. Esto quiere decir que para el diseño y la aplicación de estas actividades requiere de una reflexión cuidadosa para garantizar una experiencia significativa. Para lograr esto es necesaria la revisión del contenido educativo, ya que este debe de ser relevante y estar alineado con los objetivos del curso. Dando hincapié a que se reflejen situaciones que integren las teorías y conceptos. Sin embargo, la participación tanto de docentes como de estudiantes debe de ser constante. Debe asegurarse el acompañamiento por parte del maestro durante la aplicación de los LV, ya sea para ofrecer desde el soporte técnico hasta la retroalimentación y solución de problemas. Por otra parte, el rol de los estudiantes debe de ser activo para explotar y aprender a través de la plataforma virtual; no obstante, esto puede implicar motivación del estudiante que surja tras el acompañamiento del docente.

Realizar una articulación precisa de los objetivos de aprendizaje en el contexto de los laboratorios virtuales reviste una importancia en el diseño pedagógico y la evaluación formativa. Dado que esto les permite aplicar los conocimientos y conceptos adquiridos durante el desarrollo de las clases, ya sea a través de entornos virtuales o en modalidades presenciales.

Resaltar el propósito educativo detrás de la implementación de laboratorios virtuales, ya que no se debe limitar únicamente a conocer el proceso técnico de algún experimento, sino que también busca enriquecer el conocimiento de los estudiantes. Por lo tanto, es fundamental comprender tanto los conceptos teóricos como el funcionamiento práctico.

Esclarecer una buena interacción con las plataformas digitales, aunque esto conlleve a la evaluación de la infraestructura tecnológica disponible, así como la compatibilidad con dispositivos y herramientas utilizadas, pues la interacción con los LV se ve como un proceso que debe ser fácil de usar y entender.

Destinar tiempo suficiente para su análisis considerando su contenido, además de los recursos didácticos y/o entornos virtuales complementarios para facilitar el estudio de los LV. Esto implica que el estudiante puede gestionar su tiempo, sus tareas, sus actividades y las estrategias de

aprendizaje que mejor se adapten a sus necesidades para alcanzar los objetivos establecidos en cada LV.

A pesar de que el uso de LV permite proporcionar retroalimentación instantánea a los estudiantes, se requiere del compromiso del docente, no solo para la implementación de la evaluación como tal, sino el mediado que facilita la comprensión del rendimiento individual, ayudándole a los propios estudiantes a monitorear su evolución académica.

Al analizar las encuestas realizadas a estudiantes, hubo más respuestas positivas de los usuarios y los datos mostraron que la mayoría de los estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo o estuvieron de acuerdo en que 1) los laboratorios virtuales ayudaban a la integración de conceptos, 2) mejoraban el estudio y la comprensión de conceptos experimentales con un mínimo apoyo del instructor, 3) visualización como herramienta para comprender técnicas y protocolos experimentales, 4) la parte evaluativa del LV les ayudaba a fortalecer su proceso de aprendizaje y 5) se sentían una mayor motivación para participar en sus estudios.

Sin embargo, los datos mostraron que en su totalidad los alumnos estaban totalmente en desacuerdo en 1) que los LV reemplazan las técnicas de laboratorio tradicionales, proponiendo que 2) los LV deberían seguirse empleando como una actividad complementaria en clase.

Los estudiantes indicaron además que un papel clave en el uso de los LV son las simulaciones centradas en animaciones dinámicas que les permitían ponerla una cara a la teoría, facilitando, por lo tanto, el conocimiento teórico. Ya que el utilizar LV puede hacer que las actividades de aprendizaje sean más atractivas y motivadoras para los estudiantes, incorporando elementos interactivos, multimedia y juegos educativos que estimulan el interés y la participación. Los cuales ayudarán a integrar mejor los conceptos, mejorando así la comprensión de temas vistos en clase.

Por consiguiente, los alumnos también apoyaron que la integración de los LV mejoró su desempeño en los exámenes, ayudándolos en el rendimiento académico. La tecnología puede tener un impacto positivo en la retroalimentación y la evaluación, ofreciéndoles a los maestros herramientas y recursos para un análisis y evaluación eficientes de los procesos académicos. Ya que la incorporación de estos recursos digitales que permitan una evaluación y una retroalimentación inmediata facilitando la labor docente.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se ha llegado a lo largo de la realización de esta investigación. Se incluyen aportaciones que se realizaron a partir del desarrollo de esta, así como algunas recomendaciones para futuras líneas de investigación.

Nos encontramos en una era donde la innovación educativa y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están cambiando las estrategias de enseñanza y aprendizaje en la comunidad educativa. Dentro de estas tecnologías digitales, los laboratorios virtuales desempeñan un papel crucial en las estrategias didácticas de enseñanza activa, y es enriquecedor observar que más del 90% de la población estudiada vio positivo el uso y aplicación de los laboratorios virtuales.

En asignaturas donde la enseñanza y el aprendizaje requieren el uso de laboratorios, los laboratorios virtuales ofrecen numerosos beneficios. Por ejemplo, los estudiantes pueden mejorar su comprensión y rendimiento a través del aprendizaje conceptual de áreas tan especializadas como la genómica. Por otro lado, los profesores pueden alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos, lo cual puede ser complicado cuando hay escasez de materiales, reactivos o incluso la falta de espacios físicos a consecuencia de un escenario pandémico. Sin embargo, tal como fue testigo la parte final de este estudio, el uso de laboratorios virtuales puede asignarse en la normalidad a la que hemos regresado, como una evaluación formativa que el estudiante puede realizar fuera de horario de clase ya que representan un recurso valioso como complemento para mejorar la comprensión de los temas tratados en clase.

No obstante, es importante seleccionarlos cuidadosamente y tener en cuenta que no pueden reemplazar las habilidades prácticas de manipulación de materiales e instrumentos que se adquieren mediante la experiencia en un laboratorio real.

Por otro lado, el ámbito de la evaluación engloba una diversidad de teorías, temas y enfoques. Para este estudio en particular, se adopta la evaluación formativa como un proceso mediador, orientador y motivador, que debe proporcionar retroalimentación continua, sobre todo cuando es efectuado en una modalidad virtual. Ya que se busca no solo identificar los errores y las necesidades del

estudiante, sino también explorar sus capacidades y potencialidades para el desarrollo formativo (Deroncele, Medina y Gross, 2020).

La retroalimentación recibida debe capacitar al estudiante para asumir la responsabilidad de su aprendizaje y monitorear su propio progreso. La evaluación formativa, según Andrade (2010, citado por Martínez, 2011), ayuda a cerrar la brecha entre el desempeño del estudiante y los objetivos establecidos, fomentando su motivación. Establecer una visión compartida del aprendizaje entre docentes y estudiantes, a través de la retroalimentación formativa, es fundamental para promover la participación crítica del estudiante en la toma de decisiones y la resolución de problemas, así como para desarrollar su pensamiento crítico (Deroncele, Nagamine y Medina, 2020). En la educación actual, este enfoque debe aplicarse tanto en entornos presenciales como virtuales, especialmente en tiempos de pandemia, donde la evaluación formativa desempeña un papel crucial en la educación no presencial y remota (Mollo y Medina, 2020).

Basándonos en los descubrimientos y conclusiones de este estudio, se están elaborando las siguientes recomendaciones:

1. Es fundamental invertir en el desarrollo y la implementación de laboratorios virtuales en la educación de los estudiantes, considerando cuidadosamente los objetivos de aprendizaje y los métodos de evaluación. Si bien es posible utilizar los laboratorios virtuales únicamente como recursos didácticos, es esencial incorporar actividades de evaluación formativa para garantizar una retroalimentación efectiva, que es crucial para la transferencia de conocimientos. Se deben desarrollar instrumentos de evaluación pedagógica estandarizados basados en investigaciones sólidas, los cuales se utilizarían para medir la eficacia de un laboratorio virtual específico para su propósito previsto. Además, se sugiere realizar estudios similares en diversas áreas y disciplinas científicas para fortalecer la confianza en la eficacia pedagógica de los laboratorios virtuales en la enseñanza y la formación.
2. Los educadores deben emplear los laboratorios virtuales para permitir a los estudiantes practicar de manera asincrónica. Se recomienda que los accesos a estos laboratorios se

faciliten para que los estudiantes tengan la oportunidad de practicar y experimentar con el entorno de redes en su propio tiempo y espacio.

3. La transferencia de habilidades entre los laboratorios virtuales y los laboratorios tradicionales puede utilizarse para evaluar las competencias técnicas. En la formación profesional y técnica, el objetivo final es que los estudiantes adquieran habilidades prácticas, pero a menudo no se dispone a entender por completo el fundamento teórico del experimento. Los laboratorios virtuales pueden emplearse para evaluar estas habilidades, siempre que representen de manera fiable y válida las situaciones del laboratorio real.

CAPÍTULO 6

REFERENCIAS

- Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2011). The TriLab, a novel ICT based triple access mode laboratory education model. *Computers & Education*, 56(1), 262–274.
- 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, 2825-2855.
- Adell-Segura, J., Llopis Nebot, M. Á., Esteve-Mon, F. M., & Valdeolivas-Novella, M. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación.
- Agredo Tobar, J. A., & Burbano Mulcue, T. (2013). El pensamiento crítico, un compromiso con la educación.
- Ahmed, M. E., & Hasegawa, S. (2019). The effects of a new virtual learning platform on improving student skills in designing and producing online virtual laboratories. **Knowledge Management & E-Learning**, 11(3), 364–377.
- Akaygun, S., & Adadan, E. (2019). Revisiting the understanding of redox reactions through critiquing animations in variance. In *Research and Practice in Chemistry Education: Advances from the 25th IUPAC International Conference on Chemistry Education 2018* (pp. 7-29). Springer Singapore.
- Albert, M. (2007). *Investigación Educativa. Claves Teóricas*. Editorial McGraw-Hill.
- Aldredge, M., DuBois, S., Mobley, D., Prejean, E., & Vienne, M. (2019, December 31). Maintaining quality in online learning environments. *International Journal for Innovation Education and Research*, 7(12), 361–367. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol7.iss12.2077>
- Alexiou, A., Bouras, C., & Giannaka, E. (2004, August). Virtual laboratories in education. In *IFIP World Computer Congress, TC 3* (pp. 19-28). Springer, Boston, MA.
- Alvarado, R., Armando, D., Vázquez, B., & Camacho, M. (2018). Las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica y sus aportes a la educación secundaria. *Actualidades Investigativas En Educación*, 18(2), 1–43. DOI: <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33170>
- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*.
- Álvarez y Ramos, R. (2017). La didáctica de la lengua en entornos virtuales de aprendizaje: El caso concreto de la enseñanza-aprendizaje del español como lengua extranjera y la

- plataforma Eleclips. RED: Revista de Educación a Distancia, 55, 1-20. Universidad de Murcia, España.
- Amaro de Chacín, R. (2011). La planificación didáctica y el diseño instruccional en ambientes virtuales. *Investigación y Postgrado*, 26(2), 93-128. Recuperado el 28 de enero de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872011000200004&lng=es&tlng=es
- 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>
- Anijovich, R., & Capelletti, G. (2017). La evaluación como oportunidad. *Praxis Educativa*, 21(1), 67-69. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/1629/1837>
- Apoki, U. C., Al-Chalabi, H. K. M., & Crisan, G. C. (2020). From digital learning resources to adaptive learning objects: An overview. In *Modelling and Development of Intelligent Systems* (pp. 18–32). https://doi.org/10.1007/978-3-030-39237-6_2
- Area Moreira, M. (2014). La alfabetización digital y la formación de la ciudadanía del siglo XXI. *Revista Integra Educativa*, 7(3), 21-33.
- Arredondo, S., & Botía, A. (2002). *Compromisos de la evaluación educativa*. Pearson Educación.
- Arias, H., & Barrera, E. (2018). Desarrollo de laboratorios virtuales para circuitos electrónicos en circuitos RLC para corriente continua, aplicando el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC).
- Ascough, R. (2007). Welcoming design: Hosting a hospitable online course. *Teaching Theology and Religion*, 10(3), 131-136.
- Asún, R. A., Yáñez-Lagos, L., Villalobos, C., & Zúñiga-Rivas, C. (2019). Cómo investigan las ciencias sociales temas de alta contingencia política: El caso del movimiento estudiantil chileno. *Cinta de Moebio*, (65), 235-253.
- Ashraf, M. A., & Sarfraz, M. (2016). Biology and evolution of life science. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(1), S1-S5.
- Ávila Cañadas, M., Bardisa Ruiz, T., Cabello Hernandorena, I., Calatayud Salom, A., Castillo Arredondo, S., & Chirivella Ramón, A. (2007). La evaluación como instrumento de aprendizaje: Técnicas y estrategias.

- 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*, *spi16*(2), 121–129. <https://doi.org/10.17275/per.16.spi.2.13>
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, *28*(2), 117-148.
- Barbour, M. K., & Reeves, T. C. (2009). The reality of virtual schools: A review of the literature. *Computers & Education*, *52*(2), 402-416. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.009>
- Bebell, D., Russell, M., & O'Dwyer, L. (2004). Measuring teachers' technology uses: Why multiple-measures are more revealing. *Journal of Research on Technology in Education*, *37*(1), 45-63.
- Biehler, R. F., & Snowman, J. (1993). *Psychology applied to teaching* (7th ed.). Boston: Houghton Mifflin.
- Blinco, K., Mason, J., McLean, N., & Wilson, S. (2004). Trends and issues in e-learning infrastructure development. Altilab04, Redwood City, California, USA.
- 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.
- Bonvecchio, M., & Maggioni, B. (2006). *Manual para docentes*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones novedades educativas.
- Boud, D., & Molloy, E. (2015). *El feedback en educación superior y profesional: Comprenderlo y hacerlo bien* (Vol. 42). Narcea ediciones.
- 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>
- Bowman, D. A., Coquillart, S., Froehlich, B., Hirose, M., Kitamura, Y., Kiyokawa, K., & Stuerzlinger, W. (2008). 3D user interfaces: New directions and perspectives. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *28*(6), 20-36.
- Bresque, M. L. R., Moreira, C. H., Flores, P. R. M., & Moreira, V. H. (2011). *Cómo investigar cualitativamente. Entrevista y cuestionario*. Contribuciones a las Ciencias Sociales, (2011-03). Servicios Académicos Intercontinentales SL.

- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brookhart, S. M. (2017). How to give effective feedback to your students. ASCD.
- Brown, R. (2015). La evaluación auténtica: El uso de la evaluación para ayudar a los estudiantes a aprender. RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 21(2), 1-10.
- Brown, T. A. (2023). Genomes 5. CRC Press.
- Burgos, J. B. (2021). Percepciones en torno a una educación remota y a una educación híbrida universitaria durante la pandemia de la COVID-19: Estudio de caso. RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, 25-39. <https://um.es>
- Burke, J. R., & Christensen, L. (2014). Educational research. Londres: SAGE Publications.
- Candel, C., Vidal-Abarca, E., Cerdán, R., Lippmann, M., & Narciss, S. (2020). Effects of timing of formative feedback in computer-assisted learning environments. Journal of Computer Assisted Learning, 36(5), 718-728. <https://doi.org/10.1111/jcal.12439>
- Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014, October). Gamification and education: A literature review. In European conference on games based learning (Vol. 1, p. 50). Academic Conferences International Limited.
- Carlson, S., & Gadio, C. T. (2002). Teacher professional development in the use of technology. Technologies for Education, 3(4), 118-132.
- Casal Otero, L., Barreira Cerqueiras, E. M., Mariño Fernández, R., & García Antelo, B. (2021). Competencia digital docente del profesorado de FP de Galicia. Pixel-Bit, Revista De Medios Y Educación, 61, 165-196. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.87192>
- Cataldi, Z., Donnamaría, C., & Lage, F. (2008). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos. Quaderns Digitals, 55, 1-10.
- Casanova, M. A. (1998). El considerado válido y adecuado para evaluar los procesos de formación humana. (1998: 71).
- Chanfón, J. G., Crespo, M. R. G., & Carmona, G. B. (2016, December). Impacto de la introducción de los laboratorios virtuales en la educación superior. In Congreso Universidad.
- Chang, C. J., Liu, C. C., Wen, C. T., Tseng, L. W., Chang, H. Y., Chang, M. H., et al. (2020). The impact of light-weight inquiry with computer simulations on science learning in classrooms. *Computers & Education*, 146, 103770.

- Charney, J., Hmelo-Silver, C. E., Sofer, W., Neigeborn, L., Coletta, S., & Nemeroff, M. (2007). Cognitive apprenticeship in science through immersion in laboratory practices. *International Journal of Science Education*, 29(2), 195-213.
- Céspedes, R. (2017). La integración de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en los centros de educación primaria de la región de Murcia [Tesis doctoral]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/462830/TRCV.pdf?sequence=1>
- Clark, T. (2001). Virtual schools. *Distance Learning Resource Network*. Retrieved from http://www.wested.org/online_pubs/virtualschools.pdf
- Cockayne, W., Zyda, M., Barham, P., Brutzman, D., & Falby, J. (1996). The laboratory for human interaction in the virtual environment. In Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology - VRST '96. <https://doi.org/10.1145/3304181.3304212>
- Cobo, C. (2011). Aprendizaje y alfabetismo invisible: ¿Por qué no basta con ser 2.0? Universidad de Oxford. <https://ergonomic.wordpress.com/2011/09/07/no-basta-con-2-0/>
- Coll, C. (2010). El análisis de la práctica educativa: Reflexiones y propuestas en torno a una aproximación multidisciplinar. En *Tecnología y Comunicación Educativas*. Universidad de Barcelona.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1989). *Science instruction in the middle and secondary schools* (2nd ed.). Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company.
- Collins, A. (2006). Cognitive apprenticeship. In *The Cambridge Handbook of The Learning Sciences* (R. Keith Sawyer, Ed.).
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2000). Multiliteracies: The beginning of an idea. In B. Cope & M. Kalantzis (Eds.), *Multiliteracies: Literacy learning and the design of social futures* (pp. 3-8). London: Routledge.
- Copley, J. (1992). The integration of teacher education and technology: A constructivist model. In D. Carey, R. Carey, D. Willis, & J. Willis (Eds.), *Technology and Teacher Education*. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52, 281-302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>
- Cuesta, F. J. (2006). Estrategias cualitativas más usadas en el campo de la salud.

- Cuban, L., Kirkpatrick, H., & Peck, C. (2001). High access and low use of technologies in high school classrooms: Explaining an apparent paradox. *American Educational Research Journal*, 38(4), 813-834.
- De Andrade, F. M. R. (2023). El cuestionario en una investigación cualitativa: Reflexiones teórico-metodológicas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 11(26), 28–49. <https://doi.org/10.33361/rpq.2023.v.11.n.26.467>
- 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). Gedisa.
- Deroncele, A., Medina, P., & Gross, R. (2020). Gestión de potencialidades formativas en la persona: Reflexión epistémica y pautas metodológicas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 97-104.
- Deubel, P. (2003). An investigation of behaviorist and cognitive approaches to instructional multimedia design. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(1), 63–90.
- Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. Macmillan.
- Dewey, J. (1910). *Experience and education*. Macmillan.
- De Andrade, F. M. R. (2023). El cuestionario en una investigación cualitativa: Reflexiones teórico-metodológicas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 11(26), 28–49. <https://doi.org/10.33361/rpq.2023.v.11.n.26.467>
- De Freitas, S. (2006). Learning in immersive worlds: A review of game-based learning. *JISC*. <http://exampleurl.com>
- Dreher, C., Reiners, T., & Dreher, H. (2011). Investigating factors affecting the uptake of automated assessment technology. *Journal of Information Technology Education: Research*, 10(1), 161-181.
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. (Eds.). (1992). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Lawrence Erlbaum.
- 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.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista (2da ed., pp. 1-27).

- Díaz Noguera, D. (1995). Ver, saber y ser: Participación, evaluación, reflexión y ética en el desarrollo de las organizaciones educativas. Publicaciones MCEP.
- Doménech-Betoret, F., Abellán-Roselló, L., & Gómez-Artiga, A. (2017). Self-efficacy, satisfaction, and academic achievement: The mediator role of students' expectancy-value beliefs. *Frontiers in Psychology*, 8, 1193. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01193>
- Domínguez Fernández, G., Martínez Jaén, A., & Ceballos García, M. J. (2017). Educar la virtualidad. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 50, 187-199. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.10>
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2016). Virtual laboratories in science education: Students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358-374. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>
- Dzakiria, H., & Idrus, R. (2003). Teacher-learner interactions in distance education: A case of two Malaysian universities. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 4(3). <http://exampleurl.com>
- Efstathiou, C., Hovardas, T., Xenofontos, N. A., Zacharia, Z. C., de Jong, T., Anjewierden, A., et al. (2018). Providing guidance in virtual lab experimentation: The case of an experiment design tool. *Educational Technology Research and Development*, 66(3), 767-791. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9586-9>
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en la educación* (4a ed.). Madrid: Morata.
- Elias, W. H. G., Espinoza, H. E. M., & Rojas, J. H. A. (2021). Herramientas virtuales para la promoción del aprendizaje emocional en estudiantes universitarios. *Revista Publicando*. <https://doi.org/example>
- Esteve Zarazaga, J. M. (2006). La profesión docente en Europa: Perfil, tendencia y problemática: La formación inicial. *Revista de Educación*, (340), 23-45.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Farrús, M., & Costa-Jussà, M. R. (2013). Automatic evaluation for e-learning using latent semantic analysis: A use case. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(1), 239-254. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v14i1.1379>

- Farjon, D., Smits, A., & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers & Education*, 130, 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010>
- FAUTAPO. (2009). *Manual de estrategias didácticas para el desarrollo F. E.*
- Fazioli, M. P. (2009). *Effects of personalized narration on learner motivation in a web-based environment (Doctoral dissertation, Capella University).* Capella University.
- Fëdorov, A. N. (2006). Siglo XXI, la universidad, el pensamiento crítico y el foro virtual. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(5), 1-11. <https://doi.org/10.35362/rie380605>
- Fernández Cruz, F. J., Fernández Díaz, M. J., & Rodríguez Mantilla, J. M. (2018). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos madrileños. *Educación XX1*, 21(2), 47-69. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17907>
- Ferrada-Bustamante, V., González-Oro, N., Ibarra-Caroca, M., Ried-Donaire, A., Vergara-Correa, D., Castillo-Retamal, F. (2021). Formación docente en TIC y su evidencia en tiempos de COVID-19. *Saberes Educativos*, (6), 144-168. <https://doi.org/10.5354/2452-5014.2021.60715>
- Ferrer Planchart, S. C., Fernández Reina, M., Polanco Padrón, N. D., Montero Montero, M. E., & Caridad Ferrer, E. E. (2018). La gamificación como herramienta en el trabajo docente del orientador: Innovación en asesoramiento vocacional desde la neurodidáctica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 12(2), 15-32. <https://doi.org/10.35362/rie122004>
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa (3a ed., T. del Amo, Trad.).* Morata.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., Gebhardt, E., & Gebhardt, E. (2014). Students' use of and engagement with ICT at home and school. In *Preparing for life in a digital age: The IEA international computer and information literacy study international report* (pp. 125-166). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14222-7_6
- Field, P. A., Morse, J., & Helm, C. (1986). *Nursing research: The application of qualitative approaches.* Springer.
- Fullan, M. (2018). Investigación sobre el cambio educativo: Presente y futuro. *Revista Digital de Investigación Lasaliana*, 2(3), 31-35.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2017). *Deep learning: Engage the world change the world.* Corwin Press.
- Fullan, M. (2007). *Leading in a culture of change.* John Wiley & Sons.

- Garay, F. O. M., Tataje, F. A. O., Cuellar, K. J. M., & de Olgado, E. C. V. (2021). Estrategias pedagógicas en entornos virtuales de aprendizaje en tiempos de pandemia por Covid-19. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(4), 202-213. <https://unirioja.es>
- García, M. A. A. (2014). Retroalimentación en educación en línea: una estrategia para la construcción del conocimiento. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), 59-73.
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Garcia, 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.
- González-Martínez, J., Peracaula i Bosch, M., & Meyerhofer-Parra, R. (2024). Impacto de una formación intensiva en programación en el desarrollo del pensamiento computacional en futuros/as maestros/as. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 187-208.
- González, C., Martínez, M. T., Martínez, C., Cuevas, K., & Muñoz, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 35(1), 63–78. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>
- Guartatanga Loyola, B. D. (2023). Diseño y desarrollo de un entorno VR para la demostración de experimentos de laboratorio de física.
- Gudmundsdottir, G. B., & Hatlevik, O. E. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214-231.
- Gutierrez, M., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. Springer Science & Business Media.
- Guzmán, J. C. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior: ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles Educativos*, 33(SPE), 129-141.

- Henderson, K. (1991). Flexible sketches and inflexible databases: Visual communication, conscription devices, and boundary objects in design engineering. *Science Technology and Human Values*, 16(4), 448–473.
- 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), 302-316.
- Heradio, R., De La Torre, L., Galán, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14–38.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). México DF: McGraw-Hill.
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. J. Fraser, K. G. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 189-207). Springer.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Howland, J. L., & Moore, J. L. (2002). Student perceptions as distance learners in Internet-based courses. *Distance Education*, 23(2), 183-195.
- Huerta Soto, R. M., Guzmán Avalos, M., Flores Albornoz, J. I., & Tomas Aguilar, S. J. (2022). Competencias digitales de los profesores universitarios durante la pandemia por COVID-19 en el Perú. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 25(1), 49-60. <https://doi.org/10.6018/reifop.500481>
- Infante Jiménez, C. (2014). Pedagogical proposal for using virtual laboratories as a supplementary activity in theoretical/practical courses. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937.
- Itin, C. M. (1999). Reasserting the philosophy of experiential education as a vehicle for change in the 21st century. *Journal of Experiential Education*, 22(2), 91-98.

- Jansen, H. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 39-72. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4531575.pdf>
- Johnson, B., & Christensen, L. (2014). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. Sage
- Jonassen, D. H., Carr, C. S., & Lajoie, S. P. (2000). *Computers as cognitive tools*. Routledge.
- Jonassen, D., & Reeves, T. (1996). *Learning with technology: Using computers as cognitive tools*. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research in Educational Communications and Technology* (pp. 693-719). Simon & Schuster Macmillan.
- Joyce, K. M., & Brown, A. (2009). Enhancing social presence in online learning: Mediation strategies applied to social networking tools. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 12(4), n4.
- Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X. Z. (2021). Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. *Higher Education for the Future*, 8(1), 31-46.
- Keengwe, J., & Kidd, T. T. (2010). Towards best practices in online learning and teaching in higher education. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 533-541.
- Kemmis, S., & MacTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelos: Laertes.
- Kempa, R. F., & Ward, J. E. (1975). The effect of different modes of task orientation on observational attainment in practical chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(1), 69-76.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kolb, D. (1999). *The Kolb learning style inventory, version 3*. Boston: Hay Group.
- Koschmann, T. (Ed.). (1995). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kwofie, B., & Henten, A. (2011). *The advantages and challenges of e-learning implementation: The story of a developing nation*.

- Lajoie, S. (2000). *Computers as cognitive tools, volume two: No more walls: Theory change, paradigm shifts, and their influence on the use of computers for instructional purposes.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lascano, L. N. Q., Quito, J. M. S., Cervantes, M. I. P., Vásconez, J. G. G., & Criollo, C. D. R. A. (2024). Entornos virtuales de aprendizaje y su importancia en el trabajo asincrónico post pandemia del Covid-19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6630-6644. <https://ciencialatina.org>
- LaTorre, A., Rincón, E., & Montoya, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa.* Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research in science teaching and learning* (Vol. 3, pp. 94-128). New York: Macmillan.
- LeBaron, J. F., & Bragg, C. A. (1994). Practicing what we preach: Creating distance education models to prepare teachers for the twenty-first century. *American Journal of Distance Education*, 8, 5-19.
- Lecompte, M. (1995). Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*.
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 146.
- Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 189-204.
- León-Warthon, M. (2021). Evaluación formativa: el papel de la retroalimentación en el desarrollo del pensamiento crítico: *Array. Maestro y Sociedad*, 18(2), 563-571.
- Lewin, K. (1992). La investigación-acción y los problemas de las minorías. In AA. VV. *La investigación-acción participativa. Inicio y desarrollo*, Biblioteca de Educación de Adultos, 6, 13-25.
- Lewin, K. (1946). Behavior and development as a function of the total situation.
- Lincoln, Y. S., & Denzin, N. K. (1994). The fifth moment. In *Handbook of qualitative research* (Vol. 1, pp. 575-586).

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Lindsay, E., Koretsky, M., Richardson, J., & Mahalinga-Iyer, M. (2007, October). Work in progress - How real is student engagement in using virtual laboratories. 2007 37th Annual Frontiers in Education Conference - Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports. <https://doi.org/10.1109/fie.2007.4417870>
- Liu, N. F., & Carless, D. (2006). Peer feedback: The learning element of peer assessment. *Teaching in Higher Education*, 11(3), 279-290.
- Liegle, J. O., & Meso, P. N. (2006). Evaluation of a virtual lab environment for teaching web application development. *Director*, 7.
- Losos, J. B., & Lenski, R. E. (Eds.). (2016). *How evolution shapes our lives: Essays on biology and society*. Princeton University Press.
- López, C. M., & Saborido, D. M. (2014). La gestión de proyectos de innovación educativa basados en el aprendizaje cooperativo: análisis para su implementación. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 9(1), 112-119.
- Lowenthal, P. R. (2009). Social presence. In *Encyclopedia of distance learning* (2nd ed., pp. 1900-1906). IGI Global.
- Lund, A., Furberg, A., Bakken, J., & Engelién, K. L. (2014). What does professional digital competence mean in teacher education? *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 281-299. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2014-04-04>
- González, M. L., Marchueta, J., & Vilche, E. (2013). Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb aplicado a laboratorios virtuales en Ingeniería en Electrónica. I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26533/Documento_completo.pdf
- Maldonado-Mangui, S. P., Peñaherrera-Acurio, W. P., & Espinoza-Beltrán, P. S. (2020). Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA's), como recurso de aprendizaje en las clases asíncronas de las IES. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 1279-1291. <http://dominiodelasciencias.com>
- Mann, C. (1994, February). New technologies and gifted education. *Roeper Review*, 16, 172-176.
- Martínez, R., Arrieta, X., & Meleán, R. (2012). Desarrollo cognitivo conceptual y características de aprendizaje de estudiantes universitarios. *Omnia*, 18(3), 35-48.

- Maycut, P., y Monrehouse, R. (1991). *Investigación cualitativa. Una guía práctica y filosófica*. Barcelona: Hurtado.
- McElhaney, K. W., Chang, H.-Y., Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2015). Evidence for effective uses of dynamic visualizations in science curriculum materials. *Studies in Science Education*, 51(1), 49–85.
- McLellan, H. (1991). Virtual environments and situated learning. *Multimedia Review*, 2(3), 30–37.
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Addison Wesley.
- McPherson, M., & Baptista Nunes, M. (2006). Organisational issues for e-learning: Critical success factors as identified by HE practitioners. *International Journal of Educational Management*, 20(7), 542-558.
- Medina, P., & Deroncele, A. (2019). La evaluación formativa desde el rol del docente reflexivo. *Maestro y Sociedad*, 16(3), 597-610. Recuperado de <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/4979>
- Melo, M. (2018). La integración de las TIC como vía para optimizar el proceso de la enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior en Colombia [Tesis doctoral]. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/80508/1/tesis_myriam_melo_hernandez.pdf
- Melo-Solarte, D. S., & Díaz, P. A. (2018). El aprendizaje afectivo y la gamificación en escenarios de educación virtual. *Información Tecnológica*, 29(3), 237-248.
- Menéndez, I. Y. C., Napa, M. A. C., Moreira, M. L. M., & Zambrano, G. G. V. (2019, August 27). The importance of formative assessment in the learning teaching process. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(2), 238–249. <https://doi.org/10.29332/ijssh.v3n2.322>
- MINEDU. (2016). *Currículo nacional de la educación básica*. Perú: MINEDU.
- Mollo-Flores, M., & Medina-Zuta, P. (2020). La evaluación formativa: hacia una propuesta pedagógica integral en tiempos de pandemia: Array. *Maestro y Sociedad*, 17(4), 635-651.
- Montero, A. (2016). ¿Cómo desarrollar el pensamiento crítico? Consejos para saber por dónde empezar. *Aika Education*, 15, 24-36. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/consejos/8-consejosdesarrollar-pensamiento-critico/>

- Moore, C. (2010). Teaching digital natives: Partnering for real learning. *International Journal for Educational Integrity*, 6(2). <https://doi.org/10.21913/ije.v6i2.707>
- Morales, C. H., Donoso, C. E., Espinoza, L. M., & Morales, F. P. (2021). Metodología de formación educativa basada en entornos virtuales de aprendizaje para estudiantes de Ingeniería Civil. *Dom. Cien.*, 7(2), 530-550.
- Moreno Olivos, T. (2009). La evaluación del aprendizaje en la universidad: Tensiones, contradicciones y desafíos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(41), 563-591.
- Motozono, E. C., Aguirre, F. D. M. S., Alcaide-Aranda, L. I. D. C., & Parks, D. I. G. (2022, July 28). Formative evaluation: A reflection of the didactic process. *International Journal of Health Sciences*, 683–694. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns7.11223>
- Munarriz, B. (1992). Técnicas y métodos en investigación cualitativa. En E. Abalde, & J. M. Muñoz (Eds.), *Metodología educativa I. Xornadas de Metodoloxía de Investigación Educativa* (págs. 101-116). Coruña: Universidad de Coruña.
- Nanjappa, A., & Grant, M. M. (2003). Constructing on constructivism: The role of technology. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 2(1), 38-56.
- Naveda, J. (2022). Entorno virtual de capacitación dirigido a los docentes en el uso de herramientas digitales para el fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje. Universidad Tecnológica Israel.
- 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.
- Negre Bennasar, F. (2003). TIC y discapacidad: implicaciones del proceso de tecnificación en la práctica educativa, en la formación docente y en la sociedad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 21, 5-14.
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guidebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Newton, P. E., & Baird, J.-A. (2016). The great validity debate. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23, 173-177. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2016.1172871>
- Newton, P. E., & Shaw, S. D. (2014). *Validity in educational and psychological assessment*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781446288856>

- Nolen, S. B., & Koretsky, M. D. (2018). Affordances of virtual and physical laboratory projects for instructional design: Impacts on student engagement. *IEEE Transactions on Education*, 61(3), 226–233.
- Novoa, N., & Flórez, H. (2011). Los laboratorios virtuales adaptativos y personalizados en la educación superior. *Revista Vínculos*, 8(2), 36-47.
- Null, C. H., & Jenkins, J. P. (1993). A white paper: NASA virtual environment research, applications, and technology. Recuperado de <http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19940020382>
- Nurdini, Y., Wulan, A. R., & Diana, S. (2020). Assessment for learning through written feedback to develop 21st-century critical thinking skills on plantae learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042019>
- Nurhijah, S. S., Wulan, A. R., & Diana, S. (2020). Implementation of formative assessment through oral feedback to develop 21st-century critical thinking skills of student on plantae learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042021>
- Oiler, D. K. (1986). Metaphonology and infant vocalizations. In *Precursors of Early Speech: Proceedings of an International Symposium held at The Wenner-Gren Center, Stockholm, September 19–22, 1984* (pp. 21-35). London: Palgrave Macmillan UK.
- Omrod, J. E. (1995). *Human learning* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Merrell.
- Ortega, D. A. R., Rosales, M. J. H., Chavarria, V. C. M., & Moya, J. G. (2022). La educación tradicional vs La educación virtual. *RECIMUNDO*, 6(4), 689-698.
- Padilla, H. A. S., Perera, J. J. D., Amezcua, C. D. A., & Fernández, M. S. (2022). Hábitos de estudio, motivación y estrés estudiantil en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Boletín Redipe*, 11(1), 392-409.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2000, October). Making the transition: Helping teachers to teach online. *EDUCAUSE*. Recuperado de <http://www.educause.edu/conference/e2000/proceedings.html>
- Pantelidis, V. S. (2010). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 59–70.
- Pantelidis, V. (1993). Virtual reality in the classroom. *Educational Technology*, 33, 23–27.

- Pascual, J. (2019). Innovación educativa: Un proceso construido sobre relaciones de poder. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 4(2), 9–30. <https://doi.org/10.15366/reps2019.4.2.001>
- Paulsen, M. F. (2002). An analysis of online education and learning management systems in the Nordic countries. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 5(3), 1-12.
- Pedrosa, H., Guerra, C., & Watts, M. (2019). Active co-constructive written feedback: Promoting students' critical thinking in a higher education context. *ACM International Conference Proceeding Series*, 129-136.
- Pellegrino, J. (2020). Important considerations for assessment to function in the service of education. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 1-5. <https://doi.org/10.1111/emip.12372>
- Pereira, D., Assunção, M., Veiga, A., & Barros, A. (2016). Effectiveness and relevance of feedback in higher education: A study of undergraduate students. *Studies in Educational Evaluation*, 49, 7–14.
- Pérez Pino, M., Enrique Clavero, J. O., Carbó Ayala, J. E., & González Falcón, M. (2017). La evaluación formativa en el proceso enseñanza aprendizaje. *Edumecentro*, 9(3), 263-283.
- Piaget, J. (1970). Inteligencia y adaptación biológica. *Los procesos de adaptación*, 1(1), 69-84.
- Picado, F. (2006). *Didáctica general*. San José de Costa Rica: Editorial EUNED.
- Phillips, D. C., & Burbules, N. C. (2000). *Postpositivism and educational research*. Rowman & Littlefield.
- Prensky, M. (2001, September). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Putman, S. M., & Rock, T. (2018). *Action research: Using strategic inquiry to improve teaching and learning*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Quesada Alvarez, K. J. (2021). *Enseñanza de la genética mendeliana y no mendeliana a través del aprendizaje significativo crítico mediado por las TIC (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia)*.
- Quezada Castro, M. D. P., Castro Arellano, M. D. P., Oliva Núñez, J. M., Gallo Aguila, C. I., & Quezada Castro, G. A. (2020). Alfabetización digital como sustento del teletrabajo para docentes universitarios: hacia una sociedad inclusiva. *Conrado*, 16(77), 332-337.

- 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). What virtual laboratory usage tells us about laboratory skill education pre- and post-COVID-19: Focus on usage, behavior, intention and adoption. *Educational Information Technology (Dordr)*, 26(6), 7477-7495. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10583-3>
- Ramírez, L. E. L., Vega, M. I. P., Gutiérrez, P. T. V., Villa-Cruz, V., López, J. O. O., & Reyes, L. J. L. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4211-4223.
- Ramírez-Romero, J. M., & Rivera-Rodríguez, S. R. (2017). Aplicación del ciclo de vida y el análisis estructurado en el desarrollo de un laboratorio virtual de transformadores monofásicos. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), 43-48.
- Ramsden, P. (2003). *Learning to teach in higher education*. Routledge.
- Rauwerda, H., Roos, M., Hertzberger, B. O., & Breit, T. M. (2006). The promise of a virtual lab in drug discovery. *Drug Discovery Today*, 11(5-6), 228-236.
- Reed, D. K. (2012, May). Clearly communicating the learning objective matters! *Middle School Journal*, 43(5), 16–24. <https://doi.org/10.1080/00940771.2012.11461825>
- RELPE (2011). Caracterización de buenas prácticas en formación inicial docente en TIC. Recuperado de <http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2013/04/12-Characterizaci%C3%B3n-de-buenas-pr%C3%A1cticas-en-formaci%C3%B3n-inicial-docente-en-TIC.pdf>
- Rentería Ramírez, C. Y., & González Asprilla, N. E. (2023). Laboratorios virtuales (WIX) diseñados a través del enfoque basado en secuencias didácticas para fortalecer el aprendizaje de las propiedades de la materia en los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Carlos Arturo Duque Ramírez de Puerto Nare, Antioquia (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- Retik, A., Clark, N., Fryer, R., Hardiman, R., Mair, G., Retik, N., & Revie, K. (2002). Mobile hybrid virtual reality and telepresence for planning and monitoring of engineering projects. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu>

- Reyes-Lazalde, A., Reyes-Monreal, M., & Pérez-Bonilla, M. E. (2016). Desarrollo de un simulador de los experimentos clásicos y actualizados de fijación de voltaje de Hodgkin y Huxley. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(2), 135-148.
- Rinchen, M. P. (2014). Comparative study of techniques used for automatic evaluation of free text answers. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication** 2(12), 3839-3842.
- Roberts, J. S. (2021, April 30). Integrating metacognitive regulation into the online classroom using student-developed learning plans. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2409>
- Roces, C., Tourón, J., & González-Torres, M. C. (1995). Motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento de los alumnos universitarios.
- Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Barcelona: Ediciones Aljibe.
- Rodríguez, J., Ortiz, A. M., Cordon, E., & Agreda, M. (2021). The influence of digital tools and social networks on the digital competence of university students during COVID-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2835. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062835>
- Rodríguez, K. C. (2004). **Calidad del aprendizaje universitario**. Madrid: Narcea. Profesorado, *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 8(1), 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7244736>
- Riva, G. (2007). Virtual reality and telepresence. *Science*, 318(5854), 1240-1242.
- Rosales-Mejía, W., & Vernaza-Hernández, V. (2014). Evaluaciones colaborativas en la educación: Un acercamiento innovador de evaluación. In *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación* (pp. 1-11).
- Rovai, A. P. (2002). Development of an instrument to measure classroom community. *Internet Higher Education*, 5, 197-211.
- Russo, T. C., & Benson, S. (2005, January). Learning with invisible others: Perceptions of online presence and their relationship to cognitive and affective learning. *International Forum of Educational Technology and Society*.
- Sadler, D. R. (1983). Evaluation and the improvement of academic learning. *The Journal of Higher Education*, 54(1), 60-79.

- Salamanca, B. (2018). El pensamiento crítico: Por qué, para qué y requisitos para desarrollarlo. *Nure Investigación*, 15(94), 1-3. Recuperado de <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/1541>
- Sandoval Rubilar, P., Maldonado-Fuentes, A. C., & Tapia-Ladino, M. (2022). Evaluación educativa de los aprendizajes: Conceptualizaciones básicas de un lenguaje profesional para su comprensión. *Páginas de Educación*, 15(1), 49-75. <https://scielo.edu.uy>
- Sanchez Troussel, L. B., & Manrique, M. S. (2018). La retroalimentación más allá de la evaluación.
- Schaffer, S. (2018). The impact of one-on-one tutoring on ESL learners' writing.
- Scheinerman, M. (2009). Exploring augmented reality (thesis). Haverford College computer science. Retrieved from <http://thesis.haverford.edu/dspace/bitstream/10066/3720/1/2009ScheinermanM.pdf>
- Schofield, C., West, T., & Taylor, E. (2011). Going mobile in executive education. How mobile technologies are changing the executive learning landscape. Retrieved from [http://www.ashridge.org.uk/website/content.nsf/FileLibrary/C67FAE5265440F728025798000404608/\\$file/ABS_MobileLearning.pdf](http://www.ashridge.org.uk/website/content.nsf/FileLibrary/C67FAE5265440F728025798000404608/$file/ABS_MobileLearning.pdf)
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In R. Stake (Ed.), *AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation* (Vol. 1). Chicago: McNally.
- Seré, M. G. (2002). Towards renewed research questions from the outcomes of the European Project Labwork in Science Education. *Science Education*, 86(1), 624-644.
- Sewagegn, A. A. (2020, October). Learning objective and assessment linkage: Its contribution to meaningful student learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5044–5052. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081104>
- Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The social psychology of telecommunications*. London: Wiley & Sons.
- Smith, J. K., & Smith, L. F. (2014). Developing assessment tasks. In *The Enabling Power of Assessment* (pp. 123–136). https://doi.org/10.1007/978-94-007-5902-2_8
- Soozandehfar, S. M. A. (2020). Accounting for change in critical thinking components mediated by differential effects of paper-based vs. web-assisted feedback in writing. **Applied Research on English Language**, 9(3), 365-381. <https://doi.org/10.22108/are.2019.117949.1472>

- Stake, R. (2006). *Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.
- Staker, H., & Horn, M. B. (2012). *Classifying K-12 blended learning*. Innosight Institute.
- Stanton, J. D., Sebesta, A. J., & Dunlosky, J. (2021, June). Fostering metacognition to support student learning and performance. *CBE—Life Sciences Education*, 20(2), fe3. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-12-0289>
- Stodel, E. J., Thompson, T. L., & MacDonald, C. J. (2006). Learners' perspectives on what is missing from online learning: Interpretations through the community of inquiry framework. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 7(3), 1-24.
- Solvie, P., & Kloek, M. (2007). Using technology tools to engage students with multiple learning styles in a constructivist learning environment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7(2), 7-27.
- Swaak, J., & de Jong, T. (2001). Learner vs system control in using online support for simulation-based discovery learning. *Learning Environments Research*, 4(3), 217-241.
- Tamir, P. (1974). An inquiry-oriented laboratory examination. *Journal of Educational Measurement**, 11(1), 25-33.
- Tanner, K. D. (2012, June). Promoting student metacognition. *CBE—Life Sciences Education*, 11(2), 113–120. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0033>
- Tanner, K. D. (2013, September). Structure matters: Twenty-one teaching strategies to promote student engagement and cultivate classroom equity. *CBE—Life Sciences Education*, 12(3), 322–331. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-06-0115>
- Taramopoulos, A., & Psillos, D. (2017). Complex phenomena understanding in electricity through dynamically linked concrete and abstract representations. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(2), 151-163.
- Taylor, S., & Bogdan, R. (2013). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Téllez-Acosta, M. E., Becerra, D. F., & Tovar-Gálvez, J. C. (2016). Laboratorios virtuales como estrategia de evaluación en ciencias desde los espacios de formación a distancia. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*.
- Terreni, L., Varas, G., & Vilanova, J. (2019). Desarrollo de competencias digitales en propuestas pedagógicas en ambientes mediados: Un caso en educación superior bajo modelo de aula

- extendida. Informes Científicos Técnicos-UNPA, 11(3), 61-87.
<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v11.n3.797>
- Thoms, L. J., & Girwidz, R. (2017). Virtual and remote experiments for radiometric and photometric measurements. *European Journal of Physics*, 38(5), 055301.
- UNESCO. (2019). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/p>
- Udin, W. N., Ramli, M., & Muzzazinah, N. (2020). Virtual laboratory for enhancing students' understanding on abstract biology concepts and laboratory skills: A systematic review. *Journal of Physics Conference Series*, 1521(4), 042025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042025>
- Urdan, T. A., & Weggen, C. C. (2000). Corporate elearning: Exploring a new frontier.
- Van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-Lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, 21(4), 671–688.
- Velandia Gómez, H. (2020). Laboratorios virtuales (LV): Una herramienta didáctica para el aprendizaje práctico de la electricidad en instituciones de educación básica y media (Master's thesis, Universidad de La Sabana).
- Velasco, A., Arellano, J., Martínez, J., & Velasco, S. (2013). Laboratorios virtuales: Alternativa en la educación. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 26(2).
- Vélaz de Medrano, C., Vaillant, D., Esteve, J. M., Tenti Fanfani, E., Novoa, A., Lombardi, G., ... & Tancredi, B. (2009). Aprendizaje y desarrollo profesional docente. OEI.
- Versteeg, M., Bressers, G., Wijnen-Meijer, M., Ommering, B. W. C., de Beaufort, A. J., & Steendijk, P. (2021). What were you thinking? Medical students' metacognition and perceptions of self-regulated learning. *Teaching and Learning in Medicine*, 33(4), 473–482. <https://doi.org/10.1080/10401334.2021.1917125>
- Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). New approach for the teaching of concrete compression tests in large groups of engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143*(2), 05016009. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000302](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000302)
- Vince, J. (1995). *Virtual reality systems*. Cambridge: Addison-Wesley.

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wang, F., & Burton, J. K. (2013). Second Life in education: A review of publications from its launch to 2011. *British Journal of Educational Technology*, 44*(3), 357–371. <https://doi.org/10.1111/bjet.12024>
- Watt, D., & Fabricius, A. (2002). Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speakers' vowel spaces in the F1~F2 plane. *Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics*, 9(9), 159–173.
- Weiss, P. L., Kizony, R., Feintuch, U., & Katz, N. (2006). Virtual reality in neurorehabilitation. In M. M. M. K. A. J. H. W. W. (Ed.), *Textbook of neural repair and rehabilitation* (pp. 182-197).
- West, T., & Paine, C. (2012, Spring). The opportunities of mobile learning for executive education. *The Ashridge Journal*. Retrieved from [https://ashridge.se/website/IC.nsf/wFARATT/Mobile%20learning%20in%20executive%20education/\\$file/MobileLearningInExecutiveEducation.pdf](https://ashridge.se/website/IC.nsf/wFARATT/Mobile%20learning%20in%20executive%20education/$file/MobileLearningInExecutiveEducation.pdf)
- Wester, F. (2000). *Methodische aspecten van kwalitatief onderzoek*. Netherlands: Coutinho.
- Williams, K. C., & Williams, C. C. (2011). Five key ingredients for improving student motivation. *Research in Higher Education Journal*, 12, 1–20.
- Woodfield, B. F., Catlin, H. R., Waddoups, G. L., Moore, M. S., Swan, R., Allen, R., & Bodily, G. (2004). The virtual chemLab project: A realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 81, 1672-1678. <https://doi.org/10.1021/ed081p1672>
- Wolcott, H. F. (1994). *Transforming qualitative data: Description, analysis, and interpretation* (Vol. 364). Sage.
- Woolfolk, A. E. (1993). Teachers' sense of efficacy and the organizational health of schools. *The Elementary School Journal, 93*(4), 355-372.
- Zabala y Aranau, A. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Editorial Graó.
- Zacharias, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and

temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021–1035.
<https://doi.org/10.1002/tea.20253>

Zafeiriou, G., Nunes, J. M. B., & Ford, N. (2001). Using students' perceptions of participation in collaborative learning activities in the design of online learning environments. *Education for Information*, 19(2), 83-106.

Zaldívar-Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 9-22.

ANEXOS

Anexo 1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA E INMUNOLOGÍA

DRA. DIANA RESÉNDEZ PÉREZ
SUBDIRECTORA ACADÉMICA
PRESENTE.-

Por medio de la presente reciba un cordial saludo y a la vez me permito informarle que actualmente estoy por cursar el 5º semestre de Doctorado en Filosofía con acentuación en Estudios de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras, la investigación que se está realizando en este doctorado tiene como enfoque el empleo de laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa.

Por lo tanto, solicito su apoyo ya que para cumplir con la investigación este semestre Agosto-Diciembre 2021 se aplicarán diferentes instrumentos y actividades en la materia de Genómica funcional que impartiremos el Dr. Patricio Adrián Zapara Morin, la MC Katia Jamileth González Lozano y su servidora, con la finalidad de validar mi investigación y la consolidación del aprendizaje en los estudiantes.

Este proyecto, así como los instrumentos de evaluación que se implementarán han sido revisados y autorizados previamente por la presidenta de la academia "El Genoma y sus funciones" la Dra. Elva Teresa Aréchiga Carvajal.

Agradezco de antemano la atención a mi petición anteriormente expuesta, quedo en sus apreciables órdenes para cualquier duda o aclaración

Saludos cordiales

Atentamente
"AlereFlammamVeritatis"
Cd. Universitaria, a 30 de julio de 2021

MC Yolanda Canónico González

Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán s/n, Cd. Universitaria C.P. 66450, A.P. 67-F
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.
Tel: (81) 8329 4110 / Fax: (81) 8376 2813

**DR. JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ ROJAS -
DIRECTOR ACADÉMICO
PRESENTE.-**

Por medio de la presente reciba un cordial saludo y a la vez me permito informarle que actualmente estoy trabajando en mi tema de investigación del Doctorado en Filosofía con acentuación en Estudios de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras de la UANL, tal investigación tiene como enfoque el empleo de laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa.

Por lo tanto, le solicito su autorización y apoyo para la aplicación de un instrumento (encuesta) a los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas que nos permita conocer cuáles son las estrategias de evaluación que ellos aplican en sus unidades de aprendizaje, así como su opinión sobre la evaluación formativa.

Agradeciendo de antemano la atención a mi petición anteriormente expuesta, quedo en sus apreciables órdenes para cualquier duda o aclaración

Saludos cordiales

Atentamente
"AlereFlammamVeritatis"
Cd. Universitaria, a 30 de julio de 2021

MC Yolanda Canónico González

ANEXO 2

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	suma	
1	5	5	5	4	4	4	4	4	5	3	5	4	5	4	5	4	5	3	5	4	5	87
2	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	88
3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	5	5	5	4	5	3	5	4	4	81
4	5	5	5	5	4	4	3	3	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	85
5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	90
6	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	92
7	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	3	3	5	3	5	5	5	5	5	4	4	88
8	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	90
9	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	90
10	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	90
11	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	92
12	3	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	88
13	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	89
14	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4	4	85
15	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	91
16	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	88
17	4	5	4	4	4	5	4	3	5	5	3	2	5	2	5	4	5	4	5	5	5	83
18	4	5	4	4	4	5	4	3	5	4	3	3	5	5	4	3	3	4	4	5	5	84
19	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	1	5	5	3	5	4	5	5	4	5	5	87
20	5	4	4	4	4	5	4	5	5	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	90
21	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	5	3	4	4	5	5	4	4	5	87
22	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	3	3	4	4	3	5	4	5	5	84
23	5	5	5	4	3	1	3	3	5	3	2	2	2	3	5	3	3	3	3	3	3	65
24	5	5	5	5	5	3	2	3	5	5	5	5	5	4	5	4	3	5	4	5	5	86
25	4	5	4	4	4	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	87
26	0.33333333	0.0399306	0.2482639	0.1232639	0.8315972	0.4097222	0.4565972	0.1388889	0.3732639	0.993055556	0.75	0.5399306	0.6232639	0.1388889	0.3055556	0.5763889	0.4930556	0.3055556	0.3055556	0.2065972		
27																						
28																						
29										a (alfa)	0.7427714											
30										K (numero de items	20											
31										VI (varianza de cad	8.1927083											
32										VI (varianza total)	27.831597											

ANEXO 3

Entrevista semiestructurada para profesores inicio del curso (entrevista 1)

Introducción a los profesores:

El propósito de esta entrevista es conocer cuáles son las estrategias de evaluación que suele usar usted como docente de la materia de Genómica. No existen respuestas correctas o incorrectas; sólo cuentan tus opiniones. (LV = laboratorio virtual)

1. ¿Puede decirme que es para usted evaluación?
2. ¿Qué técnicas de evaluación conoce?
3. ¿Qué técnicas de evaluación emplea en su materia?
4. ¿Ha escuchado sobre la evaluación formativa?
5. ¿Sabe en qué consiste o me puede dar ejemplos de evaluación formativa?
6. Ha considerado emplear alguna de estas estrategias de evaluación formativa
 - a) Ponencias grupales
 - b) Mapas conceptuales
 - c) Test o cuestionarios cortos (esto puede ser de manera física en una hoja de papel o bien en algún software tipo kahoot)
 - d) Trabajo escrito sobre alguna opinión o reflexión sobre algún tema en específico.
 - e) Laboratorio virtual
7. ¿Siente usted comodidad al acceder y trabajar con los laboratorios virtuales de genómica?
8. ¿Cree usted que laboratorios virtuales de genómica puedan brindar múltiples opciones para su uso?
9. ¿Cree usted que los laboratorios virtuales pueden potenciar la comprensión y el aprendizaje de los conceptos de genómica?

Muchas gracias por su tiempo

ANEXO 4

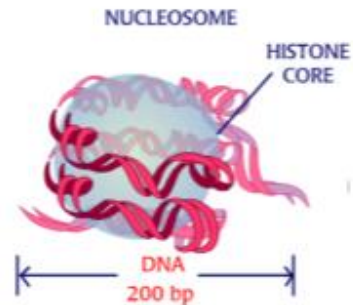
Análisis de la entrevista previo inicio de semestre		
¿Puede decirme que es para usted evaluación?		
Docente 1: ...el proceso de darle un valor al aprendizaje de los estudiantes...	Docente 2: ...saber que tanto ha entendido el estudiante en base a una escala, para saber si ha alcanzado las competencias solicitadas...	Docente 3: ... podría ser un elemento de retroalimentación para emitir un valor numérico, y este nos dirá que tanto aprendió el alumno...
¿Qué técnicas de evaluación conoce?		
Docente 1: ...aquí en la FCB nos basamos mucho en los PPA, que son proyectos y casos clínicos...	Docente 2: ...el método de casos, proyectos, mesa de debates...	Docente 3: ...aprendizaje basado en problemas, exposición, proyectos, actividades lúdicas...
¿Qué técnicas de evaluación emplea en su materia?		
Docente 1: ...exposición, proyecto, prácticas de laboratorios y exámenes...	Docente 2: ...principalmente exposición y proyecto que sería el PPA y las prácticas de laboratorio...	Docente 3: ...prácticas de laboratorio, debates en grupo, exposiciones, exámenes y el PIA...
¿Estas técnicas que utilizas tienen una ponderación?		
si	si	si
¿Ha escuchado sobre la evaluación formativa?		
Docente 1: si	Docente 2: si	Docente 3: si
¿Sabe en qué consiste o me puede dar ejemplos de evaluación formativa?		
Docente 1: ...La recuerdo del diplomado de la UANL, pero no se decirte abiertamente ¿Qué es?...	Docente 2: ...La evaluación que te guía a través la formación del estudiante...	Docente 3: ...el tipo de evaluación que te da información del desempeño del estudiante, si el estudiante te está entendiendo...
Ha considerado emplear alguna de estas estrategias de evaluación formativa		
a) Ponencias grupales b) Mapas conceptuales c) Test o cuestionarios cortos (esto puede ser de manera física en una hoja de papel o bien en algún software tipo kahoot) d) Trabajo escrito sobre alguna opinión o reflexión sobre algún tema en específico. e) Laboratorio virtual		
Docente 1: ...solo los seminarios de investigación, que nos son útiles para conocer el estado de arte en la materia.	Docente 2: ...Ahorita en línea nos centramos en el PIA y en los seminarios de investigación aplicados a un caso de utilidad o con aplicación, pero en presencial solía llevarles crucigramas para que los	Docente 3: ...Por default nosotros tenemos que evaluar un PIA y una exposición...

	fueron contestando en equipo...	
¿Siente usted comodidad al acceder y trabajar con los laboratorios virtuales de genómica?		
...Si, claro me ha parecido interesante el proyecto y cualquier cosa que nos ayude en nuestra labor de docente, es interesante...	...Si, creo que el manejo de estos puede ayudar a los chicos, sobre todo porque al estar en línea no sabemos si están entendiendo o no. Antes en presencial es fácil detectarlo, pero ahora te das cuenta hasta la hora del examen parcial...	...Si, suena padre esta estrategia, ya que al estar en línea y los chicos generalmente tiene su cámara apagada no te enteras de que este pasado del otro lado, mínimo antes podías ver su rostro y darte cuenta que no entendieron algo...
¿Cree usted que laboratorios virtuales de genómica puedan brindar múltiples opciones para su uso?		
Docente 1: Si.	Docente 2: sí	Docente 3: sí
¿Cree usted que los laboratorios virtuales pueden potenciar la comprensión y el aprendizaje de los conceptos de genómica?		
Docente 1: ...Si, creo que eso es lo que esperamos y por lo cual vale la pena apoyar en este proyecto. Para poder mejor la educación de los estudiantes, pues si podemos ver un retraso en su formación a consecuencia de la pandemia...	Docente 2: ...Si, lo que más afectado durante la pandemia es ausencia de laboratorios, y estos era la forma en la que el estudiante podía terminar de comprender lo visto en clase...	Docente 3: ...Si, creo que usar estos laboratorios permitiría a los estudiantes afianzar conceptos...

Lv1 ¿Cómo se empaqueta el ADN?

1. De 146 a 200 pares de bases de ADN se envuelven alrededor de un núcleo de histonas para formar un nucleosoma

- Verdadero
 Falso

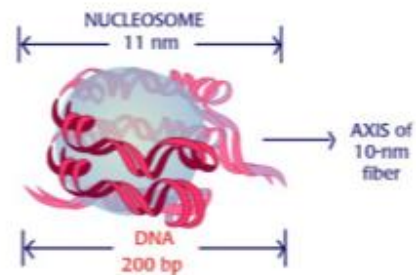


2. ¿Cómo se llama la unidad funcional que integra la fibra de ADN de 10 nm, también llamada "collar de perlas"?

- A) Histonas
 B) Nucleosoma
 C) DNA
 D) Cromosoma

3. Si el par de bases del ADN tiene 0.3 nm de largo y el nucleosoma tiene un diámetro de 11 nm, ¿Cuánto se ha empaquetado el ADN a lo largo del eje de la fibra de 10 nm?

- A) 3X
 B) 30X
 C) 6X
 D) 60X



4. Al complejo DNA y proteínas se le denomina...

- A) Cromatina
 B) Nucleosoma
 C) Histonas
 D) Cromosomas

5. Cada vez que la célula se va a dividir, el DNA se duplica por medio del proceso de transcripción.

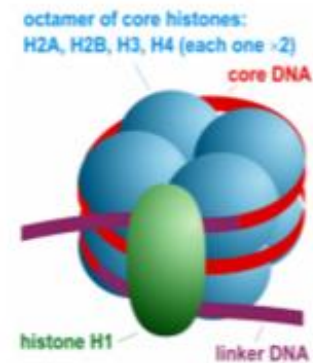
- V Verdadero
 F Falso

6. El nucleosoma esta formado por al menos 146 nucleótidos de la doble hélice que se enrollan con 1.7 vueltas alrededor de un núcleo proteico de ocho histonas (2 x H2A, 2 x H2B, 2x H3 y 2 x H4).

- V Verdadero
 F Falso

7. ¿Cuál es la función de la H1?

- A Prevenir que el nucleosoma se deslice o gire sobre el DNA
 B Regulación de la compactación de la cromatina y de la expresión génica
 C Adornar el collar de perlas
 D Regiones asociadas a la matriz



8. La organización de la heterocromatina permite que continua expresión génica.

- V Verdadero
 F Falso

9. Los bucles de DNA entre los puntos de unión a la matriz nuclear se denominan regiones estructurales.

- V Verdadero
 F Falso

10. El genoma está organizado en cromosomas que durante la interfase del ciclo celular se distribuyen en territorios cromosómicos, ocupando espacios particulares en el núcleo.

- V Verdadero
 F Falso

Lv2 Diseño de moscas transgénicas

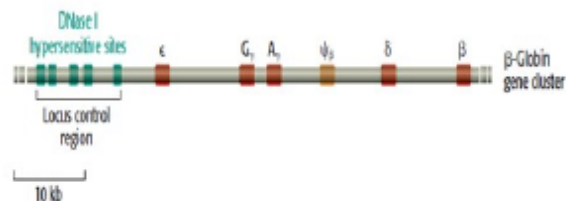
1. ¿Dónde se comprobó por primera vez el efecto posicional de las regiones aislantes?

- (A) *Drosophila*
- (B) *E. coli*
- (C) Zebra fish
- (D) *C. elegans*

2. ¿A qué se refiere el efecto posicional?

- (A) A la variabilidad en el orden de los cromosomas
- (B) A la variabilidad de los genes
- (C) A la variabilidad en la expresión génica
- (D) A la posición de los genes hsp70

3.



Las LCR pueden jugar el papel de promotor

- (V) Verdadero
- (F) Falso

4. Todos los genes contienen una región reguladora, el promotor, que se encuentra "río arriba" o antes de la región codificante del gen. Cuando las señales apropiadas activan el promotor, el ADN se transcribe en ARNm.

- (V) Verdadero
- (F) Falso

5. ¿Cuál es la función de un gen reportero?
- (A) Hacen reportajes sobre la pandemia
 - (B) Hacen lo que su nombre implica: "informan" o "reportan" sobre la actividad del promotor al que están vinculados.
 - (C) Reportan la presencia de transposones
 - (D) Permiten la expresión de islas génicas de virulencia
6. En el laboratorio virtual, el gen reportero
- (A) le dice al experimentador exactamente cuánta proteína nativa se produjo
 - (B) cambia el color de los ojos de las moscas
 - (C) debe ser del mismo tipo de organismo que el organismo al que se transfiere
 - (D) está diseñado para ser detectado fácilmente y reflejar la actividad del gen nativo
7. ¿Por qué el gen de la luciferasa es usado como un gen reportero?
- (A) Por que va emitir una luz verde
 - (B) Debido a que brilla, este gen se enciende y, por lo tanto, es fácilmente reconocible
 - (C) Por que es sencillo de aislar
 - (D) Por que cataliza la oxidación de un sustrato de luciferina
8. En el laboratorio virtual, después de incorporarse con éxito en el genoma de una mosca, la construcción de ADN se...
- (A) cambiar las funciones del nativo por gen
 - (B) hacen que los ojos se pongan blancos
 - (C) reflejan la actividad transcripcional sin interferir con las funciones
 - (D) alterar el reloj biológico
9. ¿Cuál de las siguientes secuencias de ADN no se encuentra en el constructo de ADN?
- (A) transposasa
 - (B) luciferasa
 - (C) promotor del gen
 - (D) Elemento P

10. En esta imagen del laboratorio virtual, se logró la inserción del constructo de DNA

- (A) Si, por que los ojos son blancos
- (B) No, por que los ojos deben de ser rojos




11. ¿A que se debe el éxito en la producción de moscas transgénicas?

- (A) Que el constructo de DNA contenga las secuencias correctas
- (B) Los embriones a los que se les inyectará el DNA deben de tener más de 30 min.
- (C) Inyectar el ADN en el extremo posterior de los embriones
- (D) El apareamiento de las moscas de la fruta

Laboratorio 3. Modificación de las histonas

QUIZ



Modificación de las histonas

33% average accuracy • 19 plays

University • Biology, Professional Development

3 months ago by Yolanda Canonikova

1 Save Share Edit

INSTRUCTOR-LED SESSION Start a live quiz

ASYNCHRONOUS LEARNING Assign homework

16 questions SHOW ANSWERS PREVIEW

Question 1 45 seconds

Q. Enzimas encargadas de la acetilación

answer choices

- HDAC
- HAT
- HDMT
- HMT

Question 2

45 seconds

Q. Aminoácido donde se lleva acabo la acetilación

— answer choices —

K

L

V

H

Question 3

45 seconds

Q. Modificación involucrada en la epigenética redox la cual regula la proliferación celular

— answer choices —

Carbonilación

Acetilación

Metilación

Ubiquitinación

Question 4

60 seconds

Q. Se relaciona con la reparación del DNA, regulación y condensación de la cromatina

— answer choices —

Ubiquitinación

Glicosilación

Acetilación

Metilación

Question 5

45 seconds

Q. Principal aminoácido blanco que puede sufrir modificaciones

— answer choices —

Lisina

arginina

Tirosina

Serina

Question 6

60 seconds

Q. Aminoácidos que se pueden fosforilar

— answer choices —

Tirosina

Serina

Treonina

Histidina

Question 7

45 seconds

Q. Enzimas involucradas de la fosforilación

— answer choices —

OGT

OGA

HAT

Ubc9

Question 8

60 seconds

Q. Enzimas involucradas de la metilación

— answer choices —

- HMT HDMT
 E1, E2, E3 HAT

Question 9

60 seconds

Q. Modificación que disminuye la afinidad del DNA por la histona

— answer —

> acetilación

alternatives

> acetilacion

> Acetilación

Question 10

60 seconds

Q. Aminoácido blanco para la metilación de DNA

— answer —

> Citosina

Question 11

60 seconds

Q. Las proteínas Polycomb son subunidades de una de dos complejos multiproteicos, complejo E1 y complejo E2.

— answer choices —

- Falso Verdadero

Question 12

60 seconds

Q. Proteína cuya función es digerir o acarrear al complejo polycamb:

— answer choices —

- Phf19 DNMT's
 Ubc9 PcG

Q. Las proteínas del complejo Trithrax pueden clasificarse en tres clases basadas en la función molecular las cuales son:

— answer choices —

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Proteínas TrxG modificadoras de la histona, proteínas de unión al ADN, proteínas remodeladoras de la cromatina. | <input type="radio"/> Proteínas TrxG modificadoras de la histona, proteínas de unión al RNA, proteínas remodeladoras de la cromatina. |
| <input type="radio"/> Proteínas TrxG modificadoras de la histona, proteínas de unión al RNA, proteínas condensadoras de la cromatina. | <input type="radio"/> Proteínas TrxC modificadoras de la histona, proteínas de unión al ADN, proteínas remodeladoras de la cromatina. |

Question 14

⌚ 60 seconds

Q. Aminoácidos que se pueden glicosilar

— answer choices —

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Tirosina | <input type="radio"/> Serina |
| <input type="radio"/> Treonina | <input type="radio"/> Histidina |

Question 15

⌚ 45 seconds

Q. Modificación involucrada en el silenciamiento de los transposones.

— answer choices —

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> Metilación | <input type="radio"/> Acetilación |
| <input type="radio"/> Fosforilación | <input type="radio"/> Glicosilación |

Question 16

⌚ 60 seconds

Q. La metilación del ADN es una de las modificaciones epigenéticas mejor estudiadas y juega un papel fundamental en el establecimiento de la impronta genómica

— answer choices —

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> Verdadero | <input type="radio"/> Falso |
|---------------------------------|-----------------------------|

Laboratorio 4. Impronta génica

Impronta génica

Hola, YOLANDA. Cuando envíe este formulario, el propietario verá su nombre y dirección de correo electrónico.

1. Las proteínas PcG se han implicado en varios procesos celulares como lo son:

Escriba su respuesta

2. Un cromosoma X activo se condensa en una estructura pequeña y densa en el núcleo y se llama cuerpo de Barr.

falso

verdadero

3. El síndrome del triple X es causado por la presencia de dos cromosomas X en lugar de Tres.

falso

verdadero

4. La metilación del ADN es una de las modificaciones epigenéticas mejor estudiadas y juega un papel fundamental en el establecimiento de la impronta genómica

verdadero

falso

5. El gen *igf2* codifica para:

Escriba su respuesta

6. Enfermedades como el Síndrome de Angelman y Síndrome de Prader-Willi, son disomias presentes en el par del cromosoma:

Escriba su respuesta

7. ¿Cómo es el proceso de desmetilación del genoma paterno ?

Escriba su respuesta

8. ¿Es un proceso biológico por el cual un gen o dominio genómico se encuentra marcado bioquímicamente, indicando su origen parental?

Escriba su respuesta

9. ¿Cómo se establece la impronta genómica durante el desarrollo embrionario?

Escriba su respuesta

10. ¿Qué sucede cuando un DMR se ubica entre un enhancer y un promotor?

Escriba su respuesta

Enviar

ANEXO 6

Uso de los laboratorios virtuales de Genómica funcional Etapa 1

Consentimiento de este cuestionario

Consentimiento de este cuestionario

Como parte del proyecto de investigación “Laboratorios virtuales como estrategia de evaluación formativa” se invita a los estudiantes que estén llevando la materia de Genómica funcional de la carrera de Licenciado Biotecnología Genómica a participar en el cuestionario de Uso de los laboratorios virtuales. Este cuestionario tiene como finalidad conocer la opinión sobre el uso y manejo de los laboratorios virtuales

De antemano muchas gracias por el apoyo.

Al dar aceptar, otorga el consentimiento para la utilización de la información que nos sea proporcionada.

Uso de los laboratorios virtuales de Genómica funcional

Información sobre el curso

* 1. *¿El método en el cual será evaluado la unidad de aprendizaje fue mencionada al inicio del curso?*

si

no

* 2. *¿Su maestro mencionó que al inicio del curso que se evaluará el uso de laboratorios virtuales*

si

no

Uso de los laboratorios virtuales de Genómica funcional

Comprensión y motivación

* 3. *¿Consideras que los objetivos de aprendizaje de las actividades son claros y comprensibles?*

Si, mucho

Muy cómodo

Neutral

poco

Incómodo

*4. *¿Crees que las instrucciones proporcionadas para las actividades son claras y fáciles de seguir?*

Totalmente en desacuerdo

Desacuerdo

Neutral

De acuerdo

Totalmente de acuerdo

** 5. ¿Consideras que los entornos virtuales que utilizas para aprender biología son interactivos y te permiten participar activamente en las actividades?*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

** 6. ¿Consideras que las actividades asignadas son factibles en términos de tiempo y recursos disponibles?*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

**7. Mi profesor estuvo comprometido con la implementación de los laboratorios virtuales*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

8. Mi profesora dio retroalimentación tras la aplicación de los laboratorios virtuales

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

** 7. Utilizar Laboratorios virtuales me motiva a tener una mayor participación en mis estudios.*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

** 8. Utilizar Laboratorios virtuales me ayuda a integrar mejor los conceptos.*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral

De acuerdo
Totalmente de acuerdo

** 9. En general, el uso de laboratorios virtuales mejora el estudio y la en mis estudios.*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

** 10. Utilizar Laboratorios virtuales requiere de más tiempo de estudio.*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

**11. Los cuestionarios implementados después de las simulaciones me ayudaron a fortalecer mi aprendizaje.*

Totalmente en desacuerdo
Desacuerdo
Neutral
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

Uso de los laboratorios virtuales de Genómica funcional

Uso de laboratorio virtual 1

En esta sección se te solicita que des tu opinión de cada uno de los laboratorios vistos en clase

** 16. Respecto al laboratorio número 1: Empaquetamiento del genoma
El cual consistió en un video y un cuestionario. Consideras que este laboratorio:*

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--	--------------------------	---------------	---------	------------	-----------------------

El software fue flexible y de fácil manejo.					
Fue apropiado al tema visto en clase					
Tuviste oportunidad de visualizar y aprender del error.					
Fue presentando de forma clara e interesante.					
Las instrucciones fueron son claras y de fácil acceso.					
El lenguaje utilizado fue adecuado.					
No tengo problema que sea en inglés					

*** 17. Respecto al laboratorio número 2: "Make transgenic files".**

El cual consistió en una simulación y el cuestionario, consideras que este laboratorio:

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El software fue flexible y de fácil manejo.					
Fue apropiado al tema visto en clase					
Tuviste oportunidad de visualizar y aprender del error.					
Fue presentando de forma clara e interesante.					
Las instrucciones fueron son claras y de fácil acceso.					

El lenguaje utilizado fue adecuado.					
No tengo problema que sea en inglés					

*** 18. Respecto al laboratorio número 3: "Modificación de las histonas".
el cual consistió en un quiz interactivo, consideras que este laboratorio:**

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El software fue flexible y de fácil manejo.					
Fue apropiado al tema visto en clase					
Tuviste oportunidad de visualizar y aprender del error.					
Fue presentando de forma clara e interesante.					
Las instrucciones fueron son claras y de fácil acceso.					
El lenguaje utilizado fue adecuado.					
No tengo problema que sea en inglés					

*** 19. Respecto al laboratorio número 4: "Impronta génica".
el cual consistió en un quiz interactivo, consideras que este laboratorio:**

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El software fue flexible y de fácil manejo.					

Fue apropiado al tema visto en clase					
Tuviste oportunidad de visualizar y aprender del error.					
Fue presentando de forma clara e interesante.					
Las instrucciones fueron son claras y de fácil acceso.					
El lenguaje utilizado fue adecuado.					
No tengo problema que sea en inglés					

Uso de los laboratorios virtuales de Genómica funcional

Opinión personal sobre el uso de los laboratorios virtuales

* 20. *Donde 1 es nulo o nada, 2 es poco, 3 neutral, 4 me gustó y 5 me gustó mucho, Qué tanto te gustaron los laboratorios virtuales vistos anteriormente.*

	1. Nulo	2. Poco	3. Neutral	4. Me gustó	5. Me gustó mucho
Laboratorio 1: Empaquetamiento del genoma					
Laboratorio 2: Makes transgenic files					
Laboratorio 3: Modificaciones post-traduccionales					
Laboratorio 4: Impronta génica					<input type="radio"/>

* 21. *¿Puedes especificar la razón por las cuales te gustaron los LV?*

22. *¿Cuál de los 4 laboratorios virtuales te gustó más?*

Laboratorio 1: Empaquetamiento del genoma

Laboratorio 2: Make transgenic files
Laboratorio 3: Modificación de las histonas
Laboratorio 4: Impronta génica

* 23. *¿Puedes especificar la razón por la cual te gustó más?*

*24. *¿Puedes especificar la razón por las cuales no te gustaron los LV?*

* 26. *¿Cuál de los 4 laboratorios virtuales te gustó menos o no te gustó ?*

Laboratorio 1: Empaquetamiento del genoma
Laboratorio 2: Make transgenic files
Laboratorio 3: Modificación de las histonas
Laboratorio 4: Impronta génica

* 27. *¿Puedes especificar la razón por la cual no te gustó?*

* 28. *Tienes alguna sugerencia, que nos pueda ayudar a mejorar los siguientes laboratorios virtuales:*

* 29. *Tienes algún comentario extra:*

ANEXO 7

Entrevista semiestructurada para profesores final (entrevista 2)

Introducción a los profesores:

El propósito de esta investigación es ayudarme a comprender cómo las experiencias en el aula de genómica (es decir, los laboratorios virtuales) afectan las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, cómo los estudiantes perciben sus entornos y cómo se desempeñan en ciencias.

No existen respuestas correctas o incorrectas; sólo cuentan tus opiniones. (LV = laboratorio virtual)

Detalles prácticos:

1. ¿Cuántos laboratorios virtuales hizo con sus clases de LV? _____
2. ¿Qué LV realizó con sus estudiantes? (consulte la lista adjunta como recordatorio)?
 - a) ¿Cómo esta compactado el DNA?
 - b) ¿Cómo producir moscar trangénicas?
 - c) Modificación de las histonas
 - d) Impronta génica
3. ¿Cuánto tiempo utilizó para la implementación de cada unos de los LV?
(# de días / semanas / meses)
4. Describa con qué frecuencia (o el intervalo) hizo LV con sus clases de LV:
 - a) Los utilizaste todos los días durante una semana consecutiva
 - b) Los utilizaste una vez a la semana
 - c) Los utilizaste cada 15 días
 - d) Los utilizaste después de un tema específico.
En caso de esto (¿cuánto tiempo demorabas explicando un tema en concreto?)
 - e) Los utilizaste antes de cada examen parcial
 - f) Otro (específica)
5. Por el contrario, ¿Qué tipo de actividades hacías con tus clases que no eran de LV?
 - a) Era que clases regulares
 - b) Debates enriquecedores
 - c) Laboratorios prácticos
 - d) otras actividades informáticas
6. Por favor mencione situación de confusión entre las clases LV:
7. ¿Cómo fue tu experiencia personal al emplear LV en tu asignatura?
8. ¿En alguna ocasión te sentiste abrumado al utilizar estos LV?

- a) ¿No te gustaba emplearlos?
- b) ¿No sabías como emplearlos?
- c) Preferías una práctica presencial
- d) ¿Crees que su uso ayudo a los estudiantes a comprender los temas propios de la materia de genómica?

10. Cuándo los estudiantes tenían dudas sobre alguna práctica en concreto. ¿Tenías el tiempo suficiente para ayudarle a los estudiantes?

- a) No solía haber dudas
- b) Las dudas las resolvía en el aula (virtual o presencial) al día siguiente de la práctica
- c) Les dudas las resolvía fuera del horario de clases.

11. ¿Cómo crees que los estudiantes diferían en su motivación para completar actividades?

- a) Los estudiantes se mostraban motivados para completar los LV
- b) Los estudiantes se mostraban apáticos o desmotivado para completar los LV

12. ¿Puede decirme algo que haya observado en su clase, que no haya sido mencionado durante esta entrevista?

13. ¿Hay algo más que no haya preguntado sobre la implementación y los resultados de este estudio que crees que debería saber?

Muchísimas gracias por su tiempo.

ANEXO 8

Análisis de la entrevista de la etapa 1		
1. ¿Cuántos laboratorios virtuales hizo con sus clases de LV? _____		
Docente 1: 3 de 4	Docente 2: 2 de 4	Docente 3: 4 de 4
2. ¿Qué LV realizó con sus estudiantes?		
Docente 1: ...todos menos el de las moscas. No tuve tiempo de entenderlo y no lo vi tan relevante con el tema...	Docente 2: ...solo apliqué el primero y el de Modificación de las histonas. No tuve tiempo de aplicar el de las moscas y me faltó tiempo para ver el tema de Impronta génica...	Docente 3: Los 4
3. ¿Existe una razón en concreto por la cual no aplicaste alguno?		
...me gusta realizar estas actividades antes de que ellos las realicen para ayudarlos si tiene alguna duda. Pero sinceramente no tuve oportunidad de picarle y entenderle al laboratorio por falta de tiempo...	...por la falta de tiempo, el contenido de algunos temas es mucho y complejo, entonces como pedía seminarios de investigación aplicados al tema, si me tarde en revisar estas exposiciones y explicar estos temas difíciles para los estudiantes...	...logré aplicar todos, pero algunos de forma abrupta, sin una retro, por ejemplo, o por la falta de tiempo. Lo que hice fue dejarlos como actividad asincrónica o de "tarea" y si podía daba la retro en la sesión de clase...
4. ¿Cuánto tiempo utilizó para la implementación de cada uno de los LV?		
Docente 1: ...una hora completa de clase, como los chicos son quejumbrosos y no les gusta tener tarea o hacer actividades extras fuera de clase todo era en las horas de clase. Lo que hacía que me sintiera un poco presionado por cumplir el programa...	Docente 2: ...generalmente la hora de clase. Me programaba para después de ciertos temas, poner tal laboratorio...	Docente 3: ...una hora de clase. Aunque en el caso del laboratorio de las moscas (LV2), utilicé una hora doble, porque si estaba largo el laboratorio y como estuvo muy muy larga la dejé de tarea...
5. Describa con qué frecuencia (o el intervalo) hizo LV con sus clases de LV:		
g) Los utilizaste todos los días durante una semana consecutiva		
h) Los utilizaste una vez a la semana		
i) Los utilizaste cada 15 días		
j) Los utilizaste después de un tema específico.		
En caso de esto (¿cuánto tiempo demorabas explicando un tema en concreto?)		
k) Los utilizaste antes de cada examen parcial		

1) Otro (específica)		
<p>Docente 1 ...dependía del tema, por ejemplo, el primer laboratorio (LV1) lo contestamos posterior a la segunda clase, y el de las modificaciones (LV3) hasta después de ver todos los temas de modificación postraduccional apliqué el laboratorio...</p>	<p>Docente 2 ...los utilicé antes del parcial como un repaso...</p>	<p>Docente 3: ...los usé posterior a un tema en específico, pero en particular el laboratorio de modificaciones postraduccionales, lo repetí como repaso antes del parcial...</p>
<p>6. Por el contrario, ¿Qué tipo de actividades hacías con tus clases que no eran de LV? a) Era que clases regulares b) Debates enriquecedores c) Laboratorios prácticos d) otras actividades informáticas</p>		
<p>Docente 1: ...todo, obviamente teníamos las clases regulares más la exposición y en esa exposición ellos tienen que debatir de un paper de investigación. Además, la materia cuenta con su laboratorio práctico que también ha sido virtual...</p>	<p>Docente 2: ...hicimos clases regulares y laboratorios virtuales, pero en el seminario incluimos discusión de artículos científicos...</p>	<p>Docente 3: ...en cuanto actividades informáticas solo las propias de los laboratorios virtuales y lo usual: clases regulares, debates, las prácticas del laboratorio propio del programa de estudios...</p>
<p>7. Por favor mencione situación de confusión entre las clases LV:</p>		
<p>Docente 1: ...al inicio tuvimos problemas con la plataforma socrative pero todo fue solucionado...</p>	<p>Docente 2: ... el LV3, tenía preguntas muy rebuscadas y por lo mismo los chicos tuvieron dificultad. Porque eran temas que no se vio en un recurso sino en la clase, y en eso yo en mi clase no me enfoque...</p>	<p>Docente 3: ... no tuve, si había pequeñas dudas, pero las pudimos responder en clase...</p>
<p>8. ¿Qué experiencia personal tuviste al emplear LV en tu asignatura?</p>		
<p>Docente 1 ...ha sido beneficioso para mi cátedra, ya que me doy cuenta los conceptos que los estudiantes deben ser reforzados...</p>	<p>Docente 2 ...me ha sido complicado por la cuestión del tiempo, en esta materia hay muchos temas y si me fui complicado dar el tiempo para los laboratorios...</p>	<p>Docente 3: ...creo que ha sido divertido y/o diferente ya que es una buena estrategia de motivarlo, pues si el estudiante nota que no le fue muy bien le empieza a echar ganitas...</p>
<p>9. ¿En alguna ocasión te sentiste abrumado al utilizar estos LV?</p>		

<p>a) ¿No te gustaba emplearlos? b) ¿No sabías como emplearlos? c) Preferías una práctica presencial d) ¿Crees que su uso ayudo a los estudiantes a comprender los temas propios de la materia de genómica?</p>		
<p>Docente 1 ...me gustó emplearlos, pero a veces si me costó trabajo por ejemplo otra vez el de las moscas (LV2) que la verdad no le entendí al interactivo. Claro que me prefiero lo presencial pero estos LV, incluso pueden ser empleados en un futuro. En el caso, del LV en forms si me costó un poco de trabajo dar la retro...</p>	<p>Docente 2 ...me gustó, pero su fue difícil por el tiempo, me llegue a sentir saturada. Si prefiero la práctica presencial pero tampoco me quejo de este sistema. Y Claro, si he visto que ha mejorado su aprendizaje...</p>	<p>Docente 3: ... me gustó, como te comenté me pareció interesante hasta divertido, en el caso del cuestionario en quizziz creo que fue un excelente para sacarlos de la rutina. Y si definitivamente ayudan mucho en su formación...</p>
<p>10. Cuando los estudiantes tenían dudas sobre alguna práctica en concreto. ¿Tenías el tiempo suficiente para ayudarle a los estudiantes? a) No solía haber dudas b) Las dudas las resolvía en el aula (virtual o presencial) al día siguiente de la práctica c) Les dudas las resolvía fuera del horario de clases.</p>		
<p>Docente 1: ...intenté dar aproximadamente 40 min para contestar el LV y el resto (20 min) para contestar dudas...</p>	<p>Docente 2: ...casi no había preguntas por parte de los alumnos, por lo que me enfocaba en las preguntas incorrectas, para poder dar retroalimentación...</p>	<p>Docente 3: ...el cuestionario en sí, lo respondía con ellos explicando el porqué de las cosas...</p>
<p>11. ¿Cómo crees que los estudiantes diferían en su motivación para completar actividades? a) Los estudiantes se mostraban motivados para completar los LV b) Los estudiantes se mostraban apáticos o desmotivado para completar los LV</p>		
<p>Docente 1: ...Yo sentí a los estudiantes motivados...</p>	<p>Docente 2: ...ni motivados o desmotivados...</p>	<p>Docente 3: ...motivados y creo que se nota en la asistencia, porque les decía tal día tenemos LV para que no falten y todos asistían...</p>
<p>12. ¿Puede decirme algo que haya observado en su clase, que no haya sido mencionado durante esta entrevista?</p>		
<p>Docente 1: ...a los chicos les esta gustado y para mí es mucho más sencillo</p>	<p>Docente 2: ...sería interesante realizar algún laboratorio donde</p>	<p>Docente 3: ...si les gusta, pero cuando los LV o en particular los cuestionarios son largos, si</p>

detectar los conceptos que deben repetirse..	trabajen en quipo para que puedan socializar entre ellos...	llegan a sentirse no fastidiados, pero si se nota el cansancio a la hora de la retro. De manera general puedo decir que se realizara la actividad más corta esto podría mejorar...
13. ¿Hay algo más que no haya preguntado sobre la implementación y los resultados de este estudio que crees que debería saber?		
Docente 1: ...creo que el que los LV estén automatizados y evitemos el revisar nos ayuda mucho. Por ejemplo, el LV4 que fue en forms si, fue un poco pesado revisar para mí como docente...	Docente 2: ...solo el poner preguntas no tan específicas...	Docente 3: ...siento que los estudiantes se sienten agradecidos que les demos este extra, porque al fin de cuentas llevan más de 1 año en línea y si, existe conceptos que no terminaron de comprender y aquí por lo que se busca es que pueden “digerir” estos conceptos...

ANEXO 9



Nombre _____

Fecha _____

LV5 CRISPR-Cas9

Puntuación _____

1. Organismos donde se lleva a cabo CRISPR-CAS9 como una estrategia de protección viral?
 - (A) Bacterias y arqueas
 - (B) Hongos y levaduras
 - (C) virus y bacterias
 - (D) Bacterias y hongos

2. ¿Por qué razón se asocia el complejo Cas9-RNA guía con tijeras moleculares?

3. Es una secuencia de RNA que es sintetizada para coincidir con una secuencia diana de interés, por ejemplo una secuencia que este presente dentro de un gen en particular.
 - (A) PAM
 - (B) RNA guía
 - (C) Cas9
 - (D) RNA mensajero

4. La secuencia diana puede ser casi cualquier secuencia siempre que este cerca del motivo PAM (motif PAM)
 - (V) Verdadero
 - (F) Falso

5. Es una endonucleasa, lo que significa que es una enzima que corta los ácidos nucleicos.
 - (A) Cas9
 - (B) CRISPR-Cas9
 - (C) PAM
 - (D) RNA guía

6. Cas9 desenrolla la doble hélice de ADN. Si el ADN en esa ubicación tiene poca coincidencia con la secuencia dentro del ARN guía, el ADN y el ARN coincidente se unirán a través del emparejamiento de bases.

- (V) Verdadero
- (F) Falso

7. Cas9 reconoce y se une a un motif PAM. Los motifs consisten en cualquier nucleótido (designado "N") seguido de dos guaninas, como deberá de ser la secuencia en dirección 5' a 3'.

- (A) 5'-N-N-G-3
- (B) 5'-N-G-C-3
- (C) 5'-G-G-N-3
- (D) 5'-N-G-G-3'

8. ¿Cómo se activa la actividad nucleasa de Cas9? (varias respuestas)

- (A) Mediante el cambio en la estructura tridimensional de Cas9
- (B) Tras la reparación del DNA
- (C) Debido al emparejamiento de las secuencias DNA-RNA
- (D) Por la presencia de 20 nucleótidos en el motif PAM

9. Los rompimientos de DNA inducidos por CRISPR se pueden reparar mediante la unión de extremos no homólogos (NHEJ) o reparación dirigida por homología (HDR).

- (V) Verdadero
- (F) Falso

10. ¿Qué desventajas presenta el mecanismo de reparación NHEJ? (varias respuestas)

- (A) Es propenso a mutaciones en la secuencia blanco
- (B) La posibilidad de inactivación del gen
- (C) No presenta desventajas
- (D) Es mecanismo muy lento


11. ¿Qué ventaja presenta la reparación dirigida por homología (HDR) sobre el mecanismo de reparación por NHEJ? (varias respuestas)

- (A) Se pueden diseñar e introducir diferentes plantillas de reparación.
- (B) Se podría corregir una mutación existente reemplazándola con una secuencia no mutada.
- (C) Es menos propenso a errores.
- (D) Utiliza una plantilla homóloga para reparar con precisión.

12. ¿Es la región de la proteína Cas9 que reconoce y se une al motif de secuencia PAM?

- (A) Sitio de escisión
- (B) Dominio de interacción Cas9 PAM.
- (C) Dominio de nucleasa Cas9
- (D) DNA blanco

Laboratorio 6. Maduración del RNA



QUIZ

Maduración del RNA m

0 plays

University • Science

a month ago by Yolanda Canonikova

0 Save Share Edit

INSTRUCTOR-LED SESSION
Start a live quiz

ASYNCHRONOUS LEARNING
Assign homework

13 questions

SHOW ANSWERS PREVIEW

Question 1 60 seconds

Q. Es el primer paso en el procesamiento de pre-ARNm.

— answer choices —

Capping PolyAAA

Replicación Formación del ORC

Question 2 60 seconds

Q. Consiste en agregar un nucleótido de adenina al extremo 5' de los ARNm y metilarla

— answer choices —

Capping PolyAAA

Metilación del RNA

Question 3

⌚ 60 seconds

Q. Funciones del Capping

— answer choices —

- Regular la exportación desde el núcleo.
- Prevenir la degradación por exonucleasas .
- Impulsar la traducción.
- Permitir la degradación por exonucleasas

Question 4

⌚ 60 seconds

Q. **Durante el proceso de traducción el RNAt sale del núcleo hacia el citosol**

— answer choices —

- Falso
- Verdadero

Question 5

⌚ 60 seconds

Q. Se le conoce así al proceso de corte y empalme

— answer choices —

- Splicing
- Capping
- ITS
- Poliadeninación

Question 6

60 seconds

Q. La cola de poli consiste en múltiples adenosín Monofosfatos

— answer choices —

Falso

Verdadero

Question 7

60 seconds

Q. La poli A se encuentra situada en el extremo 5`

— answer choices —

Falso

Verdadero

Question 8

60 seconds

Q. Son secuencias que no codificantes de un gen

— answer —

Intrones

alternatives

intrones

intron

Question 9

60 seconds

Q. Es la asociación del pre-mRNA con varias ribonucleoproteínas nucleares pequeñas, constituidas cada una de ellas a su vez por un RNA nuclear pequeño y cerca de 10 proteínas

— answer choices —

- Spliceosoma
- Capping
- Splicing alternativo
- Poliadeninación

Question 10

60 seconds

Q. El spliceosoma no es necesario tanto para el reconocimiento de los puntos de escisión como para la catálisis

— answer choices —

- Falso
- Verdadero

Question 11

60 seconds

Q. En eucariotas existen 4 rRNA's, los cuales son

— answer choices —

- 5S, 5.6S, 18S y 26S.
- 5S, 5.8S, 18S y 28S.
- 5S, 5.8S, 16S y 28S.
- 5S, 5.8S, 18S y 26S.

Question 12

60 seconds

Q. En procariotas existen 3 rRNA's, los cuales son

— answer choices —

- 16s, 5s y 23s
- 16s, 5.8s y 23s
- 16s, 5s y 28s
- 16s, 5.8s y 28s

Question 13

45 seconds

Q. Mecanismo que consiste en que algunos genes pueden dar lugar a transcritos maduros diferentes, que formarán proteínas distintas, debido al empleo alternativo de señales.

— answer choices —

- Splicing
- Splicing alternativo
- Degradación del RNA
- PolyAAA

Laboratorio 7. Tipos de RNA



Nombre _____

Fecha _____

LV7 Tipos de RNA

Puntuación _____

1. El DNA contiene instrucciones para la construcción de moléculas de RNA las cuales son construidas en el citoplasma.
 V Verdadero
 F Falso
2. RNA que esta involucrada con la síntesis y transportamiento de los aminoácidos
 A RNAt
 B RNAm
 C RNAr
 D RNAi
3. Molécula de cadena simple complementaria a la cadena de DNA que transporta información en codones para sintetizar un aminoácido con el fin de sintetizar una proteína específica.
 A RNAt
 B RNAm
 C RNAr
 D RNAi
4. Cada molécula de tRNA tiene dos área importantes las cuales son:
 A un anticodón
 B unión de aminoácido específico
 C un sitio rosa
 D polyAAA
5. Es el soporte estructural y componente principal de los ribosomas que constituye la mayor parte del RNA total
 A RNAt
 B RNAm
 C RNAr
 D RNAsn

6. Forma ribonucleoproteínas nucleares, para así eliminar los intrones, durante la maduración del RNAm, formando un complejo RNA-proteína.

- A RNAt
- B RNAm
- C RNAr
- D RNAsn

7. Esta involucrado en la modificación de los pre-mRNAs para dirigir el splicing.

- A RNAt
- B RNAm
- C RNAr
- D RNAsn

8. Son moléculas de RNA no codificantes, pequeñas y altamente conservadas que participan en la regulación de la expresión génica.

- A RNAt
- B RNAm
- C RNAmi
- D RNAsn

9. Tipo de RNA que interfiere con la expresión de genes específicos con secuencias de nucleótidos complementarias al degradar el ARNm después de la transcripción, evitando la traducción.

- A piwiRNA
- B siRNA
- C miRNA
- D snRNA

10. Tipo de RNA cuya función principal está relacionada con el silenciamiento génico en células germinales en animales y participa en la conservación del genoma mediante la represión de transposones.

- A piwiRNA
- B siRNA
- C miRNA
- D snRNA

11. Tipo de RNA que media la resistencia tanto a los ácidos nucleicos endógenos parasitarios como a los patógenos exógenos, y regula la expresión de genes que codifican proteínas (varias respuestas)

- A** piwiRNA
- B** siRNA
- C** miRNA
- D** iRNA



Nombre _____

Fecha _____

LV9 Extracción de DNA, electroforesis en gel y PCR

Puntuación _____

1. Para posteriores ensayos genómicos como la PCR o para secuenciar es necesario de la extracción y purificación de DNA. Debido a que restos proteicos o celulares pueden interferir con dichos ensayos.

Verdadero

Falso

2. ¿Cuál es el correcto orden para el aislamiento y la purificación de DNA?

A) Aislamiento de muestra, lisis celular, separación de proteínas y otros desechos celulares del DNA y, precipitación y concentración de DNA.

B) Aislamiento de muestra, separación de proteínas y otros desechos celulares del DNA, lisis celular y precipitación de DNA.

C) Aislamiento de muestra, lisis y concentración celular y precipitación de DNA.

D) Aislamiento de muestra, precipitación y concentración de DNA, lisis celular y separación de proteínas y otros desechos celulares del DNA.

3. ¿Cuáles son los ingredientes de la solución de lisis?

A) Fenol y cloroformo

B) Detergente y proteínasa K

C) Detergente y Taq polimerada

D) Detergente y fenol.

4. ¿Por qué se utiliza el isopropanol para concentrar DNA?

- A Debido a que el alcohol ayuda a precipitar el DNA
 - B Para terminar de purificar el DNA
 - C Debido a que el DNA no es soluble en alcohol
 - D Todas las anteriores
-

5. ¿Cómo puedes asegurarte que tu extracción de DNA fue exitosa?

- A Corriendo una electroforesis en un gel de agarosa.
- B Al visualizar con tus ojos el DNA en el tubo eppendorf.
- C Preguntándole a Diosito,

6. La electroforesis es la forma en que empujamos el ADN a través del filtro de gel mediante la acción de una corriente eléctrica

- V Verdadero
- F Falso

7. Las hebras cortas se mueven a través de los orificios del gel lentamente mientras que las hebras largas se mueven más rápido. Con el tiempo, las hebras más largas de la muestra se alejarán más del punto de partida que las hebras más cortas.

El ADN de la misma longitud se moverá a la misma velocidad y terminarán agrupadas.

De esta forma, las hebras de ADN de la muestra se clasifican.

- V Verdadero
- F Falso

8. La electroforesis corre de carga negativa a positiva. ¿A qué se debe esto?

- A A la carga negativa del DNA
- B A la carga positiva del DNA
- C Por le tamaño de las hebras de DNA
- D Por el buffer de carga

9. Las etapas de la PCR son:

- A Desnaturalización, alineamiento, elongación
- B Elongación, desnaturalización, alineamiento
- C Alineamiento, fusión, elongación
- D Desnaturalización, fusión, elongación

10. ¿Cuál es el nombre de la enzima que sinteriza una cDNA a partir de una cadena de RNA?

- A Taq DNA
- B RNA polimerasa
- C DNA polimerasa
- D Transcriptasa inversa

11. Durante la RT-PCR se utiliza una segunda enzima, para producir una cadena de DNA a partir de otra cadena de DNA. ¿Cuál es esta enzima?

- A Taq DNA
- B RNA polimerasa
- C DNA polimerasa
- D Transcriptasa inversa

12. La adición de una sonda fluorescente en la RT-PCR permite la cuantificación de RNA.

- V Verdadero
- F Falso

LV10 SNP

-
1. ¿Qué estrategias utilizan los científicos para identificar y caracterizar los SNP?
- (A) Mediante genómica funcional: caracterizando la función de cada gen según su secuencia.
 - (B) Mediante genómica comparativa: a través de la comparación de numerosos de genomas de individuos para identificar las diferencias.
 - (C) Mediante genómica comparativa: comparando genomas completos de diferentes grupos taxonómicos.
2. ¿Para qué pueden ser empleados los SNP? (varias respuestas)
- (A) Para comprender la respuesta de fármacos ante una enfermedad en particular.
 - (B) Para la selección de genes que se sabe que están involucrados en el proceso y los examinan en personas que tienen una respuesta o enfermedad.
 - (C) Al comparar las secuencias de ADN de las personas, los científicos pueden identificar los SNP que se corresponden con una función o respuesta en particular
 - (D) Para detectar mutaciones
3. SNP significa polimorfismo de nucleótido único. Los SNP son sustituciones de un solo nucleótido de una base por otra.
- (V) Verdadero
 - (F) Falso
4. Cada SNP en el genoma puede tener hasta cuatro versiones: una para cada nucleótido.
- (V) Verdadero
 - (F) Falso

- 5.** ¿Cómo se diferencian los SNP de las mutaciones puntuales?
- (A) La mayoría de las mutaciones que causan enfermedades ocurren dentro de regiones reguladoras de un gen.
 - (B) El cambio debe estar presente en al menos el uno por ciento de la población general. Ninguna mutación causante de enfermedad es tan común.
 - (C) La mayoría de las mutaciones afectan la función de una proteína codificada por el gen.
 - (D) Los SNP están siempre presente dentro de los genes funcionales.
- 6.** ¿Cómo pueden ser categorizados los SNP?
- (A) Linked SNPs y Causative SNPs
 - (B) SNP- NO codificantes y SNP codificantes
 - (C) Linked SNP y SNP-No codificantes
 - (D) Causative SNPs y SNP indicativos
- 7.** Tipos de SNPs que no residen dentro de los genes y no afectan la función proteica.
- (A) SNP no codificantes
 - (B) Linked SNP
 - (C) Causative SNPs
 - (D) SNP codificantes.
- 8.** Tipos de SNP que afectan la función de una proteína y esta correlacionada con la enfermedad y/o respuesta al medicamento.
- (A) SNP no codificantes
 - (B) Linked SNP
 - (C) Causative SNPs
 - (D) SNP codificantes.
- 9.** Tipo de SNP que al estar ubicados dentro de la región codificante pueden cambiar la secuencia aminoacídica.
- (A) SNP no codificantes
 - (B) Linked SNP
 - (C) Causative SNPs
 - (D) SNP codificantes.

LV11 Microarreglos

1. ¿De que otra forma podemos llamar a los microarreglos? (varias respuestas)
 - A Matriz de genes
 - B Chip del genoma
 - C Chip de expresión
 - D Chip de DNA

2. ¿Qué es exactamente una micromatriz de ADN?
 - A Una micromatriz se compone de miles de puntos. Cada mancha contiene múltiples copias de una secuencia de RNA que corresponde a un solo gen, esto permite determinar la diferencia entre dos tipos de células.
 - B Una micromatriz se compone de miles de puntos. Cada mancha contiene múltiples copias de una secuencia de DNA que corresponde a un solo gen, esto permite determinar la diferencia entre dos tipos de células.
 - C Una micromatriz se compone de miles de puntos. Cada mancha contiene una sola copia de de DNA que corresponde a un solo gen, esto permite determinar la diferencia entre dos tipos de células.

3. ¿Es el procedimiento general para el análisis de microarreglos?
 - A Toma de muestra, aislar RNA, aislar RNAm, realizar copias del DNA etiquetadas, aplicar DNA, escanear microarreglos, análisis de datos.
 - B Toma de muestra, aislar DNA, aislar RNA, realizar copias del RNA etiquetadas, aplicar DNA, escanear microarreglos, análisis de datos
 - C Toma de muestra, aislar DNA, realizar copias del RNAm, aplicar DNA etiquetado, escanear microarreglos, análisis de datos.
 - D Toma de muestra, aislar RNA, aislar RNAm, realizar copias del DNA, aplicar DNA, escanear microarreglos, análisis de datos

4. El aislamiento del RNAr es un paso clave para el análisis de microarreglos, ya que este refleja la expresión genética, para lograr esto el RNA obtenido se lava en sobre columnas con pequeñas perlas a las cuales solo se unirán las hebras de RNA que posean las cola de poly-AAA.
 - V Verdadero
 - F Falso

- 5.** Mientras se realiza una copia de DNA del RNA, se etiqueta a la muestra de RNA. De tal forma que se etiqueta con color _____ al RNA de células sanas y de color _____ al RNA de las células cancerosas
- (A) rojo, verde.
 - (B) verde, rojo.
 - (C) amarillo, rojo.
 - (D) amarillo, verde.
- 6.** No todos los genes se expresan en todos los tipos de células, por lo tanto, es posible obtener manchas oscuras en el microarreglo.
- (V) Verdadero
 - (F) Falso
- 7.** ¿Qué representa el patrón amarillo?
- (A) La mancha amarilla contiene un gen que se hibridó con células cancerosas y células sanas
 - (B) La mancha amarilla no se hibrida con ningún tipo de célula.
 - (C) La mancha amarilla contiene un gen que solo se expresa en células cancerosas.
 - (D) La mancha amarilla contiene un gen que solo se expresa en células sanas.
- 8.** Las manchas verdes muestran genes cuya expresión es células cancerosas "es rechazada".
- (V) Verdadero
 - (F) Falso
- 9.** ¿De qué color son las manchas que rechaza el gen 4263?
- (A) rojo
 - (B) amarillo
 - (C) verde
 - (D) negro (sin color)
- 10.** Los investigadores pueden identificar todas las diferencias en la expresión génica entre dos tipos de células diferentes en un solo experimento.
- (V) Verdadero
 - (F) Falso

Rúbrica de evaluación de la actividad formativa:
¿Cómo se originó la técnica de CRISPR-Cas9? /
El origen de la técnica CRISPR-Cas9

La presente actividad formativa tiene como objetivo principal conocer como el descubrimiento del sistema CRISPR-Cas9 y posteriormente la creación de la técnica de edición genética.

Mediante la lectura de una breve revisión bibliográfica el estudiante utilizará el método científico aplicado al interactivo de “Como funciona la ciencia” del HHMI (ir a sitio web: <https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/como-funciona-la-ciencia>) para ir analizando este importante descubrimiento.

*Utilizar el instrumento proporcionado por tu maestro.

Para esto los alumnos se dividirán en equipos y con ayuda del instructor, los estudiantes deberán contestar preguntas con relación al texto que lo guiarán durante la actividad. Posterior a esto, entre todos los integrantes del equipo deberán aplicar el conocimiento sobre CRISPR para la elaboración de una investigación hipotética que les permita a los estudiantes plantear hipótesis y nuevas aplicaciones para CRISPR-Cas9.

Finalmente, los estudiantes realizarán una evaluación de las diferentes investigaciones desarrolladas por los otros equipos, dando un retroalimentación constructiva y objetiva de la misma.

	Criterio de evaluación				Puntos
	1 (0)	2 (1-4)	3 (5-7)	4 (8-10)	
Análisis del texto. (Primera columna)	El ejercicio no fue completado	Se completó la actividad, pero faltan ideas que reflejen la comprensión del texto. /	La actividad fue completada, pero algunos de los comentarios o ideas no eran claras.	La actividad fue completada con gran atención.	
Desarrollo de investigación (Segunda columna)	No se desarrollo una idea de investigación aplicada a CRISPR-Cas9	Se desarrollo una investigación, pero esta carecía de algunos de los elementos (cuadros/preguntas) a llenar o bien carecía de sentido.	Se desarrollo una investigación, pero algunos comentarios o ideas no eran claras.	El desarrollo de la investigación fue completado con ideas claras.	
Coevaluación	Los estudiantes no brindaron retroalimentación	Los estudiantes dieron una evaluación, pero faltó de completar algunos procesos.	Los estudiantes dieron una evaluación del desarrollo de la investigación.	Los estudiantes dieron una evaluación clara y argumentativa del desarrollo de toda la investigación.	

ANEXO 11

1. ¿De todos los laboratorios empleados durante el semestre, cuántos pudo realizar? (tuvimos 11), ¿En esta última etapa se realizaron 3 laboratorios, puedo realizarlos?
Docente 1: Si, pude realizarlos, solo me faltaron los de la primera etapa
Docente 2: Realicé 7 en total, y de esta última etapa realicé los 3.
Docente 3: En esta última etapa apliqué los 3 y si pudimos hacer todos. Incluso algunos los repetí.
2. ¿Cuánto tiempo utilizó para aplicarlos?
Docente 1: en términos generales realmente como fueron al final de clase, la indicación fue Indicación fue casi 10 minutos en cómo iba a proceder se dejó abierto durante una tarde, por decir el jueves a las 2 de la tarde teníamos la clase los últimos 10 min se daba la indicación y para las 8 de la noche de ese mismo día se cerraron la actividad.
Docente 2: Todos fueron de una hora de clase y solamente uno fue 2 horas, el de 2 horas era el de extracción de DNA porque había que ver un vídeo y luego realizar la actividad de electroforesis y luego realizar la actividad de PCR.
Docente 3: bueno tenía que considerar el tiempo de cada uno, que tan largo era el LV, porque por ejemplo al inicio del semestre con el de las moscas. Yo dije: “ah si con una hora”, pasaron las dos horas y los muchachos no habían terminado. Entonces dependiendo del lab, decidía si uno o dos horas.
3. ¿Me pondrías indicar con frecuencia aplicabas los laboratorios? es decir una vez a la semana, cada 15 días o posterior a cada tema visto
Docente 1: Vimos los temas en las primeras 2 semanas de clase y el lab se puso casi a la cuarta semana, se puso un lab, se dio un lapso de dos días, se aplicó el segundo lab, lapso de dos días y el último lab. Entonces prácticamente de la última semana de clases cuando puse los 3. Lo bueno, es que ya había pasado tiempo con respecto al tema, la calificación fue mucho más alta que los otros laboratorios, pero yo creo que también es debido a que en estos últimos labs, lograron ser más interactivos con la simulación y recordar mejor el concepto.
Docente 2: Yo tengo un temario, el plan de estudios de la unidad de aprendizaje, iba dando las clases y a medida que los laboratorios estuvieran disponibles, lo iba aplicando. Tal fue el caso de los últimos laboratorios que fue de las técnicas. Yo fui empleando los laboratorios que se acoplan a mis clases, pero más o menos los laboratorios iban a la par del temario original del curso, que a veces por x o y razón no se puede cumplir por completo el temario del curso, y por eso no apliqué todos los LV.
Docente 3: trataba de aplicarlos en cuanto terminara el tema, para que ellos tuvieran más información y como retro, en el sentido de bueno ya expliqué el tema, aquí está el lab, checaba resultados, ah mira la mitad se equivocó en tal concepto, ah bueno en la clase siguiente hablaba de ese error, explicaba la pregunta y daba la explicación.
4. ¿Tenías el tiempo suficiente para ayudarle a los estudiantes a en caso de alguna confusión o problema?
Docente 1: Alejaba abierto de 7 de la mañana a 7 de la noche de lunes a viernes para analizar dudas, en general no solamente propias de los laboratorios, más las horas de clase que por ejemplo si terminamos 10 minutos antes pues dejabas los 10 minutos para contestar preguntas. entonces estimó que dejaba un tiempo adecuado.
Docente 2: Antes de aplicarlos, yo los hacía porque si ellos tenían dudas, poder contestarles, como yo aplicaba los laboratorios fuera del horario de clase en todo caso si ellos me escribían para preguntarme, yo poder guiarlos de decirle bueno pícale aquí y vete para acá para que lo completarán. Sin embargo, no, nunca hubo dudas. *Intervención: ¿entonces todos estos laboratorios fueron en la hora de clases, no dejó ninguno de tarea? docente 2: bueno la mayoría fueron asignados del libre acceso para ellos, Les daba la hora de clase les daba

la opción de realizar esa actividad obviamente la hora de clase, pero si ellos no podían realizarlo por x razón tenían el resto del día para poder realizar los laboratorios.
Docente 3: bueno tenía un horario establecido para consultas. Yo le llamaba “horario de atención a estudiantes”, como yo era la tutora de ese grupo, si trataba de estar lo más al pendiente de sus dudas, comentarios...preguntas de los labs no había, era más en cuestión de problemas académicos y personales.
5. ¿Tuviste alguna complicación al momento de aplicar labs?, ¿alguna complicación con los softwares?, ¿situación de confusión en estos últimos laboratorios?
Docente 1: se le hizo sencillo, lo bueno es que la rúbrica ya está establecida, los links y claves ya están disponibles no tengo que preocuparme por estos, es simplemente asignar la tarea o asignar el laboratorio y esperar a que los contesten. nunca me tocó que, no se abrieran las páginas o que los resultados no aparecieran, en sí las plataformas fueron amigables. En los términos generales la transición fue muy natural nadie me buscó diciéndome profe no me funciona el http o algo por el estilo. Por mi parte puedo decir que la experiencia fue sencilla sin problema.
Docente 2: No, ninguna como todo estaba estipulado en la rúbrica que nos pasaste, estaba muy bien planteado los que el estudiante tenía que entregar. En cuanto a confusión... No, los alumnos no se quejaron, en un inicio se les proporcionó un vídeo donde explicaba la metodología o pasos a seguir para contestar la plataforma de socrative, que era la plataforma que estaba media curiosa, pero después de eso los estudiantes no se quejaron. Hablando de los laboratorios virtuales como los del HHMI, como laboratorio de las moscas o el laboratorio de electroforesis que había que estarle picando y que eran más tedioso para nosotros como maestros, para ellos se les hicieron súper accesibles ellos no se quejaron de esos.
Docente 3: en cuanto aplicación no, ya todo estaba estandarizado, en cuanto software te comento era más con el internet que llegaba fallarle a los estudiantes o a mi. Y confusión ... tampoco. Los últimos estuviera muy accesibles.
6. ¿Podría indicarme cómo fue su experiencia personal al aplicar los laboratorios virtuales en su asignatura?
Docente 1: sí me gustó, en definitiva, si me gustó, porque sientes el estudiante un poco más preparado y se siente padre que al final del curso notas como el estudiante sale mejor preparado. entonces esa sensación, de me siento bien de lo que aviento al mundo laboral. Entonces sí me gustaron, sí lo vi como algo positivo, no es pesado en el sentido que tú asignas tú pones el laboratorio o lo publicas, es contestado en el tiempo que lo impones, por eso creo así que vale el uso de los laboratorios.
Docente 2: Satisfactoria. De hecho, me resultaban como material de fondo, yo sabía que si no podía llegar a una clase, tenía ese material aplicable, además podían aplicarse como elementos de: ok, no entendimos tal tema, aquí les va este laboratorio; necesitan puntos extras, ahí les va este laboratorios; la clase se ha hecho muy tediosa porque llevamos 5 horas teóricas viendo este tema, aquí les va este el laboratorio. Entonces para mí fue un recurso grato, no fue vital porque no lo consideré parte de la evaluación, ni nada, pero era bueno saber que ahí estaban y podía usarlos. incluso había veces que ya se había dado el tema y pasaba una semana y yo les ponía estos laboratorios como repaso y si era necesario volvía a explicar los puntos importantes del tema.
Docente 3: En general muy buena, tanto a los estudiantes como a mí nos fue agradable su uso. *Intervención: ¿Por qué? Creo que, por ser una técnica diferente, es decir en ellos pasan tanto tiempo sentados frente al monitor recibiendo información de otros docentes, obviamente no tengo idea de cómo sean las cátedras de mis compañeros docentes, pero sí sé cómo es mi cátedra. Entonces yo tengo que cubrir una hora teórica y explicar la teoría, el fundamento, tal definición... entonces creo que está padre que entre clase y teórica, tú puedas poner un laboratorio que rompen con la rutina del estudiante. Es un respiro de tal modo que yo como

docente me siento cansada, déjame crear una pausa, ya que expliqué el tema voy a poner tal laboratorio, y para el estudiante también, imagínate “¡Ay! otra vez esta mujer hablando”, por lo que después de tantas clases teóricas, tener una actividad diferente es como te digo: un respiro. Además, que es bastante agradable, tener más información porque yo daba cierta definición, ciertos conceptos, información en mi clase teórica y en este laboratorio se complementaba con algo más que podía ser de interés para los chicos.

7. ¿Crees que existe una relación entre estos recursos y su dinamismo o interactividad con la comprensión y/o aprendizaje de estos conceptos?

Docente 1: yo creo que sí o sea no quisiera decir estoy seguro, pero si hay una fuerte relación pero vi en las últimas calificaciones eran mucho mejores que los de la primera etapa. Había muy buena respuesta, más que las otras actividades, podría decir que más más del 50% contestaron la actividad, bueno a diferencia de los primeritos quizzes, con estos tuvieron una pues mejora significativa en términos de lo que era la calificación, no sé si porque los temas estaban más frescos o porque las simulaciones estaban muy bonitas, por ejemplo desde la simulación de crispr, los cuestionarios estaban muy completos, quizá eso o quizá el hecho que les permitió interactuar un poco más con la simulación. Y pues esto en definitiva está muy padre porque son temas que tiene interacción/ relación con su carrera. Al menos sentí que los temas que vimos en clase con estos laboratorios quedaron el concepto mucho más claro.

Docente 2: si, los conceptos quedaron mejor entendidos, además de eso para algunos de ellos, (los que son más visuales) los ayuda a plasmar una imagen de un proceso porque yo te puedo decir equis cosa pero si no tienes una imagen de antecedente, pues está complicado y en este caso pues se les está dando un proceso animado explicando paso a paso cómo funciona, entonces estás generando en un estudiante una imagen de forma virtual lo que previamente explicaste y todos los estudiantes pueden partir desde esa imagen creando un concepto y los estudiantes van a asimilar más fácil lo que yo les quiero dar a entender.

Docente 3: sí, yo creo que sí fíjate aquí creo que hay que señalar los 2 tipos de cuestionarios si bien había laboratorios que era un vídeo y los sets de preguntas o solamente las preguntas en el caso de los que eran como kahoots o quizziz, pero también estaban los que eran más interactivas más su set de preguntas. Entonces, los laboratorios que eran vídeos y preguntas pues ahí no había mucho que decir, esa vamos reafirmar lo que acabo de ver en clase, porque la maestra dijo lo mismo, entonces si, este concepto es importante. Los laboratorios que solamente eran como exámenes interactivos, yo no siento que se quedara tanto el concepto, eran tan rápidos estos laboratorios, que no había tiempo de procesar la información, en estos si era super importante dar retro y explicarles nuevamente el concepto, ahí era como podías ayudarles, pero no era propio de la actividad. En el caso de laboratorios que eran como de picarle con más interactividad, por ejemplo el de CRISPR o lo de las técnicas moleculares, eso sí debido a que el estudiante tenía tiempo de leer y ver la pregunta y volver a leer y ver para atrás, para adelante ahí sí creo que el concepto fue obtenido.

8. ¿Tuvo algún comentario respecto este laboratorio me gustó?

Docente 1: particularmente no escuché comentarios sobre que este me gustará más que el otro, pero inclusive desde el laboratorio de CRISPR, pero debido a la parte dinámica del mismo, ahí fue donde empecé a notar que mejoraron notablemente sus calificaciones en los cuestionarios. Entonces no me lo comentaron directamente, pero yo creo que favoreció la interacción con la dinámica.

Docente 2: fíjate que no fue un comentario directo, e inclusive en lugar de ser positivo fue negativo. Los alumnos son quejumbrosos, y te lo comento por que otros maestros me comentaron que se quejaron de esos los labs de quizziz.

*Intervención: ¿Por qué motivo se quejaron?

Porque están hablando desde el punto de vista que les fue mal, lo que pasa es que en el segundo parcial hubo un tema que no alcance a cubrir, entonces yo le dije a los muchachos bueno qué les parece si les pongo este

laboratorio y se los cuento como examen entonces los muchachos dijeron que sí, pero cómo les fue mal pues se empezaron a quejar.

*¿Entonces aplicaste este laboratorio como evaluación sumativa?

No, No espérate sí, se los conté como examen, yo me aseguré que los conceptos a preguntar estuvieran todos en las diapositivas, entonces no había excusas, pero les fue mal, entonces de ahí parte también que les haya molestado ese lab.

Docente 3: yo creo que favorito fue el de CRISPR, bueno también depende mucho del estudiante por ejemplo al inicio de del semestre, el lab de las moscas les gustó más a los estudiantes por el motivo de ser diferente, y está muy padre porque es un tema que al menos para su carrera: la transformación de microorganismos les sirve de mucho. A otros estudiantes les gustó más los exámenes interactivos, pero a otros no, porque los ponían muy nerviosos, solían decir “maestra va muy rápido”. Y ya con el interactivo de CRISPR, les gustó mucho, estuvo muy completo, pero te digo también depende del tipo de estudiante porque hay unos estudiantes muy competitivos que les gustaba más el de las preguntas interactivas

9. ¿Crees que el uso de los LV ayuda al estudiante ya a aplicar o entender los conceptos de la materia?

Docente 1: en esta última etapa, en términos de conceptos como el examen apenas lo voy a aplicar este viernes me es complicado dar una respuesta, pero sí noté que los estudiantes dominaban mejor los temas. Por ejemplo, Los conceptos de microarreglos o SNP, que los vemos muy apenas, ellos al realizar su seminario de investigación, dominaban con más detalle estos conceptos.

Algunos conceptos no los tocamos en clase, pero estaban en los laboratorios.

Obviamente no todos los estudiantes, pero algunos sí se vieron favorecidos por ese tipo de dinámicas.

Docente 2: sí en definitiva sí, que de hecho fue algo que observé en la última exposición porque daban cierta información que venía en los laboratorios.

Docente 3: sí, definitivamente sí y es lo que te comentaba, depende del tipo de lab, pero en definitiva los estudiantes estudiaban más los conceptos por una u otra razón. Y la prueba era que cuando les preguntaba si me podían dar un ejemplo de esto.

10. En comparación con el grupo del semestre pasado que no participó en este estudio, con el actual que es el primero en utilizar LV, me pondría indicar que generación o grupo maneja mejor los conceptos de genómica?

Docente 1: Yo creo que este grupo particular tiene un mejor dominio conceptual. Con los temas que te mencioné CRISPR, RT-PCR, microarreglos, SNP, temas muy puntuales cuyos conceptos son difíciles de entender y que gracias a estos laboratorios los estudiantes los pudieron asimilar con mayor facilidad. Claro el semestre pasado también los vimos también se realizaron seminarios de investigación de estos temas sin embargo, sí se nota la relación entre... simplemente en este grupo de estudiantes aquellos que sí los contestaron, con respecto a los que no los contestaron evidentemente los que si los contestaron entienden mejor el concepto que los que no los contestaron, por lo tanto el semestre pasado que no teníamos estas actividades en efecto estos conceptos o definiciones quedaron más por encima.

Docente 2: Mi primera respuesta sin dudarle sería si, este grupo salió mejor preparado o grupo salió con mejores bases, pero también no sé decirte sí depende el tipo de grupo porque me tocó el grupo 462 y el semestre pasado me tocó 463 entonces al menos en la carrera de LBG, sí está muy marcada la diferencia entre un grupo y otro. Entonces en el 462 son muy trabajadores, son muy cumplidos, inteligentes, si no les interesa la materia al menos lo hacen por hacerlo.

El 463 son un poquito más lentos, y no quiero decir flojos por qué se entiende que algunos trabajan, pero no todos te entregan actividades.

Este semestre que me tocó el 462, sí noté la diferencia en entre mentalidades así que no podría decirte a ciencia cierta y fue por el uso de los laboratorios lo que sí es que en las actividades hubo una buena

<p>aceptación la mayoría de los estudiantes los contestaban y la mayoría se acaba una buena respuesta o sea una buena calificación.</p>
<p>Docente 3: En general yo te diría que sí, al menos eso me muestran los resultados porque sí es notorio que en los laboratorios obtuvieron buenas calificaciones, y en el examen oral, no les preguntaba exactamente lo mismo que vimos en los laboratorios, pero las preguntas eran relacionadas a los conceptos o donde pudieran aplicar los conceptos y ellos podían manejarlos.</p>
<p>11. Por contrario a los laboratorios virtuales, ¿realizó usted otro tipo de actividades formativas?</p>
<p>Docente 1: Bueno yo en mi clase hice una dinámica de demostrar una secuencia de RNAseq, no es un laboratorio virtual, más bien es una actividad que la vamos haciendo juntos. Yo les voy mostrando el código ellos me van siguiendo línea por línea, después ellos descargan un proyecto de una página web específica y ellos van emulando exactamente lo mismo, pero con proyecto seleccionado. entonces repito no es un laboratorio virtual no se tiene esa dinámica no vemos tantos conceptos, pero en tiempo real que los va guiando. Es un laboratorio de bioinformático en tiempo real, Donde ellos van analizando secuencias. esto es para parte del programa de genómica funcional tengo ya 3 semestres aplicándolo y pues sigue afinándose los detalles.</p>
<p>Docente 2: Además de ponerlos a investigar conceptos y exponerlos, o los seminarios de investigación, suelo dejarles sopa de letras o crucigramas.</p>
<p>Docente 3: La verdad es que no tenía mucho tiempo para hacer otro tipo de actividad, prácticamente era la clase teórica, eran los laboratorios por default de la materia de carácter bioinformáticos, sus seminarios de investigación, en el seminario de investigación si les di mucha retro; porque desde mi experiencia como docente, nadie les enseña a los estudiantes como dar una buena presentación. Por lo tanto, si le doy mucho peso al seminario de investigación. De hecho, en este último parcial ya no puse un examen parcial, originalmente iba aplicarles su examen oral, pero al ver que en el seminario de investigación, incorporaron todos los comentarios que durante el seminario 1 y seminario 2, realmente mejoraron mucho y como las calificaciones los labs fueron muy buenas, decidí no aplicar el examen final. Y bueno por cuestión de tiempos y si al tratar de cubrir todos los laboratorios y dar su retroalimentación, sinceramente no tuve tiempo para darles otra actividad. Lo que sí hice es que ponía el laboratorio después del tema y antes del del primer y segundo parcial los volvía a abrir para que ellos pudieran repasar</p>
<p>12. Durante el semestre, ¿Alguna vez te sentiste abrumado al utilizar los LV dentro de tu práctica docente?</p>
<p>Docente 1: Al utilizarlos, creo que no. Lo que fue un poco pesado fue la evaluación de los mismos, sobre todo porque los estudiantes a veces sólo ponían un segundo nombre o un nombre, no daban su nombre completo y fue laborioso identificar quién contestó tal laboratorio, no eran consistentes con los nombres. Otra cosa que fue un poco abrumador quizá, fue el manejo de tiempo, tenemos tantos temas que cubrir, en tantas horas, entonces de repente emplear quizziz en tiempo real a la hora de clase quieras o no te consumía 30- 40 minutos que quizá te hacía sentir presionado, para continuar con otro tema.</p>
<p>Docente 2: No *intervención: Usted menciona anteriormente que algunos laboratorios se le hicieron tediosos ¿me podría explicar la razón? Porque era de estarle picando de ver bueno y ahora ¿Qué sigue? ¿A dónde le pico? porque había que buscar en donde seguir, pero a los alumnos no les pareció complicado, a ellos se les hizo más intuitivo que a mí, pero fuera de eso, ¡tampoco era así Ay no! ¿y ahora que voy a hacer?</p>
<p>Docente 3: abrumado como tal no. Ya en este último parcial lo que yo hacía dado que tanto estudiantes, como yo, ya estábamos hartos de estar frente a la computadora: les decía:</p>

“Toca ver extracción de DNA, qué les parece si el día de mañana no tenemos clase pero les voy a abrir el laboratorio, va a estar abierto desde las 5:00 pm que empezaba la clase hasta las 11 de la noche o inclusive hasta el día siguiente. De 5 de la tarde de martes a 5 de la tarde de miércoles.

Les daba la opción de ustedes contesten, cuando ustedes quieran, al ritmo que quieran, cuando estén tranquilos. ¡Pero háganlo por ustedes mismos! y en la siguiente clase voy a dar la retroalimentación del lab después de haber explicado el tema”. Creo que esto sí a las agilizaba mucho la explicación teórica del tema, y así no, nos sentíamos abrumados, porque ya a final de semestre es normal que todos estemos cansados.

13. ¿Hubieras preferido prácticas presenciales? ¿Crees que haya sido el mismo?

Docente 1: no lo sé, quizá debido a mi afinidad al área computacional, en mi caso particular no lo vi necesario. Yo creo que puede ser un poquito más fino la versión digital, ya que el hecho de estar reproduciendo en tiempo real el ¿porqué de la enzima? el ¿porqué del tiempo? relacionar la vista con el hecho de “ah por eso se le aplica un microlitro de tanto”, “ah para eso se calienta” “ah para eso es el magnesio” Creo que tenemos mayor oportunidad de asimilar más la información, te permite al menos entender por qué se está llevando la mezcla de PCR, por decir algo, y esto queda más claro. Sin comprometer el hecho de que si es necesario el desarrollo manual de “ponle tantos microlitros”, “que no se contamine la muestra”, pero creo que la parte del fundamento es más fácil de digerir con este tipo de actividades. Sobre todo, por los tiempos que te pueden dar para contestarlos, en comparación quizá de teniendo 7 estudiantes y un solo gel, tengo que esperar mi turno, ya es mi turno y posterior ya no pongo atención a lo que está haciendo mi compañero estudiante, entonces en esa parte práctica se pierde el hilo de lo que está sucediendo en la práctica. Entonces sí creo que los laboratorios virtuales sean favorables en el aspecto de comprender los conceptos.

Docente 2: Genómica funcional no es una materia que tenga prácticas presenciales obligatorias, sí tiene algunas prácticas pero estas son bioinformáticas, al fin de cuentas también estás empleando la computadora, sí considero que nada va sustituir las clases presenciales en el sentido de conexión del profesor, pero genómica funcional todo puede ser fácilmente es en línea, entonces por ende un laboratorio virtual, no solamente a establecer los conceptos sino que muchos de ellos, por ejemplo los laboratorios de las técnicas, tomaban material de otras materias y los reforzaban, estaba el hecho de que muchos chavos no sabían cómo funcionaba una electroforesis, ni como teoría y ni de práctica, nunca han visto un equipo de esos, muchos laboratorios te apoyaban al tomar partes de otras materias y lo aterrizaban a la materia de genómica funcional, entonces si eran virtuales estaban perfectos, porque repito nada es presencialmente obligatorio en esta materia.

Docente 3: No sé darte una respuesta en concreta porque sabemos los beneficios que tiene la educación presencial en contra de este sistema en línea, simplemente por la interacción entre personas, pero lo cierto es que esta materia la puedes dar en línea o sea no tienes que estar presencial; inclusive los laboratorios en que son obligatorios de la materia son laboratorios que los tienes que procesar en la computadora, porque son bioinformáticos.

Es importante, saber realizar técnicas moleculares, como las técnicas que se vieron al final del parcial pero, por otro lado estas técnicas moleculares no son baratas y nosotros no tenemos es una infraestructura, no existe un laboratorio para hacer microarreglos, para hacer secuenciación, para hacer tal experimento, ciertos laboratorios de la facultad o en la mayoría (no estoy segura), hacen extracción de DNA y/o PCR; que es de lo más básico para un estudiante de esta carrera debe dominar, pero como te comento son laboratorios costosos, las enzimas son costosas, el material es costoso. Que tener un laboratorio virtual que le dé cierta idea, conocimiento o información que le brindes al estudiante la idea básica de ¿cómo se realiza? y ¿Qué enzimas o qué reactivos y para qué sirven? creo que sí, es muy útil. Entonces decir que hubiera preferido que fuera presencial pues sí, pero la verdad es que yo optaría por seguir aplicando estos laboratorio virtual, para enseñarle al estudiante al menos el fundamento de tal técnica

<p>14. ¿Los estudiantes muestran motivación al contestar los LV? ¿Cómo es la aceptación de los LV, por parte de los estudiantes?</p>
<p>Docente 1: Había muy buena respuesta, más que las otras actividades, podría decir que más del 50% contestaron correctamente la actividad. No sé si porque los temas estaban más frescos o porque las simulaciones estaban muy bonitas, por ejemplo desde la simulación de CRISPR, las guías estaban Muy completas, quizá eso Quizá eso les permitió interactuar un poco más con la simulación. probablemente favoreció A que sacarán mejor calificación, Y pues esto en definitiva está muy padre porque son temas que tiene interacción/ relación con su carrera. Al menos sentí que los temas que vimos en clase con estos laboratorios quedó el concepto mucho más claro.</p>
<p>Docente 2: fíjate que nunca lo sentí apáticos, bueno había como 2 estudiantes muy buenos y estos estudiantes no se preocupaban por hacer los laboratorios virtuales y era perfectamente entendible, pero también tenemos el otro lado de la moneda hay estudiantes que son muy buenos, que siempre están cumpliendo con todo y aun así contestaban los laboratorios. Fuera de eso los laboratorios tenían buena aceptación de 35 estudiantes, 28-29 estudiantes contestaban los laboratorios. Al último, al cierre de semestre los alumnos ya estaban muy, así como “sí, sí ya lo que sea”. De hecho, yo les puse un trabajo exposición, y si lo exponen bien, ya no vamos a tener examen final. Y aun así, aunque lo hicieron bien, no se les vio esas ganas de Inicio de semestre, sí se les veía algo desmotivados al final.</p>
<p>Docente 3: Creo que hablar de motivación es bastante complejo por cómo hemos estado viviendo la pandemia, y que los chicos ya quieren regresar al aula de clases, La forma de motivarlos, quizá no es la correcta, pero decidí darles puntos extras, explique de bueno esto es una actividad, no van a tener un valor oficial, si se equivoca no pasa nada, pero si me sacan arriba de tal calificación puedo darles puntos extras, así es como lo fui manejando. Si les dije, si ustedes contestan la actividad, yo les voy a dar 2 puntos extras sobre examen, pero si ustedes contestan la actividad y me sacan arriba 85 les voy a dar en lugar de 2, te voy a dar 5 puntos. Entonces así fue como los he estado motivando. Claro siempre les digo: “chicos en la siguiente clase vamos a tener un laboratorio virtual para que por favor lo contesten” y yo creo que ellos lo han tomado bien o sea si siento que estén motivados.</p>
<p>15. Me podrías decir ¿cómo era una clase normal desde que iniciaba sesión, donde implementabas los LV?</p>
<p>Docente 1: lo primero era cubrir el tema, entonces si hablamos de una rutina pues lo típico iniciaba con un ¡Hola Buenos días!, ¿cómo están? ¿cómo va todo?, agradeciendo por la Cámara prendida y empezaba a explicar el tema, claro procuraba observar cuántos estudiantes había en la sesión es decir si había menos del 50 % solía esperar unos minutos para que la mayoría ingresara. Ya cuando se conectaba el 50% o pasaban 5 minutos siempre decía bueno por respeto a todos los presentes vamos a iniciar entonces prácticamente daba 5 minutos de margen para iniciar la sesión. Por lo general, posterior a los 5 minutos de margen ya estaban las 2/3 partes de los estudiantes. Ya daba la explicación del tema y de aquellos temas que tuviéramos laboratorio daba el comentario de bueno de este tema que estamos viendo vamos a tener un laboratorio. Tal vez no ahorita, pero, en sesiones más adelante vamos a tenerlo para que vayan tomando apuntes y tomen a consideración aspectos importantes, y ya que se me juntaban 3 laboratorios, procedía a darles las instrucciones para que ellos lo contestaron. Cuando la plataforma que se utilizaba era Socrative, ahí daba hasta las 8 de la noche para su aplicación, Cuando se trataba de quizziz y estos serán asignados a la hora de clase, ahí sí daba 30 minutos para su realización. Si yo explicaba el tema y que me quedaban 10 o 20 minutos o los 30 minutos iniciaba el laboratorio, dejándoles un margen de 30 min, por decirlo aplicaba el quizziz a las 2:40 y daba hasta las 3:10 para que lo contestarán. Sí tenía espacio en la hora de clase para poner los quizziz lo aprovechaba, sobre todo para tener tiempo para</p>

la retroalimentación entonces prácticamente era bueno vamos a poner el laboratorio los que quieran contestarlo adelante, no es obligatorio; esperaba a qué se conectarán y como es en tiempo real pues se asignaba la actividad.

Los de socrative no, esto se ha asignado la tarea se ponía un mensaje en el chat general de a tal hora se abre a tal hora se cierra y tienen tanto tiempo, posterior al tiempo se daba la retroalimentación. Es decir que, estos laboratorios no eran obligatorios lo usaba mucho para que ellos no sintieran que era tarea forzada y que les queda claro que era opcional y que era para ellos. si había alguna duda se entendía y básicamente esa era la relación de laboratorios virtuales y clase teórica

Docente 2: Mis clases son muy variadas, entonces, así como a veces yo doy la clase porque para mí lo más fácil es yo darle la clase, a veces si íbamos a ver muchos ejemplos, los ponían ellos; entonces les repartía un concepto a cada uno y cada estudiante daba 10-15 minutos de clase o en 5 minutos de clase a veces nada más un ejemplo.

Ya que se concretaba el tema, ya sea por exposición mía o por ellos, les aplicaba alguna actividad extra: algún crucigrama o alguna sopa de letras, ya concluido el tema yo les ponía los labs, incluso muchos de ellos incluían también su base teórica, pero era hasta concluir el tema.

Docente 3: bueno, mis clases trato de hacer las lo más ameno posible y para empezar por la hora. Les daba clase a las 5:00 pm un lunes, martes y viernes y para esa hora la mayoría estaban cansados. Y por lo general entre teoría y concepto, siempre buscaba un ejemplo aplicado para que les llamara la atención y no los perdiera en el sentido en ese sentido, por falta de atención o aburrimiento.

Entonces depende mucho de cómo lo haya planificado, una clase mía desde el inicio era conectarme un minuto antes de las 5 y me mantengo con Cámara apagada hasta ver que los estudiantes empezaban a ingresar, por lo general los primeros 5 minutos, ya estaban al menos la mitad de los estudiantes, entonces prendía cámara y lo saludaba, uno a uno a los que iban prendiendo cámara o dejando mensaje de buenas tardes, esto con la finalidad de que se sintiera incluidos. Ellos ya sabían que por respeto debían perder la Cámara, ósea fue algo que les dije desde el inicio de chicos “vamos a hacer ejercicio, vamos a tratar de prender las cámaras, mínimo para que el día de mañana se me los topo en tal sitio y ustedes me saluden y puedo decir: mira Raúl, mira luz, etc.” Los chicos fueron buenos en ese sentido, en el momento en el cual ellos prendían la Cámara yo los saludaba específicamente ¡Hola luz!, ¡Hola Miguel! y les hacía preguntas triviales ¿cómo les está yendo en tan materia? ¿vieron la película tal? ¿Listos para el fin de semana? Todo por 2 razones, 1) yo era la tutora y 2) quizá para que tengamos esa como interacción-convivencia y que ellos vean que me importa lo que están haciendo.

Después de un momento ameno, para liberar tensiones o estrés, ya iniciaba con mi clase. Si a veces me tomaba 10-15 min en esa interacción, pero tras todo lo que los estudiantes han vivido estos años de encierro, si prefería sacrificar ese tiempo, a que el estudiante se siguiera sintiendo aislado.

posterior daba mi clase, si hacía pausas, donde les pregunta ¿Cómo vamos? ¿todo bien? ¿vamos por un cafecito? ¿5 min de break? y ya con lo que ellos dijeran ya procedía.

Como todo estaba planificado, si yo sabía que el laboratorio era corto, lo dejaba para el viernes, que la clase es de una hora, contestaban la actividad que por mínimo que fuera tardaba 25-30 min. Si había quienes terminaban antes los dejaba libres y me esperaba a los que seguían en la actividad, esto en el caso de quizziz, principalmente. Los socrative cortos también, pero si eran largos, los dejaba en un inicio para alguna clase de dos horas. Ya al final, los dejaba de tarea.

16. ¿Prendías la cámara (webcam) en tus sesiones de clase?

Docente 1: si, aun cuando ellos estaban exponiendo su seminario mi intención era que ellos notarán que yo estaba ahí, de forma general para que vieran que les estaba poniendo atención para contestar sus preguntas por si tenían algún problema, solía tener siempre mi cámara prendida al menos que por emergencia tuviera que apagarla.

Docente 2: si, la mayoría de las veces
Docente 3: si, todo el tiempo inclusive cuando daban exposiciones dejaba prendía mi cámara, pero creo que era también contraproducente porque decían que los ponían nerviosos por las caras que hacía (risas), pero sí siempre prendía Cámara.
17. ¿Los estudiantes prendían cámara?
Docente 1: Siempre fue una invitación, es decir los invitaba a que hicieran, claro si les era posible hacerlo, nunca fue una obligación. Sí mostraba interés por que tuvieran su cámara prendida, no por que quisiera ver sus cuartos. De hecho, fue algo que se los decía en broma, sino porque realmente quiero saber que hay un ser humano de carne y hueso del otro lado que te está poniendo atención, ese gesto de humanizar la interacción, a muchos estudiantes les agradaba y estuvieron de acuerdo. Al 1/3 parte del salón prendía la cama. Esto fue un ejercicio que hacía todos los días, es decir todos los días los invitaba a prender su cámara pero, no obstante cuando yo iniciaba sesión al menos había 2 o 3 estudiantes con cámara prenda por iniciativa, pero te repito fue un ejercicio que hice desde el inicio y yo les decía que así es como ellos me ayudaban a mí. Era como iniciaba la clase y me despedía de la clase agradeciendo por poner atención y por tener la Cámara perdida.
Docente 2: No
Docente 3: sí, empecé a hacerlo este semestre por experiencia de los pasados, por ejemplo, el semestre pasado me tocó que no prendían Cámara y había muchos espacios muertos donde yo preguntaba y nadie me contestaba, entonces esa apatía o falta de respuesta por parte de los estudiantes se reflejaba a la hora del examen. Dato curioso: la primera vez que apliqué un examen en línea me di cuenta de la copiadora, literalmente copiaban y pegaban respuestas, era exactamente lo mismo de Wikipedia; entonces opté por hacer exámenes orales y si les iba mal, a lo que supuse que no me ponían atención. Entonces este semestre de alguna forma, aunque no fuera quizá lo correcto se lo pedí casi casi a regañadientes. Yo les dije a los chicos “tengo mi computadora donde comparto pantalla y tengo además una tableta donde podía estarlos monitoreando y quiero ver lo que están haciendo”, simplemente desde el punto que al compartir pantalla, pierde contacto ni siquiera te enteras de lo que hay en el chat, opte por usar otro dispositivo en mis clases para poder estar al tanto del chat y de ellos, dándome cuenta de quién apagaba cámara, o quién si de la nada alguien se estaba riendo, o si era obvio que estaban con el celular, no los regañaba... pero sutilmente les preguntaba algo y así era como los jalaba a la clase. De esa forma aseguraba la atención y podía conocerlos un poco más.
18. ¿Dabas alguna retroalimentación posterior al aplicar los laboratorios?
Docente 1: si, una vez contestados los labs, daba un pequeño repaso antes del examen.
Docente 2: Casi no, porque consideraba, que si el estudiante ya podía tener una idea en lo que se había equivoca o ya lo sabes y que es responsabilidad de ellos que lo busquen, ya quedaban en ellos ese sentido autocrítico, es como cuando sales de un examen y luego, luego buscan las respuestas. Rara vez les di una retroalimentación, porque casi todo ya lo tenían ahí, no era un laboratorio de una clase que yo no les hubiera dado, y en todo caso si tienen dudas me lo preguntaran directamente. Inclusive en ocasiones ellos me preguntaban si podían volver a usar los laboratorios para mejorar calificación y ahí se les decía que “no, no pueden”. No porque no quisiera que mejoraran su calificación, sino porque yo me quería quedar con la primera impresión De dónde está el error. *Intervención: ¿alguna vez checo los principales errores de todo el grupo? Sí, pero muchas veces me di cuenta de que el error era por confusión por la estructura de la pregunta, <i>yo ves que estas plataformas te dan un esquema de que tan asertivos fueron los estudiantes en las preguntas, al observar qué preguntas eran, me percaté que estas no estaban mal planteadas o mal formuladas, pero ellos no la leían bien o no la entendía bien. Al ser este caso, si hacía el comentario de...</i> ”vi este error, pero

necesitan leer bien la pregunta, la pregunta se refiere a...sino la entienden pregunten”, solo un comentario en concreto. que tú dijeras hoy vamos a ver una hora de clase específico de este tema no.

Docente 3: sí, siempre después de cada lab, daba la retro de todas las preguntas y explicaba la teoría, ya cuando los volvía a poner como repaso antes del examen parcial, ahí solo me iba a los errores más comunes, les preguntaba abiertamente a los estudiantes... ¿alguien se acuerde de esto? ¿Lo pueden explicar?... y si de plana nadie se acordaba yo lo explicaba, pero generalmente ya la mayoría tenía una idea general de ese tema o esa pregunta.

19. ¿Qué te pareció utilizar estos LV como estrategia de para mejorar el aprendizaje?

Docente 1: de mucha utilidad, aunque me costó un poco de trabajo planificar los tiempos en relación tema-laboratorio como ya lo mencionamos considero que utilizar esto para ayudar al estudiante, es bastante útil, la ventaja que tiene el estudiante con este tipo de actividades es notoriamente mejor al no tenerlos. yo lo veo positivo. Algo que si se debería procurar e inclusive digo si no te molesta me gustaría seguir implementándolos a la materia, debido a la utilidad que vi.

Docente 2: claro que sí, útil para el maestro y útil para el alumno y depende de la perspectiva. Porque te digo, son muchos puntos a favor de tomar, como maestro te das cuenta en qué están fallando, sino puedes dar la clase, puedes dejar la actividad, y para el estudiante le ayuda a reforzar y a ganar unos puntitos de extras. Además que ellos agradecen el tener más información sobre un tema.

Docente 3: me pareció muy buena estrategia, la verdad es que sí siento que les ayudó en muchos aspectos, romper la rutina, información extra, reafirmar lo aprendido, Como docente te enteras como van los estudiantes, cuál es el error más común o aquello que necesitas reforzar, que puedes hacer para motivarlos más en el sentido que si ves que un estudiante va bajo en más de un lab, puedes platicar con él y preguntare ¿cómo está?, ¿Sino te entiende? Que de hecho me tocó con dos estudiantes y pues trate de alentarlos.

20. ¿Qué áreas de mejora le ves a estos laboratorios? ¿En qué aspectos necesitan mejorar estos LV?, ¿los temas y conceptos seleccionados? O ¿cómo debería de ser instrumento de evaluación?

Docente 1: Es que yo creo que particular por ejemplo innegablemente los que sí tenían esta interacción, es decir, picarle moverle, estos laboratorios eran mejores y como te comenté, las calificaciones eran significativas, porque se nota que le estuvieron picando para atrás para adelante para un lado o para el otro, ósea como que tuvieron más interacción con estos que con los que eran videos o solamente preguntas. Se entiende perfectamente que hay limitantes sobre el hecho que sean laboratorios de genómica, pero es un hecho que aquellos donde había interacción por decir de toca y aprende, esos ayudan bastante. claro no doy por hecho que el encontrar este tipo de actividades es sencillo, al contrario, creo que desarrollar este tipo de laboratorios debe ser costoso pero su manejo realmente es de provecho.

Lo único es dar en la rúbrica la indicación de que los estudiantes utilicen un mismo nombre o un nombre y apellido algo que nos facilite a los docentes identificar de quién es el laboratorio.

Docente 2: Había algunos que estaban muy padres, pero esto ya lo habíamos platicado, porque para genómica funciona está complicado porque no hay muchos laboratorios y los que hay toman aspectos de otras materias. Entonces aquellos que eran más tediosos eran los que profundizaban a nuestra asignatura, y aquellos que estaban más padres eran de temas más generales de biología molecular, entonces no cualquier cosa se aterriza nuestro tema.

Yo te podría decir que ampliar estos laboratorios funcionales a este tipo de laboratorios que ya están establecidos, pero no es tarea fácil, ocupas no solamente la información, ocupas de un equipo de programadores, desarrolladores que vayan creando labs para nuestras áreas, pero ya teniendo de base todo un set de laboratorios virtuales, ya podríamos hacer una dinámica de meternos a la matrícula, hacerlos de carácter obligatorio, en el sentido de ok se ve el tema, vamos a hacer laboratorios. Entonces habría que alimentar esa base e irnos modificando o actualizando conforme la incorporación de conceptos.

Docente 3: En general me gustaron mucho y así que digas área de oportunidad...yo lo que haría sería replicar los laboratorios que se hicieron en la plataforma quizziz, en socrative. Entonces solamente utilizaría esta última plataforma como plataforma general para contestar los cuestionarios. Se seguiría empleando quizziz pero no como acompañar al laboratorio virtual, porque siento que no le da espacio al estudiante para la reflexión de las preguntas o de los conceptos, solamente la seguiría utilizando como una actividad de repaso.

21. ¿Crees que existe una brecha en evaluación mediada por la tecnología?, ¿cómo fue el impacto de la tecnología en la evaluación para ti?
¿qué te pareció que la evaluación fuera automática?

Docente 1: 1000 veces más simple, de hecho, es algo que me gusta de aplicar exámenes en línea “del forms” que ya tienes un set de reactivos inclusive variantes de exámenes, que de alguna manera te permite rendir más el tiempo. Como bien se comenta se deja un lapso, se cierra, se obtiene la calificación de manera inmediata, si el estudiante tiene dudas en breve se da la revisión en tiempo real o tiempo después pero, ya no tienes que estar evaluando reactivos por reactivo. Lo que te permite focalizar tu atención en donde se equivocó la mayoría, y dar retroalimentación, vamos a volver a explicar para que quede bien formulado ese conocimiento. Y como docente me sirve para saber qué hice mal que me faltó por explicar y definir mejor estos conceptos. para mí el que esté automatizado es muy cómodo.

Docente 2: creo que aquí influye mucho la plataforma, porque por ejemplo forms, tanto como docente y desde el punto de vista de estudiante siento que es poco amigable, no sé, no me gusta forms y estas plataformas que utilizamos las sentí más agradables, sin embargo si hablamos de la parte de evaluación mediada por tecnología... o sea si, está padre que ya no tengo que preocuparme por contestar 1000 exámenes o 30 exámenes porque ya está automatizado.

Sin embargo, hay que tener cuidado con el tipo de reactivo porque se presta mucho la comunicación entre estudiantes y con esto me refiero a la copia de respuestas. Entonces, si yo deseo poner una pregunta que desarrolle el pensamiento crítico del estudiante pues tengo que poner una pregunta abierta, entonces esta pregunta abierta no puede ser automatizada, como quiera la tengo que leer y desde ese punto me es mucho más sencillo revisar un papel, que estar en frente del monitor leyendo la respuesta

Docente 3: no, no creo que exista una brecha, siempre se está como ese miedo al aprender a utilizar una nueva plataforma o algo nuevo y sobre todo en el aspecto tecnológico, pero al contrario creo que nos ha brindado formas más rápidas, ayudándonos a nosotros como maestros en llevar el control de la evaluación; porque si te puedo decir que al menos a mí como maestra me es muy tedioso y hasta molesto tener que estar revisando y revisando. Entonces esta un padre que con estos laboratorios uno puede identificar fácilmente el error y ya a ver qué rollo, como ayudo a mis estudiantes.
Y bueno, creo que esto es lo bueno de que la evaluación sea automatizada. Ya por el contrario si queremos preguntas abiertas pues estas iban a tener que ser revisadas por nosotros mismos, pero pues es lo mismo si lo revisas en papel o si lo revisas en la computadora. Aquí lo único importante Es generar alguna estrategia para evitar la copia entre estudiantes, o bien de igual manera generar una pregunta o un set de preguntas que puedan evidenciar no sólo este entendimiento conceptual conceptual, sino la aplicación de estos conceptos con la vida real, por ejemplo.

22. Tomando en cuenta lo anterior, desde tu punto de vista qué plataforma te gustó emplear o utilizar más

Docente 1: La plataforma de socrative me gusto por la libertad de cómo puedes abrir y cerrar la aplicación o programar a tus tiempos, sin necesidad de estar pendiente que los estudiantes se conectarán. Ya que teams y socrative te permiten decir a esta hora que se abre y a que se termina. entonces tú te puedes programar, pones una alarma en tu celular y automáticamente te conectas y le das cerrar a la plataforma de socrative. No digo que quizziz no me haya gustado, es bueno ver la actividad en tiempo real, de lo que está sucediendo, pero al menos a mí me fue un poco más cómodo usar socrative.

Docente 2: Yo creo que es lo mismo pero aquí depende la punta del vista del alumno y sus habilidades porque por ejemplo en quizziz como era por tiempo sí que se quejaron mucho, Y era ahora sí que controversial porque al inicio era ¡ay qué padre musiquita!, ¡ay qué padre memes! porque creo que los hacía sentirse como en confianza, pero si les iban mal agarraban esos puntos como algo negativo, o sea están muy divididos en este aspecto, entonces socrative, es una versión más seria por así decirlo, pero no tanto como un forms.
Docente 3: ambas me gustaron, creo que la de quizziz es mucho más interactiva y mantiene al estudiante más activo o sea de órale contéstala rápido pero también esto los pone nerviosos a algunos estudiantes, influyendo en sus calificaciones. Por eso te mencionaba de bueno dejar la otra plataforma que como como componente clave de laboratorio y al quiz como una actividad extra.
23. ¿cómo fue este manejo de recursos digitales? - algún desafío que tuviste para la implementación de los laboratorios?
Docente 1: pues casi siempre se venía programando solos, lo mismo los de socrative, te va te daban la oportunidad de programarlos, cuando terminamos el tema no inmediatamente después de verlo a veces un fin de semana después o una semana después, donde juntaba 2 o 3 actividades, esa dinámica de poder programar o planificar era lo que más me agradaba. pero siempre era esa dinámica tratar de organizar mi tiempo con las herramientas digitales.
Docente 2: No, ninguno. Todo estuvo muy claro.
Docente 3: Algún desafío... no quizá al inicio, pero mientras nos adaptábamos.
24. ¿Puedes mencionarme algo que haya pasado en tus clases o durante el desarrollo de los laboratorios que no haya sido mencionado en la entrevista?
Docente 1: no creo que el que los estudiantes hayan recibido este material adicional no forzado en la materia sino como un plus, les sirvió para decir ándale pues le estoy sacando un poquito más de juguito a la materia y necesito echarle ganas porque cometí errores, creo que eso es lo que sirvió al menos para los estudiantes que le echaron ganas, tal vez no los apáticos que no contestaron, pero los estudiantes que sí contestaron los laboratorios lo vieron como “Ah ok es un repaso de toda la información que vi en clase” siendo esto o plus benéfico y provechoso para ellos.
Docente 2: además del punto que se quejaron los estudiantes por el lab que te comenté, no.
Docente 3: Algo en concreto no, yo creo que los estudiantes al final se mostraron motivados, felices y agradecidos por ese tipo de actividades.
25. ¿Existe algo que no hayamos comentado sobre la implementación y los resultados que sea importante saber?
Docente 1: pues que siento que esto le da un poquito más de nivel a la materia, en términos de miren muchachos además de los temas vistos en clase, vamos a utilizar estos otros recursos y que ellos vean que a mí me preocupa su aprendizaje que le estoy metiendo más contenido más ganas para que ellos aprendan. Lo comento por qué me imagino que este contenido extra que quizá no lo tienen otras materias, ellos lo toman mucho en cuenta y lo agradecen. y como maestro me gusta porque ellos se dan cuenta que tú haces algo más por ellos, y que me es importante su desarrollo académico, que vamos nuevamente a decir esa suposición de que salen mejor preparados después de mi clase.
Docente 2: sabes qué pasa, yo ya me convencí al menos en la educación en línea o en los grupos en línea no los puedes evaluar con un examen. es muy complicado es muy subjetivo. Porque creo que hay una falta de carácter por parte de los estudiantes y me refiero a que a la hora que reviso los exámenes literalmente los googleo y todos está en wikipedia, entonces si hay una copidora intensa inclusive no puedo asegurarlo, pero yo sé que ese hay comunicación entre ellos a la hora del examen porque todos tienen la misma respuesta. E inclusive el maestro Juan, tiene como becaria a una estudiante a la que yo le doy clase, entonces la misma

becaría le declara a Juan “¿que cómo es posible ese examen que lo hicimos entre todos y a todos nos fue mal?”

Sin darse cuenta también la chica de que está hablando con otro maestro, entonces de verdad lo que está haciendo el examen no me importa, lo reviso por mero compromiso porque necesito un número que poner en el kardex. Pero que alguien me saque 100 en un examen, para mí no es el mejor del grupo, hasta que me demuestre que sabe lo que yo le pregunté, o que me dé una excelente presentación, donde este integrando todos estos conocimientos.

Docente 3: Creo que sería bueno unificar el contenido de los 3 docentes que impartimos la materia, o sea yo sé que el fin de cuentas damos el mismo plan de estudios pero sí decir bueno eh de tal tema vamos a crear tales preguntas y que esas preguntas sean las mismas para todos con el mismo nivel es todo porque si de repente en los laboratorios había preguntas muy básicas el que no estaba mal porque a fin de cuentas lo que lo que buscamos es que el estudiante aprendiera el concepto pero quizá más adelante desarrollar laboratorios con mayor nivel o exigencia académica donde podamos aplicar los conceptos.

ANEXO 13

Análisis de entrevista final a docentes semestre enero-julio 2022		
Me podría decir maestro ¿Cómo terminamos el semestre?		
Docente 1 ...en general bien. Un poco apresurado todo al final, pero bien y muy felices...	Docente 2 ...bien, bien, tranquilo, pesar de que empezamos tarde, pero muy bueno para todos...	Docente 3 ...bien a las carreras, pero felices de terminar el semestre de forma presencial...
Al finalizar el semestre, ¿llegó a sentirse presionado, estresados o todo salió como se esperaba?		
Docente 1 ...uno sabe al final que todo sale, pero si presionado por que esta ese punto donde te das cuenta que se acabó el semestre y ya no te queda tiempo...	Docente 2 ...si había momentos en los que me sentí apurada, sobre todo con el asunto de los dos subgrupos y con la reestructuración de 2 parciales en lugar de 3, pero eso mismo nos dio la oportunidad de ganar una semana que se perdía en semana de exámenes. Entonces, ahí nos repusimos. Ya posterior a la unificación de los bloques y que volvimos a la normalidad, todo se dio como se esperaba y se completó todo sin presión o estrés...	Docente 3 ...si me sentí un poco estresada porque enserio se hacía un gran gap entre subgrupo y subgrupo, sobre todo porque los muchachos no leían y llegaban como en blanco y tenía que volver a repetir porque nomás no me entendían. Entonces si me atrasé e inclusive me confundía con los subgrupos, pero ya después con todos los estudiantes en el aula todo mejoró...
¿Cómo sentiste a los estudiantes durante y al final del semestre?		
Docente 1 ...felices, participativos, pero ya al final ya se sentía su cansancio, noté que les costaba	Docente 2 ...sl final cansados, todos estábamos cansados, pero fue un cansancio diferente ósea todavía	Docente 3 ...en general felices, pero si noté que cuando exponían se ponían muy nerviosos y me

concentrarse o estudiar, en los exámenes, seminarios les iba muy muy mal, no sé si les ganaba el nervio o de plano era que no entendían la materia, pero si los noté como distraídos...	el semestre pasado, uno sabía que los estudiantes ya no estaban ahí conectados porque había un hartazgo, pero este final todos estábamos felices, estresados pero felices...	llamaba la atención que no se esforzarán aprenderse las cosas, por ejemplo, en los seminarios no sabían lo que ellos mismos leían, como que no retenían información o de plano no se concentraban en el aquí y ahora...
¿Notaste un cambio o un hábito diferentes entre los estudiantes con respecto al semestre pasado?		
Docente 1 ...al principio cuando todos regresamos como nerviosos, como que olvidaron ser sociales, pero ya al final como si la pandemia nunca hubiera pasado...	Docente 2 ...si, como distraídos o que andaban en la baba, les costaba dejar de ver el celular, como esa ansiedad que sientes por ver si te mandaron un mensaje, así la verdad es que durante el semestre fue como raro, no raro malo porque malo que no te contesten, pero, era raro porque si llegaba un punto donde no sabías si ellos estaban bien o en un lapsus brutus...	Docente 3 ...pues además de eso que te comenté, les iba muy mal en los exámenes y en los labs virtuales también ósea, muy pocos me los pasaban. Quizá un poquito flojos... pero más que nada nerviosos al momento de contestar exámenes...
Vamos a empezar a pláticas de los LV.-¿Cuántos laboratorios virtuales lograste aplicar en el semestre?		
Docente 1 ...apliqué creo que 6...	Docente 2 ...aplique 5 de manera obligatoria y los últimos 4 de manera opcional, es decir los finales, de la última etapa si los apliqué, pero ahí sí que me deslindé de puntos, o revisarlos...	Docente 3 ... apliqué 10...
¿Podrías indicarme cuáles aplicaste?		
Docente 1 ...apliqué el primero que era el de las histonas y la cromatina, Apliqué el tercero que es el de modificación a las histonas. De ahí el 6 que es el de CRISPR, 7 que es el de tipos de RNA, 9 de Extracción de DNA, microarreglos y el de PCR...	Docente 2 ... el de tipos de modificaciones postraduccionales, el de la cromatina que era el 1, laboratorio 3, laboratorio 7, laboratorio virtual 8 y la actividad de CRISPR...	Docente 3 ...no apliqué el de PCR por falta de tiempo y por qué además uno de los PIAS tiene que ver con PCR, entonces estaba por demás...
¿Alguna razón en particular por la cual no aplicaste los laboratorios virtuales restantes?		

<p>Docente 1 ...por novato jeje, ósea como es la primera vez que trabajo con los laboratorios y la primera vez que doy la materia, no tenía como muy en cuenta donde meter o a que tema pertenece cada uno, sé que se me dio un plan de trabajo, pero entre tanto tema, pandemia, que tenía yo que estudiar el tema que iba a impartir. No presté la demasiada atención a los labs, prácticamente platicando con la maestra Katia, mi compañera de laboratorio que también ella me sugería a “puedes poner este...” o “no se quejan tus niños por este lab”...</p>	<p>Docente 2 ...principalmente por la aplicación, por ejemplo, uno de los labs es de SNP, que a mi consideración es una técnica obsoleta que ya no enseñó en el curso, entonces la aplicación de este es innecesario mejor explico alguna nueva técnica novadora. Otro fue el lab de impronta génica, que por la complejidad del tema y sobre todo por la falta de tiempo decidí no aplicarlos...</p>	<p>Docente 3 ... porque más que enseñar el fundamento de la técnica, que es lo que te enseña el lab virtual, creo que hay que ser más puntual con la aplicación y dar el espacio para que el estudiante tenga en mente que con la PCR podemos identificar diferentes enfermedades y hacer tal diagnóstico o platicar desde un punto de vista económico, o hablar de los errores comunes de la PCR, porque si en gran parte depende los primers y no tanto de la reactivos, y eso pues el LV, aunque es visual y te ayuda a comprender el fundamento, no te dice más datos que creo que son importantes para el estudiante...</p>
<p>¿Cuánto tiempo empleaste en utilizar cada uno de ellos?</p>		
<p>Docente 1 ... los solía dejar de tarea por ejemplo les habilitaba el lab el lunes y el martes lo revisábamos en clase...</p>	<p>Docente 2 ... siempre fueron una actividad para llevar, ósea de tarea y pues les daba dos días para hacerlo. Y en todo caso los viernes les preguntaba cómo les fue...</p>	<p>Docente 3 ...todo era asincrónico, se los dejaba de tarea, por ejemplo, los viernes les decía les voy a abrir el lab y tienes desde el viernes al martes para contestarlo. Trataba de darles mínimo 48 hrs para que no hubiera quejas de “nos dio muy poco tiempo”...</p>
<p>Entonces se encargaba de tarea ¿Con qué frecuencia se hacía?</p>		
<p>Docente 1 ...al inicio por los subgrupos, se los dejaba a la semana para que tuvieran como actividad de reforzamiento la semana que no iban a asistir. Después los que apliqué los ponía una semana antes de exámenes,</p>	<p>Docente 2 ...cada 3 semanas, después de ver clase y seminarios, y por lo general una semana antes del examen para que les sirviera como guía...</p>	<p>Docente 3 ... cada 2 o 3 semanas, en realidad dependía si terminamos el tema, ahí te va el laboratorio y en base al lab pues yo veía si daba más información al tema...</p>

para tomarlos como repaso y poder explicar los errores...		
¿Tuviste tiempo suficiente para ayudarle a los estudiantes en caso de alguna confusión o algún problema?		
Docente 1 ...si, aunque generalmente no había preguntas...	Docente 2 ... no había dudas, la revisión del al día siguientes...	Docente 3 ... no hubo problemas o dudas al respecto, todos trabajaron bien sin complicaciones...
¿Oye, y los laboratorios te ayudaban para mejor la comprensión de los temas o llegaste a sentir que te quitan tiempo para explicar otro tema?		
Docente 1 ...no que me quitaran tiempo específicamente, pero si se me pasaba ponerlos y ver que lab tenía y que se podía aplicar. Pero si notaba que los estudiantes que contestan los labs, les iba mejor en los exámenes, como que les ayudaba mucho en el repaso a imaginar las cosas o simplemente a darse una idea general del tema...	Docente 2 ... como todo era asincrónico de tarea, no, no me quitaba tiempo, quizá en cuanto a volver a explicar algo que vi que contestaron mal todos, pero es parte de la chamba. En cuanto a mejor la comprensión de los temas, si, claro que el hecho de ver todo visual y ya no imaginarlo sino verlo y poder comprenderlo ayuda mucho. Si se notaba la diferencia entre los que contestaban los labs y los que no...	Docente 3 ... como los incorporé dentro de mi planeación como una actividad de tarea, no me quitaban tiempo, quizá como al final estuve a la carrera si me sentí un poco como presionada, pero si vemos la ventaja pues al contrario son de mucha utilidad y mejoraban en la comprensión de los temas. Por ejemplo las técnicas de microarreglos o como la actividad de CRISPR...
¿Crees que los estudiantes aprovecharon los laboratorios? es decir, que mejoro el aprovechamiento académico en clase		
Docente 1 ...si, y se hizo evidente en los exámenes y también en la participación de clase, a pesar de que no completamos los laboratorios, en el caso de el de modificaciones de las histonas si hubo un buen entendimiento y aprovechamiento, y en cuánto a técnicas moléculas, también por que los estudiantes lograron visualizar mejor el fundamento de en qué consiste la técnica como microarreglos o la misma PCR...	Docente 2 ...si, si se notaba como te digo, el simple apoyo visual, y contestar preguntas que te hacen pensar, siento que hacía que se desarrollara su pensamiento crítico...	Docente 3 ...si, porque como los hacía participes de su propio aprendizaje y cuando se equivocaban y tenía que repetir todo de nuevo como en el caso del lab de las moscas, pues si ahí los tienes entendiendo el proceso. Y luego salían dudas que muchas veces entre los compañeros se explicaban y te daban la razón de por qué, sin tener tú como docente explicar todo el proceso. Y pues, además, como les liberaba

		todos o su mayoría antes de el examen, pues ellos podían repasar y aprovecharlos para tener un mejor rendimiento...
Me puedes indicar cómo fue tu experiencia personal respecto a la aplicación de los laboratorios virtuales durante este semestre tan especial puesto que inició virtual, asincrónico, híbrido y al final completamente presencial.		
<p>Docente 1</p> <p>...en general bien, si los sentí como un buen complemento en mis clases y fueron de ayuda para los estudiantes...</p>	<p>Docente 2</p> <p>...creo que hablar del semestre en sí te lo especial que fue... hay mucho que decir. Pero al menos al inicio del semestre por el sistema híbrido si fueron de vital ayuda. Después ya cuando todos estábamos era un buen complemento, no quiero menospreciar su utilidad, pero también el estar en presencial es otra historia, otro contexto, creo que antes al menos en clases virtuales, estos labs era muy importantes, aplicarlos nos daba al menos la sensación de ok...ahí están los estudiantes, lo están haciendo bien, porque no había más evidencias tangibles. Ahora estar en presencial, estás porque están y los labs ya no son ese indicador, sino una actividad formativa que refuerza los contenido vistos en clase...</p>	<p>Docente 3</p> <p>...creo que el trabajar con estos labs el semestre pasado me dio como una guía de donde y cuando meterlos, entonces mi experiencia fue mucho mejor que el semestre pasado y respecto a los "especial" que fue este semestre, yo diría que fue para bien el emplearlos como tarea, por qué te daba más tiempo y pues no deja de ser una actividad mejor el aprendizaje del estudiante. Si intenté hacer alguno de manera presencial pero el internet de la facultad al menos en el salón donde me tocó pues no...</p>
¿Crees que exista alguna relación entre los recursos que se emplearon, en cuestión del dinamismo e interactividad que se en los laboratorios con respecto a la comprensión y el aprendizaje de los conceptos?		
<p>Docente 1</p> <p>...si, porque no era una interfaz aburrida como forms, era algo que llamaba la atención, que te ponía a jugar y a pensar a la vez. En el caso de los interactivos, estos te iban guiada lo que permitía que fueras aprendiendo a tu propio ritmo, sin prisas...</p>	<p>Docente 2</p> <p>...si, en el caso de los laboratorios que te explicaban las técnicas moleculares y el de CRISPR, estos eran como más visuales, dinámicos que hacía que los estudiantes pudieras interactuar más con el lab y aprender más, no solo eran contestar por contestar, y por qué bueno yo los hice con ellos para</p>	<p>Docente 3</p> <p>...si, por ejemplo, aquellos donde había interactivos, tenías que si o si poner atención a lo que estabas haciendo para poder contestar correctamente que aquellos donde tenías que ver un video o leer un artículo para después contestar quizziz. Los interactivos a través de esta</p>

	la revisión y están bonitos, visualmente llaman la atención...	parte visual, y de cada interacción te ponían a pensar y además el contestar los socrativos también porque ahí no aparecía la respuesta correcta inmediatamente como en quizziz, entonces eso le hacía al estudiante preguntarse en que me equivoqué e indagar por su cuenta, inclusive me pasaba que lo hacían todo por segunda vez y me llegaban específicamente con la pregunta problema...
¿Tuviste algún comentario respecto a un laboratorio que más les haya gustado?		
Docente 1 ... creo que el de CRISPR, porque si el tema de CRISPR es un tema complicado y ver como interacciona cada proteína o enzima en el interactivo la verdad es que estuvo muy muy padre...	Docente 2 ... les gustaba mucho los quizziz debido a la interactivo y que te da la respuesta correcta y puntos. Pero en cuento fundamento teórico, el de CRISPR fue muy aplaudido...	Docente 3 ...solía preguntarles ¿Cómo les fue en el lab? y ya me decían lo que pensaban que generalmente era “bien”, pero el de las moscas y el de CRISPR, fueron muy comentados positivamente...
¿Qué tan importante crees que sea el aprendizaje conceptual?		
Docente 1 ...creo que de mucha importancia el conocer, dominar y aplicar el concepto, sobre todo en este tipo de materias, donde tienes que interpretar resultados y esto se logra entendiendo los conceptos...	Docente 2 ...muy importante sobre todo como científico sino dominas esta parte del concepto, te vuelves más un técnico, que no digo que este mal, pero difícilmente vas a poder solucionar un problema, en cambio si dominas y sabes aplicar el concepto, puedes buscar la solución a tu problema en el laboratorio...	Docente 3 ... muy importante porque sino, dominas el concepto no puedes posterior aplicarlo en otros aspectos. Por ejemplo, en la PCR, tienes que dominar el cómo trabaja, entenderla para poder hacer son variaciones, y creo que eso es algo que se entendió en la actividad de CRISPR, el llenar cuadros aplicados a un tema que te abre el panorama de la modificación genética...
¿Entonces crees que el uso de estos laboratorios ayudaba a los estudiantes a aplicar o entender los conceptos de la materia?		
Docente 1 ...claro, al final de cuentas era un laboratorio, y esa es la idea de un lab poder aplicar cierta	Docente 2 ... la prueba esta sobre todo en el lab de CRISPR, ahora lo muchachos ya sabes qué bueno	Docente 3 ...indiscutiblemente porque muchas veces tú puedes platicarles y explicarles el

<p>información, experimentar y aprender de lo observado. La diferencia es que estos son virtuales y de técnicas o procesos caros, pero el resultado es el mismo el aprender de la experimentación-observación...</p>	<p>en bacterias pasa esto y pero podemos clonarlo para desarrollarlo en humanos, y en lugar de un secuencia PAM, vamos a meter una secuencia específica... que esta secuencia específica es como esas secuencias llamadas primers que se diseñan para la PCR y así, entonces a lo que voy es que una vez que se domina el concepto podemos relacionarlos con otros conceptos y aplicarlos...</p>	<p>concepto, pero hasta que no lo visualizan y lo aplican como en los labs, es cuando lo terminan por comprender...</p>
<p>¿Ahora, en comparación con el grupo del semestre pasado, que fue en línea, que fue el primer grupo que participó con este estudio y en el actual grupo del sistema híbrido presencial, me puedes indicar o desde tu percepción que generación manejaba mejor los conceptos de genómica? En relación con la participación y/o uso de los laboratorios</p>		
<p>Docente 1 ...es difícil contestarte por lo mismo de que no había dado funcional antes, entonces no tengo mi comparativo, pero lo cierto es que, si los comparo independientemente con lo vivido, al menos ahora al ver a los alumnos hace más cálida la situación, muchas veces me tocó que no sabía si estaban ahí, si me ponían atención, entonces no puedo saber si entendieron o aprendieron algo, ahora están aquí, ellos te ven, tú los ves, hay una interacción. Y pues bueno, el semestre pasado no estaba dentro del programa de las virtuales, entonces eso no te puedo contestar...</p>	<p>Docente 2 ...está generación, Yo creo que cuando tienen la a la persona ahí parada, como que no te queda de otra más que al menos verla y reírse del chiste, pero sí, yo vi mejor esta generación que la pasada, o sea la pasada. Fíjate, podrán haber tenido mejores calificaciones, pero las dos sabemos porque tienen mejores calificaciones...</p>	<p>Docente 3 ...creo que esta generación por el simple hecho de que los tuvimos en presencial, pero lo cierto es que la generación pasada también fue muy buena, ahora yo te lo comenté anteriormente, pero yo les obligaba a prender cámara para poder ver lo que hacían, monitorearlos e incluso los labs muchos los hacíamos en hora de clase y la retroalimentación quedaba ahí mismo, entonces creo que eso ayudaba bastante, en su comprensión y dominio del tema. Ese semestre a diferencia, bueno ya sabes que se dejaban de forma asincrónica los labs, pero por falta de tiempo casi no daba retroalimentación, entonces solo me enfocaba a explicar específicamente donde la mayoría se equivocó. Donde podría asegurar esta parte de dominio es a la hora que ellos mismos discutían y se</p>

		explican entre si, cosa que no pasó el semestre pasado...
bien claro, así no podemos comparar pero es importante esto que mencionas y dime ¿Te enfrentaste con un grupo con rezago académico?		
<p>Docente 1</p> <p>...si, pero sabes yo siento que era como más de...perdí el hilo, perdí el hilo de no se levantarme temprano, estar toda una hora sentada en el mismo lugar, no agarrar el teléfono, el perdí el hilo para prepararme para una exposición, para estudiar y después del primer parcial, pues a muchos les llovió entonces tenías que ponerse truchos para pasar el semestre...</p>	<p>Docente 2</p> <p>...sí, pero la disposición del alumno el ánimo del alumno era totalmente diferente, el ánimo del alumno estaba ahí. O sea, si tú les pedías una hora extra te daban una hora de examen si tú les pedías que se quedaran las 2:00 se quedaban las 2:00 Y el semestre pasado tú sabes que ya para el último ya no se conectaban, no les interesaba, ya estaban desmotivados, y ahorita yo, si note de principio a fin, motivación...</p>	<p>Docente 3</p> <p>...si, desde luego que sí, me toco un grupo que más que rezago, quizá falta de seguridad o no lo sé, ya conforme avanzaba el semestre, muchos se pusieron las pilas y la motivación ahí estaba, pero al inicio si, era complicada la situación...</p>
¿Alguna vez te sentiste abrumado durante al utilizar los laboratorios virtuales entre la práctica docente?		
<p>Docente 1</p> <p>...el tener tiempo para dar la retro, sin perder demasiado tiempo fue lo abrumador porque el semestre fue pesado, como te dije el volver la rutina, volver a la vieja normalidad, entonces uno quiere hacer muchas cosas y no hay tiempo suficiente y quizá en ese sentido, el tener tiempo para ponerles la actividad, porque también los estudiantes tienen muchas cosas que hacer entonces que ellos tenga tiempo, que no se empalme con seminarios o con PIA..</p>	<p>Docente 2</p> <p>No</p>	<p>Docente 3</p> <p>... un poco, por la cuestión de tiempo u organización para decir tal día se tiene que cubrir tal tema, para poder aplicar tal lab...</p>
¿Sientes que ellos se hayan sentido abrumados?		
<p>Docente 1</p> <p>... nunca tuve una queja que me lo indicará y porque tampoco eran lab complicados, quizá algo laboriosos, pero con</p>	<p>Docente 2</p> <p>no</p>	<p>Docente 3</p> <p>...no, porque tampoco eran labs largos y se les daba el tiempo suficiente para contestarlo...</p>

una tarde, quizá una hora o dos, podían contestarlo...		
¿Por el contrario, a los laboratorios virtuales, realizaste algún otro tipo de actividad formativa?		
Docente 1 ...no, solo las marcadas en el programa, los seminarios y los PIA.	Docente 2 ...Iice una modificación por los tiempos, me vio obligada a hacer una modificación en donde las prácticas ya no se entregaban. Sino que lo hacíamos manual. O sea, con apoyo de la computadora y todo, pero me entregaban resultados en bruto la práctica, entonces ellos hacían una presentación con todos estos resultados y me los discutían en vivo. Entonces, en lugar de que me entregaran 2 trabajos con resultados y discusión, discusión otra vez. Los hice uno, una parte técnica y una parte de análisis. Entonces, sí eran 6 trabajos que me entregaban el semestre, solamente van 3 y les gustó bastante a los chavos bastante, porque como que estaban más involucrados, porque en 2 horas me sacaban la práctica que antes yo les daba una semana para hacer la presentación y discutir esos resultados...	Docente 3 ...como formativa solo discusiones grupales que surgían por los labs, o tras ver alguna presentación oral de alguno de los estudiantes, lo obligaba a preguntarles y a discutir sobre el tema...
Regresando al tema de los laboratorios, los estudiantes mostraron motivación contestar los lugares virtuales.		
Docente 1 ...quizá no mucha motivación como tal, pero al menos no se quejaban y en su mayoría lo contestaba...	Docente 2 ...si, desde el inicio por ser una actividad diferente a los típico que solemos hacer...	Docente 3 ... yo siento que, si les agradaba tener esas actividades, ya sea para reforzar, participar o simplemente para tener puntitos extras...
¿Les dabas alguna ponderación o puntos extras?		
Docente 1 ...si, puntos extras, les daba 3 puntos por contestarlos	Docente 2 ... Si, les daba 3 sobre puntos sobre solo por contestar...	Docente 3 ... por contestar el laboratorio se les daba 2 puntos sobre examen y si obtenían una

correctamente y 1 solo por contestar...		calificación por encima de 8, se les daba 4 puntos sobre examen...
¿Cómo crees que era el grado de aceptación por su parte?		
Docente 1 ... bien hubo buena aceptación desde el inicio, quizá porque al inicio eran divertidos y al final interesantes. Un buen complemento ...	Docente 2 ... yo creo que alto porque todo lo entregaban en tiempo y forma. No batallen si acaso uno 2. ¿Te digo que no le entregaba, no? Que me lo entregan con retraso, pero todos tenían sus puntos...	Docente 3 ...creo que el tener puntitos los alegraba, porque es una materia difícil y los exámenes no son sencillos, entonces si les gustaba eso. Pero además el lab por si solos, les gustaban...
¿Muy bien, ya me comentaste algo referente a esto, pero diste alguna retroalimentación al posterior al aplicar los laboratorios?		
Docente 1 ...si, siempre, después de cada lab al día siguiente y a veces me tomaba toda una hora de clase explicando el por qué si o por qué no, además también para que pudieran contestar correctamente el examen...	Docente 2 ...no, porque en general este iba bien...	Docente 3 ...no, la verdad por falta de tiempo no como antes, antes si daba la retro de cada pregunta, explicaba, y en esta ocasión si miraba las calificaciones, como les fue y si de plano las cosas están mal o había un pregunta donde todos se equivocaron era cuando daba retro...
¿cómo te pareció utilizar los laboratorios virtuales como una estrategia para mejorar el aprendizaje en los estudiantes?		
Docente 1 ...es un buen complemento a los temas, sobre todo de eso que como docente no dominamos y porque eres participe del proceso de aprendizaje de los estudiantes...	Docente 2 ...yo creo que es un complemento útil. No quita tiempo. No tienes que perder, o sea, si no quieres, no tienes que perder clases. Los alumnos toman a bien por la estructura que tienen porque son cortos, o sea, son relativos, no les quitas 2 horas de su domingo, por ejemplo, son cortos...	Docente 3 ...son mucha utilidad, pienso que al igual que el semestre pasado son aceptados y visto como algo positivo, como una pausa para poner a prueba todo lo que se ha visto en las semanas o parcial...
siguiente semestre ¿los seguirás utilizándolos?		
Docente 1 ...si, y la meta es poder emplear todos...	Docente 2 ...yo creo que sí...	Docente 3

		...yo creo que sí, digo no sé qué vaya a pasar verdad, pero desde luego que sí...
¿Qué te gustó y en qué aspectos necesitan ser mejorados?		
Docente 1 ...pues quizá el tener la retroalimentación de inmediato en socrative al igual que en quizziz, de ahí en fuera todo me parece muy bien...	Docente 2 ...ahorita lo que comentábamos, unos son del aspecto conceptual, otros son del aspecto técnico. Complementar los técnicos que tengan el aspecto conceptual que sí lo tienen, por ejemplo el de CRISPR, antes de hacer cualquier movimiento te dice, este movimiento se va a hacer por esto y esto y esto. Pero los que son más conceptuales no tienen la parte como dinámica entonces, como que complementados por ese aspecto...	Docente 3 ...por ejemplo socrative a diferencia de quizziz no te da les da la respuesta correcta a los estudiantes y tampoco saben dónde se equivocaron, quizá eso que tras la evaluación ellos sepan en concreto en que pregunta se equivocaron...
¿En cuánto temas y conceptos seleccionados, crees que es necesario modificar algunos LV? ¿Mejorar? ¿Buscar otros temas?		
Docente 1 pues los temas están bien, quizá tener el tiempo como academia de decir que temas si y que temas no...	Docente 2 ... actualizar la curricula y como academia valorar qué tema debe de tener un laboratorio...	Docente 3 ... quizá actualizar o buscar más las interactivos porque a mi parecer son los mejores, ya que esta esta complemente teórico y experimental. Más que unos quizziz, veo de más valor académico un interactivo y un socrative, porque siento que en quizziz solo están picándole por picar, ya que te va a dar si o si la respuesta correcta...
Oye, y vamos a hablar un poquito acerca de la evaluación, se si decir bueno, todo esto, laboratorios estaban automatizados. Te agrado, eso, no te gusto. ¿Cuál fue el impacto de la tecnología en la evaluación para ti?		
Docente 1 ... en general fue de mucha ayuda, para poder saber cómo les iba, solo que sí sentía que limitaba un poco porque en la revisión me tocó que me	Docente 2 ...yo creo que está bien, pero a veces en algunos casos te limita a nuevas formas de pensar del estudiante. Pero esa limitante, por ejemplo, el poner una caja en	Docente 3 ...yo super feliz que sea automatizada, porque eso hace más eficiente el poder revisar y saber dónde nos estamos equivocando. Al inicio del

<p>decían es que yo le puse esto porque pensé que blablablá y estaba correcto lo que me decían, pero la que estaba marcada como correcta era otra que también es bien, pero para mí como docente es más importante que me justifiquen y me expliquen el por qué...</p>	<p>donde los estudiantes escriba texto. Pero también como docente ¿Cómo le dedicas más tiempo tú a ese laboratorio? Así que en general está bien...</p>	<p>todo, cuando me presentaste el proyecto, ¡si pensé chin! Más trabajo, más que calificar y la claro que no es así, los lab nos ayudan en todos los aspectos y que este automatizado hace todo más eficiente...</p>
<p>¿Sigue siendo enriquecedor que la evaluación sea automática?</p>		
<p>Docente 1 ...la verdad es que facilita bastante el trabajo, fue muy cómodo como docente revisar solamente lo que era escrito. Lo es que opción múltiple en automático y me ahorra bastante tiempo...</p>	<p>Docente 2 ...si te aliviana bastante trabajo, sea como una forma de evaluación global para ver cómo andan los estudiantes. Pero también te privas de mucha información por parte del estudiante...</p>	<p>Docente 3 ... te ahorra el tiempo de tener que revisar, solo te limitas a conocer donde se presentó el error y si hay preguntas abiertas pues revisar esas...</p>
<p>¿crees que existe una brecha entre la evaluación mediada por la tecnología y tu evaluación como docente?</p>		
<p>Docente 1 ...sí, la tecnología no nos ha dado las herramientas para poder evaluar, es decir podemos evaluar cosas muy puntuales, pero para el pensamiento de cada estudiante pues es un cuadro en blanco y eso no es diferente a una hoja de papel con un espacio en blanco, lo que cambia es la forma computadora o papel, pero la calificada es la misma, entonces evaluación mediada por tecnología pues es lo mismo. Al menos que sea automatizado como mencionas, de selección múltiple...</p>	<p>Docente 2 ... yo creo que la evaluación es algo pesado, pero siempre es útil, tenerla automatizado es de gran ayuda, pero siempre hay que revisar y ver que hay entre líneas y pienso que eso es algo que la tecnología no ha logrado vencer...</p>	<p>Docente 3 ... desgraciadamente no podemos cuantificar todo, al final de cuentas estamos calificando en una escala y a veces la evaluación no da más que esa escala, quizá esa es la brecha, si queremos que sea automatizada, nos quedamos con un verdadero o falso, opción múltiple, y no con una justifique o describa su respuesta que nos da más información del aprendizaje que todo lo anterior, pero como cuantificas eso de manera automatizada, tendrías que quizá tener una mega inteligencia artificial que no se, identifique patrones, similitudes para marcar como correcto o incorrecto. Entonces a mi parecer aún</p>

		falta eso, como docente el proceso de evaluación es de lo más complicado, pero parte fundamental de nuestro trabajo...
Tomando en cuenta todo lo anterior, ¿cuál de las plataformas con los cuales trabajamos te gustó más?		
Docente 1 ...ambas me parecieron muy buenas, quizá socrative por ser más como formal, pero quizziz también estaba muy padre...	Docente 2 ...me gusto el socrative, pero creo que los alumnos se les hacíamos aburridillo, porque que les gustaba más quizziz. Porque salen memes y a los niños les gustan mucho los memes...	Docente 3 ...me gusto el socrative, pero sé que es más visual quizziz...
En cuanto al manejo de recursos digitales que se incorporaron en este semestre ¿tuviste ningún problema o algún desafío?		
Docente 1 ...no, los recursos eran también de mucha ayuda y fueron excelente material de apoyo...	Docente 2 ...no. ninguno, los recursos eran de ayuda para el estudiante...	Docente 3 ...no, todo claro...
¿puedes mencionarme algo que haya pasado en tus clases o durante el desarrollo de los laboratorios que no haya sido mencionado en la entrevista?		
Docente 1 ... el agradecerte por tan buena aportación y por tu apoyo durante el semestre...	Docente 2 ...El tomar estas evaluaciones y ponderarlo oficialmente dentro del esquema que damos al inicio del semestre, para que estas actividades fueron cosas obligatorias y dieran una calificación segura. Por ejemplo, hacer un quiz. Es más fácil agarrar los puntos cuando los estudiantes contestaron el quizá a diferencia de una tarea previa o posterior al examen. Entonces yo creo que es un buen complemento para alumnos, poder ponderar estos laboratorios...	Docente 3 ...no, muchas gracias por todo y por tu ayuda durante estos semestres...
No al contrario gracias por formar parte de este proyecto y por esta entrevista, con esto terminamos la entrevista. ¡Muchas gracias, Maestro!		

