

**OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE
SOLUCIONES BUFFER: APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE MEDIOS DE
CULTIVO PARA ACTINOBACTERIAS**

YEIMI JOHANA TORRES RIOS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ DC**

2025

**OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE
SOLUCIONES BUFFER: APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE MEDIOS DE
CULTIVO PARA ACTINOBACTERIAS**

Presentado por

YEIMI JOHANA TORRES RIOS

Trabajo de grado para otorgar el título de licenciado en química

Dirigido por:

Dra. DORA LUZ GOMÉZ AGUILAR

Codirector

Dra. Bibiana Chavarro

Docente Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ DC

2025

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Universidad Pedagógica Nacional por permitirme ser parte de su historia, por brindarme un espacio académico y formativo que hizo posible llegar hasta este momento.

A mi madre, por su compañía, por enseñarme con su ejemplo el valor de la perseverancia, el esfuerzo y por su amor incondicional. A mis hermanas, por ser mi polo a tierra por creer en mí, incluso cuando tuve dudas.

A mí misma por no rendirme, por sostenerme con firmeza ante cada situación difícil, por confiar en mis capacidades y seguir adelante en pro de lograr mis sueños.

Por último, gracias a cada persona, docente, espacio y experiencia que hicieron parte de este camino. Este logro también es suyo.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
4. ANTECEDENTES	14
4.1 Referentes pedagógicos:.....	14
4.2 Referentes disciplinares:	16
5. OBJETIVOS.....	19
5.1 General:	19
5.2 Específicos:	19
6. REFERENTES CONCEPTUALES	20
6.1 Eje Pedagógico	20
6.1.1 Objetos virtuales de aprendizaje	20
6.1.2 Enseñanza para la comprensión (EpC).....	22
6.2 Eje disciplinar.....	23
6.2.1 Fundamentos soluciones buffer	23
6.2.2 Ecuación de Henderson-Hasselbach.....	24
6.2.3 Medios de cultivo:.....	
6.2.4 Requerimientos de crecimiento:.....	
6.2.5 Actinobacterias	
6.2.6 Actinomicetos:.....	
6.2.7 Biosíntesis de metabolitos secundarios en Streptomyces	28
7. METODOLOGÍA	28
7.1 Criterios de rigor	33
7.2 Población y contexto:	35
7.3 Fases de investigación:.....	35
7.3.1 Fase 1: Indagación.....	35
7.3.2 Fase 2: Diseño e implementación.....	36
7.3.3 Fase de análisis de datos y evaluación:	41

7.3.4 Fase conclusiones y recomendaciones:	41
8. RESULTADOS.....	42
8.1 Fase diagnóstica:	42
8.1.1 Caracterización:.....	42
8.2 Fase diseño e implementación:	49
8.2.1Diseño.....	50
8.2.2 Implementación.....	51
8.2.3 Salida académica al laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	55
8.3 Fase de análisis de datos y evaluación:	57
8.3.1 Modulo 1. Historia y ecuación de Henderson y Hasselbalch.....	58
8.3.2 Modulo 2. Microbiología y buffer.....	61
8.3.3 Módulo 3. Química y buffer.....	66
8.3.4 Módulo 4. Aplicación al contexto real	70
9. Encuesta de percepción	74
10. CONCLUSIONES:	81
11. RECOMENDACIONES	81
12. REFERENCIAS	82
13. ANEXOS	84

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos para crecimiento de microorganismos	26
Tabla 2. Criterios de rigor cualitativos	33
Tabla 3. Criterios de rigor cuantitativos	34
Tabla 4. Análisis resultados prueba diagnóstica	42
Tabla 5. Rúbrica prueba diagnóstica	48
Tabla 6. Nivel de desempeño inicial del grupo	48
Tabla 7. Registro experimental.....	52
Tabla 8. Salida de campo con estudiantes de Sistemas Orgánicos II	55
Tabla 9. Resultados actividad módulo 1	59
Tabla 10. Preguntas propuestas en la actividad.....	63
Tabla 11. Evaluación taller de campo.....	63
Tabla 12. Evaluación modulo respecto a la matriz de análisis	66
Tabla 13. Categorización del nivel de comprensión.....	67
Tabla 14. Resultados y análisis del módulo	67
Tabla 15. Nivel de comprensión de los estudiantes	69
Tabla 16. Respuestas de los estudiantes y evaluación según la matriz de análisis.....	70
Tabla 17. Evaluación del OVA a partir de la encuesta de percepción	75

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ventajas del OVA	21
Ilustración 2. Tipos de métodos mixtos.....	29
Ilustración 3. Diseño exploratorio	30
Ilustración 4. Etapas del OVA con metas de comprensión.....	36
Ilustración 5. Desarrollo prueba diagnóstica.....	38
Ilustración 6. Diseño módulo 1	38
Ilustración 7. Diseño módulo 2	39
Ilustración 8. Diseño módulo 3	39
Ilustración 9. Diseño módulo 4	40
Ilustración 10. Caracterización pregunta 2.....	43
Ilustración 11 Caracterización pregunta 3	43
Ilustración 12 Caracterización pregunta 4.....	43
Ilustración 13 Caracterización pregunta 5.....	44

Ilustración 14. Caracterización pregunta 6.....	44
Ilustración 15 Caracterización pregunta 7	45
Ilustración 16 Caracterización pregunta 8.....	45
Ilustración 17. Caracterización pregunta 9.....	45
Ilustración 18 Caracterización pregunta 10.....	45
Ilustración 19 Caracterización pregunta 11	46
Ilustración 20. Diseño Objeto virtual de aprendizaje.....	51
Ilustración 21. Respuestas salida de campo.	62
Ilustración 22.. Encuesta percepción, pregunta 1	75
Ilustración 233. Encuesta percepción, pregunta 2.....	76
Ilustración 24. Encuesta percepción, pregunta 3.....	76
Ilustración 25. Encuesta de percepción, pregunta 4.....	76
Ilustración 26. Encuesta percepción, pregunta 5.....	76
Ilustración 27.Encuesta percepción, pregunta 6.....	76
Ilustración 28. Encuesta percepción, pregunta 7.....	77
Ilustración 29. Encuesta percepción, pregunta 8.....	77
Ilustración 30. Encuesta percepción, pregunta 9.....	77
Ilustración 32. Encuesta percepción, pregunta 12.....	77
Ilustración 33. Encuesta percepción, pregunta 13.....	78

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la enseñanza de conceptos complejos y abstractos en química representa un reto significativo en la educación superior (Mejía, 2021). Entre ellos conceptos como las soluciones buffer y el control del pH presenta la importancia de su aprehensión en su formación académica, esto no solo es fundamental para los estudiantes en las áreas de ciencias, sino que también fortalece el desarrollo de habilidades analíticas y experimentales en los laboratorios. Sin embargo, la naturaleza abstracta de los temas y las estrategias utilizadas en la educación en muchas ocasiones cuentan con limitaciones (Naranjo & Puga Peña, 2016), evidenciándose dificultades para comprender como se aplican estos principios en contextos reales de investigación científica.

Frente a este panorama, resulta necesario adoptar metodologías pedagógicas innovadoras que promuevan la comprensión aplicada, profunda y transferible de los conceptos científicos. El enfoque de la enseñanza para la comprensión (EpC), propuesto por David Perkins y Howard Gardner busca fomentar un aprendizaje profundo y aplicable, donde los estudiantes pueden transferir conocimientos a nuevas situaciones (Perkins, 1998). Lo anterior se alinea con esta necesidad de fomentar que los estudiantes no sólo memoricen conceptos, sino que los comprendan de una manera más integral y aplicable a diferentes contextos.

Los OVA han demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de conceptos complejos al facilitar experiencias de aprendizajes visuales e interactivos (Ángel Calderón & Gonzales Ostos (2021)), a través de dichas herramientas los estudiantes pueden acceder a simulaciones, practicas guiadas y representaciones visuales de fenómenos difíciles de visualizar en un aula tradicional.

En este trabajo se propone el uso de un OVA como recurso didáctico para comprender la influencia del pH en medios de cultivo de Actinobacterias, en específico *Streptomyces spp.*, tal como señalan Sierra y Saldarriaga 2015 han demostrado ser herramientas eficaces en la enseñanza de los conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes interactuar con

simulaciones que refuerzan el aprendizaje activo, que permitan la comprensión de fenómenos abstractos y articular áreas del conocimiento como es la microbiología.

En paralelo, el uso actual de microorganismos como lo son las Actinobacterias en la industria agrícola y de biotecnología son de gran interés por la capacidad de estos organismos de producir compuestos bioactivos, como el *Streptomyces spp* reduciendo costos y contaminación (Condori, 2019), siendo una gran oportunidad para articular los problemas de investigación actual, con la pedagogía y la microbiología. En ese sentido el enfoque es muy relevante en química, debido a la conexión teórica y práctica para el desarrollo de competencias profesionales de los futuros licenciados en química. Como parte de la experiencia, el OVA incorporo una salida pedagógica a los laboratorios clínicos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, en el espacio académico a cargo de la Dra. Bibiana Chavarro, con el fin de articular la teoría y la práctica contextualizada.

Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el uso del OVA con un enfoque enseñanza para la comprensión (EpC) puede mejorar la comprensión de conceptos relacionados con las soluciones buffer y su aplicación práctica en el diseño de medios de cultivo para Actinobacterias. Con esta propuesta pedagógica, se espera que los estudiantes de química no solamente adquieran conocimientos teóricos, sino que también fortalezcan sus competencias experimentales las cuales permitan comprender el rol del pH en los procesos microbiológicos que son aplicados a la biotecnología contribuyendo en la formación de futuros profesionales innovadores en estrategias de enseñanza, sino que también una base sólida en la importancia de la cooperación entre las diferentes áreas de las ciencias experimentales con un entendimiento aplicado. Es importante aclarar que este trabajo no pretende modifica ni rediseñar protocolos microbiológicos estandarizados, sino utilizar el contexto como un escenario interdisciplinar para la enseñanza.

2. JUSTIFICACIÓN

En el año 2020 el mundo presenció una pandemia que reestructuró profundamente las dinámicas en el sector educativo. Ante este escenario las herramientas digitales se convierten en un soporte clave para los procesos formativos de los estudiantes. “...La educación en ciencias se ha visto especialmente desafiada por la pandemia, pues el desarrollo de habilidades y procedimientos propios de la ciencia en muchas ocasiones requieren de la observación directa” (Isla & Medina , 2020). Esta situación generó tanto oportunidades como limitaciones para la enseñanza de las ciencias.

El uso de OVA han demostrado ser un recurso didáctico eficaz para mejorar la comprensión de conceptos abstractos, al ofrecer experiencias de aprendizajes visuales e interactivos a partir del conectivismo (Montaño, Guayacán, Alfonso , & Gordillo, 2018). Gracias a estos materiales, los estudiantes pueden acceder a simulaciones, prácticas guiadas y representaciones visuales de fenómenos específicos.

En el presente trabajo el OVA desarrolla un papel integrador, formativo y contextualizado, brindando al estudiante herramientas que permitan la implementación de una metodología activa, contribuye a contextualizaciones interdisciplinarias (química-microbiología) y el acercamiento a escenarios reales de aplicación, sobre el funcionamiento de soluciones buffer en la estabilización de las reacciones en medios de cultivo, permite que los estudiantes experimenten virtual- presencia. Asimismo, las variables como el pH y la capacidad amortiguadora de los medios de cultivos e incluso los diferentes indicadores utilizados para cada tipo de pH, de acuerdo con Selles,(2021) las instituciones de educación superior tienen una responsabilidad de facilitar la adquisición de competencias y la implementación de una metodología interactiva en los OVA contribuyen a una articulación del contexto y de aprendizaje significativo.

La implementación de los OVA bajo el enfoque EpC favorece a los estudiantes comprensión de principios de los sistemas buffer, así como de los procesos biotecnológicos, impulsando el interés por la investigación en contextos reales.

El planteamiento de la investigación surge de la necesidad de comprender conceptos fundamentales en la formación de licenciados en química. Si bien los medios de cultivos para Actinobacterias cuentan con metodologías estandarizadas, en este caso se emplea como recurso didáctico dentro del OVA, abordando la preparación de soluciones buffer, ajuste, regulación del pH y las interacciones ácido/base. Con ello, se busca integrar recursos digitales y pedagogía activa para fomentar una formación autónoma, integral y con orientación a la comprensión.

Asimismo, se pretende potenciar las competencias investigativas de los estudiantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje de temas relacionados con microbiología, las soluciones buffer y la educación ambiental. Cabe destacar que la mayoría de los estudiantes actuales de la Licenciatura en química desarrollaron dinámicas virtuales durante las etapas iniciales de su carrera.

DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La importancia de comprender los conceptos de soluciones buffer en la formación de futuros licenciados en química, surge desde la observación en los diferentes espacios de laboratorio, en donde los estudiantes debido a la abstracción del concepto y que en la mayoría de prácticas de laboratorio las soluciones buffer ya están preparadas, se identifica una deficiencia debido a que los estudiantes no tienen claridad de los procesos de ionización, las relaciones entre el ácido/base y pH, estas características son fundamentales para entender cómo y porque las soluciones buffer funcionan. Las relaciones anteriormente mencionadas pueden ser difíciles de entender cuando se trata de ecuaciones matemáticas como por ejemplo la ecuación de Henderson-Hasselbach, la cual involucra un razonamiento matemático.

Actualmente, el plan de estudios de los estudiantes de la licenciatura en química requiere temas como pH, soluciones amortiguadoras, constantes de acidez, entre otros conceptos en asignaturas como teorías químicas III, orgánica I, orgánica II y métodos de análisis I y II. Por este motivo se precisa una estrategia pedagógica que fortalezca la comprensión de los estudiantes.

Desde otra perspectiva, se fomenta que los estudiantes de química contextualicen los conceptos y los apliquen a situaciones e investigaciones actuales, es por esto que la investigación a nivel disciplinar se enfocó en las Actinobacterias y su capacidad de producir metabolitos secundarios como el *Streptomyces*, partiendo de la importancia que tiene la regulación del pH en cada uno de los cultivos y la importancia en los procesos biotecnológicos, los cuales son implementados en la industria agrícola y médica. A nivel ambiental es una línea de investigación actual de gran importancia debido a sus contribuciones en la disminución de la contaminación por el uso de fertilizantes y otros productos agrícolas.

Se precisa la integración de diferentes disciplinas las cuales pueden desde otros contextos y miradas, aportar en los estudiantes habilidades de observación, interpretación, análisis y comprensión de lo que pasa en un medio a nivel microscópico, planteando como estrategia los objetos virtuales de aprendizaje con un enfoque EpC. El trabajo en mención no

pretende rediseñar protocolos ya establecidos para los cultivos de Actinobacterias, sino que se usara como un contexto interdisciplinar en donde los estudiantes puedan adquirir habilidades prácticas y conceptuales, es preciso aclarar que la población a la cual va dirigida la propuesta es un grupo de estudiantes de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, con el objetivo de afianzar los conocimientos, habilidades tanto disciplinares como pedagógicas, las cuales permiten la formación integral de los futuros docentes, ofreciendo diferentes herramientas para su práctica pedagógica. En consecuencia, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cómo influye la implementación de objetos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de soluciones Buffer con una aplicación en el diseño de medios de cultivo para Actinobacterias con un enfoque en la enseñanza para la comprensión (EpC)?

4. ANTECEDENTES

En el presente apartado se realiza la revisión de material bibliográfico de artículos a nivel local, nacional e internacional presentes en bases de datos como Scopus, Eric, EBSCO, Google Shcoolar, Scielo y en el repositorio Universidad Pedagógica Nacional. Allí, se encontraron documentos los cuales se clasificaron en 2 categorías: Referente pedagógico y referente disciplinar, en la primera categoría se revisó, temas relacionados con el diseño e implementación de objetos virtuales de aprendizaje y el enfoque EpC (enseñanza para la comprensión). En la categoría 2 las investigaciones dirigidas a la producción de *Streptomyces spp* a partir de Actinobacterias en diferentes condiciones de pH, temperatura y variaciones en el comportamiento de los microorganismos dependiendo los componentes presentes en el medio de cultivo.

4.1 Antecedentes pedagógicos:

Calderón, A, & Gonzales, E, (2021) enmarcan que el uso de los OVA permite significativamente la comprensión sobre los coagulantes naturales derivados del pescado, en un contexto de tratamiento de aguas residuales. Lo anterior justificado en los diferentes logros de acuerdo con los objetivos del proyecto, de allí se rescata la implementación de un OVA y su efectividad en la enseñanza de conceptos abstractos. De manera similar Martínez, A & Sierra, E & Velilla, A & Laudin, R (2018) en su artículo “ Objetos virtuales de aprendizaje OVA, herramientas didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y ciencias naturales” evoca que a través de un enfoque cualitativo en donde se analizaron diferentes perspectivas de docentes y estudiantes sobre el uso de OVA en el aula enfocado en su potencial para mejorar el aprendizaje, concluyen que son herramientas dinámicas que motivan la enseñanza. Sin embargo, mientras Calderón y Gonzales enfatizan la reflexión profunda sobre ideas previas de los estudiantes, Martínez, Sierra, Velilla & Laudin ponen la mirada en la capacitación docente como factor clave del éxito, mostrando dos perspectivas complementarias, pero con focos diferentes.

Por otro lado, los autores resaltan la importancia de la enseñanza enfocada en el uso de la teoría y práctica, por tanto, es fundamental la aplicación de herramientas estructuradas como rejillas de análisis crítico en las concepciones previas con la finalidad de analizar en un ambiente reflexivo y profundo las ideas previas de los estudiantes.

Muñoz (2020), coincide con la efectividad del OVA, pero incorpora el aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia para incrementar la comprensión de conceptos en un contexto virtual, potenciando en los estudiantes habilidades científicas, pensamiento crítico e interés motivacional al involucrase activamente en una exploración práctica y teórica desarrollada en su trabajo, observándose una conexión interdisciplinaria encaminada a un contexto. El autor menciona que a diferencia de otros trabajos su enfoque resalta la importancia de la innovación en la creación de un objeto virtual de aprendizaje el cual debe cumplir con ser atractivo y motivador para la audiencia. Este énfasis en innovación tecnológica abre la discusión sobre como poder equilibrar el componente pedagógico con el estético-funcional.

Montaño, L, & Guayazan, M, & Alfonso, M, & Gordillo, C, (2018), los autores proponen la integración conceptual, tecnológica en los diseños de los OVA y su integración con la realidad aumentada, combinando lo conceptual, comunicativo y tecnológico. Enmarcada en el conectivismo para promover la importancia de diseñar recursos intencionados con el fin de enseñar temas específicos, fomentando el aprendizaje activo, autónomo, adaptados a la interacción del estudiante con los contenidos encaminados a el contexto actual. Esta propuesta tecnológica contrasta con los enfoques más tradicionales de Calderón y Gonzales (2021) o Martínez et al (2018), en donde se evidencia un vacío en la literatura sobre como las tecnologías emergentes se aplican de forma efectiva en contextos específicos como la enseñanza de la química.

En cuanto al marco de la Enseñanza para la comprensión (EpC), Salamanca (2017) encamina su investigación al estudio de los modelos pedagógicos implementados por los docentes en la institución educativa..., destacando la importancia del saber planear,

desarrollar y evaluar en las practicas pedagógicas desde el modelo pedagógico utilizado, lo anterior debido a que no coinciden las dinámicas educativas y del currículo, dando una visión global sobre el enfoque de enseñanza para la comprensión (EpC), las metodologías y aplicabilidad en las aulas de clase, en su propuesta “Enseñanza para la comprensión: concepciones y practicas pedagógicas”. Caicedo, (2015) complementa esta visión al proponer “Mini proyectos: una estrategia metodológica basada en la enseñanza para la comprensión EpC en las ciencias naturales experimentales de escolares” resaltando la relevancia del contexto del estudiante, y como la enseñanza para la comprensión permite que las ciencias sean dinámicas, comprensibles o cercanas a los estudiantes. Destacando la importancia de que el aprendizaje este influenciado por su propio contexto, en donde el estudiante se mostrara activo y se fomentara el autoaprendizaje, desde una mirada significativa, permanente, dinámica, abriendo camino a una ciencia aplicada.

4.2 Referentes disciplinares:

En el campo de la microbiología, particularmente en la caracterización de Actinobacterias, diversas investigaciones han demostrado el valor biotecnológico del género *Streptomyces spp* como fuente de metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas y bioestimulantes. La aplicación de soluciones buffer es crucial, ya que estas permiten mantener condiciones estables de pH durante el cultivo, aislamiento y producción de metabolitos secundarios. La estabilidad del pH es determinante para la expresión de enzimas, la biosíntesis de compuestos bioactivos y la viabilidad de las cepas en medios de cultivo, lo cual ha sido considerado en varias investigaciones recientes.

Adeyemo,O & Ja’afaru, M, & Adams, F (2021), en su estudio describen el uso de medios de cultivo como el agar almidón-caseína, los cuales requieren condiciones específicas de pH para favorecer el crecimiento selectivo de *Streptomyces*. Aunque no se menciona explícitamente el uso de soluciones buffer, se sobreentiende su necesidad técnica, ya que los protocolos estándar para este tipo de aislamientos exigen mantener un pH constante,

generalmente entre 7.0 y 7.4, para evitar alteraciones en la producción de metabolitos secundarios.

Condori, S, & Fernández, P, & Valderrama, M, (2019), presentan un artículo en donde lograron aislar once cepas de *Streptomyces* capaces de solubilizar fosfato, fijar nitrógeno y sintetizar ácido indolacético. Las capacidades metabólicas descritas en este estudio están influenciadas directamente por el pH del medio, por lo cual el uso de soluciones buffer es fundamental para mantener la funcionalidad del sistema en cultivos in vitro. Este aspecto es de especial relevancia cuando se diseñan medios libres de nitrógeno o enriquecidos en fosfato, donde el pH puede fluctuar si no se regula apropiadamente.

De forma explícita, Karkouri, A, & Assou, S, & Hassouni, M, (2019) resaltan la influencia de variables fisicoquímicas como el pH y la salinidad del suelo en la actividad microbiana. Los autores experimentaron con diferentes condiciones de pH en medios de cultivo para evaluar su impacto en la producción de sustancias antimicrobianas. En este contexto, el uso de soluciones buffer permitió estandarizar el pH y aislar de forma efectiva actinomicetos productores de metabolitos. Este trabajo demuestra que el control del pH a través de soluciones buffer es fundamental para obtener resultados reproducibles y comparables.

Por otro lado, en el estudio de Parada, R, & Marguet, E & Vallejo, M, (2017), en su investigación titulada “Aislamiento y caracterización parcial de actinomicetos de suelos con actividad antimicrobiana contra bacterias multirresistentes”, también refleja la relevancia del control del pH en el cultivo de Actinobacterias. La cepa *Streptomyces antibioticus*, identificada como la de mayor actividad, fue cultivada en caldos de fermentación que incluían fuentes de carbono como almidón y glucosa. Estos medios requieren el uso de soluciones buffer para mantener la acidez estable durante el crecimiento y producción de metabolitos, especialmente cuando las bacterias producen compuestos que podrían acidificar el entorno.

Mendoza (2017) aplicó técnicas como la liofilización para conservar cepas microbianas y empleó medios líquidos con componentes celulares como fuentes de

nitrógeno. En este proceso, la estabilidad del pH es crucial para conservar la viabilidad de los microorganismos, especialmente durante largos periodos de almacenamiento. Además, se utilizó arroz como sustrato para el crecimiento, lo cual también requiere taponamiento para evitar variaciones de pH derivadas de la degradación del almidón.

En el contexto nacional Otero, J, (2011) allí describe procesos de aislamiento en suelos cultivados con plátano, destacando actividades como la fijación de nitrógeno y la solubilización de fosfatos. Estas actividades están íntimamente relacionadas con el equilibrio iónico del medio y el pH, por lo cual es esencial el uso de soluciones buffer que aseguren un entorno adecuado para la expresión de los mecanismos metabólicos de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Para finalizar, en el trabajo de Duque, J, & López, R, (s.f.) se utilizaron medios como el agar avena y el medio Ashby. El pH fue ajustado a 7.0 para favorecer la productividad y evitar la contaminación. Aunque no se menciona explícitamente la composición de los sistemas buffer, este ajuste indica su uso implícito para garantizar un entorno de cultivo controlado. La regulación del pH es un procedimiento clave para la caracterización macroscópica y bioquímica de las cepas aisladas.

5. OBJETIVOS

5.1 General:

Evaluar la implementación de un objeto virtual de aprendizaje en la enseñanza de soluciones Buffer con una aplicación en el diseño de medios de cultivo para Actinobacterias con un enfoque en la enseñanza para la comprensión EpC con estudiantes Sistemas Orgánicos II del Programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

5.2 Específicos:

1. Caracterizar las ideas previas de los estudiantes con relación a los conceptos de soluciones buffer
2. Diseñar un objeto virtual de aprendizaje interactivo, utilizando como modelo pedagógico la enseñanza para la comprensión.
3. Evaluar la estrategia didáctica del objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de soluciones buffer.

6. REFERENTES CONCEPTUALES

6.1 Referente Pedagógico

6.1.1 Objetos virtuales de aprendizaje

Según el ministerio de educación los OVA son recursos digitales los cuales pueden ser reutilizados en diversos contextos educativos. Estos pueden ser cursos, fotografías, películas, videos y documentos los cuales tengan claros objetivos educacionales. (MEN, 2017), por otro lado, el comité de estándares de tecnologías de aprendizaje LTSC del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos define a los objetos de aprendizaje como cualquier entidad, digital o no digital, los cuales pueden ser reutilizables o referenciados durante el aprendizaje apoyado en la tecnología. (Delgado, 2019)

En ciencias los OVA permiten explicar conceptos abstractos, fenómenos, procesos de manera interdisciplinar permitiendo tanto a estudiantes como docentes, observar e interactuar con diferentes temas académicos desde su aplicabilidad en los diferentes procesos de investigaciones a nivel de laboratorio.

En la actualidad los estudiantes se presentan en las aulas de clases como sujetos activos, lo cual le da la posibilidad al docente para orientar su aprendizaje esto en pro a la afinidad que tienen los jóvenes por las herramientas tecnológicas, pero también se presenta fundamental que ellos manejen su propio ritmo de aprendizaje. (Almenara, 2012) Las características que debe tener un OVA son:

Recursos de bajo costo y fácil acceso

Al ser reutilizable se puede actualizar constantemente dependiendo las necesidades que presente cada población en donde se vaya a aplicar.

La creatividad, promueve que en su diseño se tenga en cuenta diversos factores a nivel conceptual, interactivo y visual para captar la atención de la población a la cual se dirige.

Contribuye a los procesos de aprendizaje autónomo, ya que la persona que realice e interactúe con los OVA pueden ir al ritmo que favorezca sus procesos de aprendizaje.

Ilustración 1. Ventajas del OVA



Tomada de (Montaño, Andrade, Cristancho, & Gómez, 2018)

Por último, Del Moral y Cernea (2010, p. 3) hacen alusión a que los OVA deben ser flexibles en su estructura, para que estos puedan ser reutilizados he allí la importancia de que cada módulo sea independiente, pero que sigan una secuencia coherente. Estos pueden tener la siguiente composición: introducción, módulos teóricos que permiten tener una idea previa a lo que se trabajara, objetivos, actividades a desarrollar y por último la evaluación. Lo anterior puede contar con recursos auditivos, visuales, simulaciones, estudios de caso, situaciones problemas, cuestionarios los cuales se enfocan en el mejoramiento de la comprensión y el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Para Montaño, Andrade, Cristancho, & Gómez (2018) el uso de los OVA en la enseñanza de las ciencias se centra en la teoría del conectivismo, debido a la habilidad que brindan dichas herramientas de realizar conexiones y búsqueda de información acertada, por otro lado (escamas de pescado) considera que la aplicación del ova en áreas del conocimiento abstracto como la química, juegan un papel importante en pro de la comprensión de conceptos como pH, turbidez, color, características fisicoquímicas, metodologías de lavado las cuales favorecen el aprendizaje en los estudiantes.

En virtud de lo anterior es importante resaltar la importancia de los OVA en áreas del conocimiento científico, ya que permite la experimentación de forma visual y práctica, no solo a nivel macroscópico, sino que también en la comprensión de procesos metodológicos, microscópicos y atómicos.

6.1.2 Enseñanza para la comprensión (EpC)

La enseñanza para la comprensión para (Stone Wiske, 1999) se concibe como un sistema el cual está basado en desarrollar habilidades metacognitivas y cognitivas, permitiendo que los conocimientos adquiridos desempeñen habilidades para la resolución de problemas, enfocándose en la creación y la interactividad.

Por otro lado, en el manual básico de la Enseñanza para la comprensión (EpC) de (Perkins, 1999), lo define como un "...la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe" (p710), lo cual sugiere que el comprender implica no solo memorización y repetición de conceptos, sino que respecto a los diferentes contextos se debe adaptar e innovar en la creación de nuevos conceptos. El enfoque propuesto por Perkins destaca que la comprensión implica la capacidad del individuo de usar el conocimiento y modificarlo de forma práctica, ajustando su pensamiento según convengan las situaciones.

En el contexto de la EpC se habla de "tópicos generativos" definidos por (Stone,1999) como los temas, ideas o conceptos que son significativos y con potencial de conectivismo entre las experiencias conceptuales y su aplicabilidad en la realidad. Estos tópicos generativos deben tener unos principios que según Stone son:

Relevancia e interés: Hace referencia a que cada uno de los tópicos deben ser significativos y estar relacionados con la realidad generando curiosidad, de esta manera se facilita que los estudiantes vean la importancia del conocimiento y aumente la motivación por aprender.

Conexión con conceptos claves: Cada uno de los tópicos deben estar enfocados con ideas centrales y conceptos claves alineadas a una disciplina en específico.

Potencial para el desarrollo de la comprensión: Para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y la comprensión, los tópicos deben permitir el desarrollo de actividades y experimentación que las fomenten.

Posibilidades de exploración multidisciplinaria: para Stone los tópicos generativos suelen ser transversales, lo que quiere decir que permite la exploración y visión desde varias disciplinas. Lo cual promueve una mirada integrada del aprendizaje.

La aplicación del EpC en la enseñanza de las ciencias según Perkins permite al estudiante desarrollar habilidades críticas, permitiéndoles analizar, aplicar y evaluar los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas o cotidianas, esto promueve un aprendizaje significativo. (Perkins, 1994, p25)

6.2 Referente disciplinar

6.2.1 Fundamento de los sistemas buffer:

Consiste en un ácido débil y su base conjugada o la base débil y su ácido conjugado. La ecuación de Henderson y Hasselbach describe como estos dos componentes pueden amortiguar cambios de pH cuando se añade un ácido o una base. Es ampliamente preparada en sistemas de laboratorio. (Berg, 2015)

Mecanismo de acción: Cuando se añade un ácido fuerte, los iones hidronio H_3O^+ son capturados por la base conjugada del buffer, y los iones hidroxilo (OH^-) son neutralizados por la base débil, evitando la elevación del pH. (Skoog, 2018)

La capacidad buffer es otro concepto fundamental, este describe la cantidad de base o ácido fuerte que una solución puede neutralizar antes que se pueda producir una variación significativa en el pH. Dicha capacidad es directamente dependiente de las concentraciones relativas del ácido y la base conjugada presentes en la solución. (Libretexts, 2013)

6.2.2 Ecuación de Henderson-Hasselbach

Expresión matemática creada con el fin de calcular el pH de un amortiguador o solución buffer. Lo anterior fundamentado en la constante del ácido (pKa) y su relación entre concentraciones con su base conjugada presentes en la solución. (Bolívar, 2020)

$$pH = pKa + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

Esta ecuación fue desarrollada por el bioquímico estadounidense Lawrence Joseph Henderson en 1908, quien relaciono el equilibrio acido-base con el pH de una solución. Posteriormente el bioquímico danés Karl Albert Hasselbach reformulo en 1916 la expresión utilizando los logaritmos decimales, dando origen a la forma moderna de la ecuación. Su importancia radica en que dicha ecuación permite comprender como funcionan los tampones o sistemas buffer en sistemas biológicos y de laboratorio, sentando las bases tanto teóricas como prácticas para el control del pH en medios acuosos. (Bolívar, 2020)

6.2.3 Medios de cultivo:

Son mezclas nutritivas utilizadas para el crecimiento y desarrollo de microorganismos bajo condiciones controladas. Pueden ser sólidos, líquidos y semisólidos, los cuales deben contener todos los elementos necesarios para que se cumpla el metabolismo microbiano (fuente de C, N, minerales, vitaminas) junto a sistemas buffer los cuales permitan obtener un pH óptimo para el desarrollo de los microorganismos, lo anterior bajo condiciones determinada de incubación (tiempo, temperatura y la cantidad de oxígeno (Espinosa, y otros, 2023).

Los medios de cultivo pueden clasificarse según su consistencia, su composición, la finalidad de uso y sus propiedades:

La siguiente información es tomada de (Chavarro, 2025)

Según su consistencia:

- Líquidos: Se denominan usualmente caldos porque contienen nutrientes disueltos en agua, estos permiten obtener suspensiones con un elevado número de microorganismos.
- Sólidos: Se preparan a partir de medios líquidos a los cuales se añaden agentes solidificantes como agar, gelatina o silica gel. Estos medios se utilizan con frecuencia en el aislamiento y el mantenimiento de los microorganismos a nivel de laboratorio .

Según su composición:

- Medios sintéticos o simples: poseen una composición conocida con exactitud, solo contienen sustancias orgánicas e inorgánicas conocidas como agar glucosa, indicador de pH, entre otras.
- Medios complejos o medios enriquecidos: Posee una composición que solo se conoce una parte debido a que alguno de los ingredientes de su composición es variable como medios con sangre, suero equino, extracto de carne.

Cultivo según su finalidad:

- Medios para aislamiento primario: Son medios sólidos los cuales se utilizan para obtener bacterias aisladas a partir de una muestra clínica.
- Medios de enriquecimiento: Son medios líquidos en donde se siembra inicialmente la muestra para aumentar el número de bacterias antes de ser subcultivo a un medio sólido.
- Medios de identificación: Estos permiten estudiar cualquier característica metabólica de la bacteria como la producción de enzimas.

Medios de cultivo según sus propiedades:

- Medios generales: Este tipo de medio permite el crecimiento de la mayoría de las bacterias presentes en las muestras.
- Medios Selectivos: Permite el crecimiento de solo determinado tipo de bacteria presente en la muestra, allí se busca impedir el desarrollo de otro tipo de microorganismo con el uso de antibióticos, colorantes, sales que inhiben el desarrollo de ciertas bacterias.
- Medios diferenciales: Este tipo de cultivos poseen sustancias las cuales permiten diferenciar entre grupos bacterianos según determinadas características biológicas, (hemólisis, fermentación de azúcares, precipitación de sales) permitiendo realizar una identificación presuntiva inicial de las bacterias presentes en las muestras.

6.2.4 Requerimientos de crecimiento:

Tabla 1. Requerimientos para crecimiento de microorganismos

Microorganismo	pH	Actividad del agua
Neutrófilos	Entre 5.5 a 8.0	1% al 6%
Acidófilas	Entre 0.0 a 5.5	6% al 15 %
Alcalofilas	Entre 8.0 a 11.5	15% a 30 %

Nota. Independiente del pH del ambiente, el interior de la célula debe estar en un valor cercano a 7. Fuente (Chavarro, 2025)

Por otro lado, el conocimiento del pH óptimo dependiendo del microorganismo permite conocer los equilibrios y cambios posibles dentro de los ecosistemas bacterianos, debido a que existen bacterias que aseguran un ambiente ácido para impedir el crecimiento de otras bacterias.

En el campo de la Microbiología, los sistemas buffer son de gran relevancia en los medios de cultivo, ya que permiten mantener un pH óptimo para el crecimiento de diferentes

microorganismos. Por ejemplo, el medio ISP2 es comúnmente utilizado para el cultivo de Actinobacterias de género *Streptomyces*, el cual incluye componentes como fosfato de sodio que actúa como un sistema buffer o amortiguador. (Vazquez, s.f.). De igual manera soluciones de PBS (buffer fosfato salino) son utilizadas ampliamente en prácticas microbiológicas por su compatibilidad isotónica y la capacidad que ofrece para mantener un pH en torno a 7.4 (Estupiñan, 2024)

Por otro lado, en un contexto biológico, el cuerpo humano utiliza tampones como el sistema bicarbonato-acido carbónico, el sistema fosfato y proteínas como la hemoglobina las cuales mantienen el pH sanguíneo dentro de los límites permitidos. (Tunez, Galvan, & Fernandez, s.f.)

6.2.5 Actinobacterias

Son un grupo de bacterias saprofitas Gram-positivas (se alimentan de sustancias vegetales en descomposición, bacterias, protozoos y hongos), desarrollan un crecimiento filamentoso, y son capaces de producir enzimas extracelulares, así como metabolitos secundarios que benefician la industria agrícola y comercial, por la capacidad que tienen dichos microorganismos de producir metabolitos con características para la producción de antibióticos y enzimas de uso industrial con enfoque biotecnológico. Las Actinobacterias tienen la capacidad de resistir en ambientes hostiles, lo que les permite que al momento de realizar los procesos de inoculación sea más fácil aplicar bioprocesos, en donde la celulosa pasa de producir productos complejos a producir unos más simples, sin la adición de enzimas que aceleren el proceso. (Duque & López).

Actinobacterias en la producción de metabolitos secundarios del género *Streptomyces*

Son microorganismos que agrupan más de 500 especies de bacterias Grampositivas y filamentosas, se encuentran presentes en hábitats del suelo y en sedimentos acuáticos, contienen gran variedad de metabolitos secundarios que poseen antibacterianos, antifúngicos y antivirales y también cumplen funciones en la mineralización en los procesos del suelo, cumpliendo funciones de descomposición de desechos vegetales. (Duque & López(s.f)).

Ilustración 2. Cultivo de Actinobacterias



Tomada de (DiCYT, 2014)

6.2.6 Actinomicetos:

Bacterias filamentosas Grampositivas, comúnmente se encuentran en los suelos con un nivel alto de pH y en condiciones de poca humedad, son considerados como un organismo intermedio entre las bacterias y los hongos (Mayz, 2004). Son capaces de producir lacasa y descomponer la lignina, debido a las altas temperaturas, este género de microorganismos degrada más rápido la celulosa.

6.2.7 Biosíntesis de metabolitos secundarios en Streptomyces

Este proceso es controlado por diferentes vías metabólicas que dependen de unas rutas enzimáticas específicas y de la regulación genética. (Bentley SD, 2002). Los genes presentes codifican enzimas que catalizan y sintetizan compuestos a partir de precursores simples. La regulación de estas vías está controlada por factores ambientales, mecanismos de regulación genéticas, señales moleculares y promotores específicos. (Flärdh K, 2009).

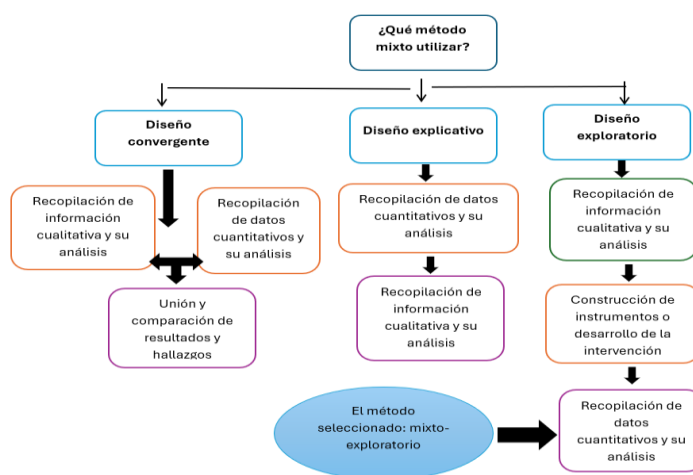
7. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo; ya que permite articular estos dos tipos de investigación en el análisis de procesos de enseñanza aprendizaje del concepto (sistemas buffer), Hernández & Baptista (2014) plantean que el enfoque mixto aprovecha las fortalezas de los dos paradigmas, en

donde el abordaje de dichos fenómenos educativos ofrecen una visión con mayor profundidad y complementaria de los procesos de comprensión, apropiación conceptual y desempeño de los estudiantes.

Según Vásquez, P (2024) los enfoques mixtos cuentan con una selección a base del problema, identificando una serie de necesidades y razones para el uso adecuado de este enfoque, en donde hace énfasis en los tipos de diseños con métodos mixtos, argumentando que el investigador debe alinearse al diseño que responda a la problemática o pregunta problema planteada de forma efectiva. Es por lo anterior que se presenta un esquema en donde se contemplan los tres tipos de diseños validos en la investigación mixta.

Ilustración 3. Tipos de métodos mixtos



Nota. Imagen adaptada de (Vasquez, 2024)

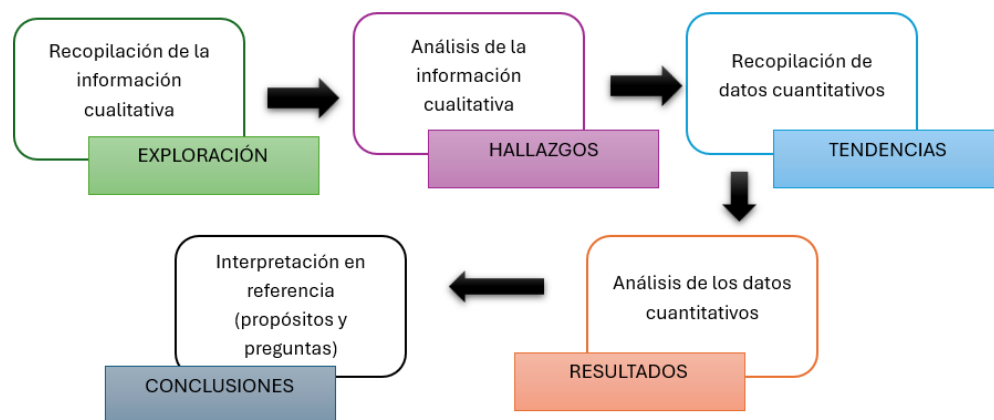
En virtud de lo anterior este trabajo busca integrar datos cualitativos y cuantitativos con el fin de comprender, diseñar y evaluar de manera más clara la implementación del OVA para la enseñanza de sistemas buffer. Por un lado, la parte cualitativa permite explorar las ideas previas, percepciones y dificultades conceptuales de los estudiantes, así como la experiencia con el OVA desde la Enseñanza para la comprensión (EpC).

La parte cuantitativa aporta la evidencia objetiva mediante la evaluación diagnóstica, las pruebas de desempeño y el análisis de resultados en donde se muestra el impacto del OVA

en la comprensión conceptual. Lo anterior permite la triangulación de la información para obtener un análisis más amplio del fenómeno educativo en estudio.

En este sentido el diseño que aplica es el diseño exploratorio-descriptivo, en donde la parte cualitativa presenta las percepciones, dificultades y procesos reflexivos de los estudiantes, mientras que la parte cuantitativa permite la identificación de tendencias generales mediante instrumentos como rubricas, cuestionarios y evaluaciones. En este sentido se estructura siguiendo los componentes de la EpC: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación continua.

Ilustración 4. Diseño exploratorio



Nota. Tomada y adaptada de (Vasquez, 2024)

En el método mencionado en la ilustración 3, implica iniciar con una fase cualitativa para explorar el fenómeno y luego complementarla con una fase cuantitativa para validar y comprobar hallazgos o tendencias iniciales. En la investigación, dicho diseño se aplica así:

Fase 1: Exploración (Cualitativa-cuantitativa)

Parámetro EpC: Tópicos generativos, en donde se parte de un diagnóstico inicial que identifica concepciones erróneas, vacíos de comprensión y necesidades de aprendizaje sobre sistemas buffer en contextos microbiológicos, esta fase responde al objetivo específico 1.

Acciones: Aplicación de preguntas abiertas y cerradas, registro de percepciones iniciales.

Objetivo específico relacionado: Diagnosticar el nivel de comprensión inicial y contextualizar el aprendizaje.

Fase 2: Hallazgos y tendencias (Cualitativo)

Parámetro EpC: Metas de comprensión, se diseña e implementa el OVA con base a los resultados de la prueba anterior y bajo los principios EpC, integrando contenidos, actividades y recursos que permitan alcanzar metas claras. Esta fase responde al objetivo específico 2.

Acciones: Elaboración de módulos interactivos y actividades prácticas alineadas a los desempeños de comprensión (análisis, resolución de problemas y simulaciones de laboratorio)

Objetivo específico relacionado: Implementar un OVA bajo los principios de EpC para favorecer la comprensión conceptual-aplicada.

Fase 3: Resultados (Cualitativo-Cuantitativo)

Parámetro EpC: Desempeños de comprensión, se aplican instrumentos los cuales permiten evidenciar la transferencia y aplicación de lo aprendido a nuevos contextos.

Acciones: Se aplican instrumentos de evaluación. Como rúbricas, pruebas, encuestas de percepción, talleres de salida de campo para evaluar la efectividad del OVA (objetivo 3). Se realiza un análisis cualitativo de las respuestas abiertas de los estudiantes y valorando el razonamiento conceptual.

Fase 4: Conclusiones y recomendaciones

Parámetro EpC: Evaluación continua, los resultados se interpretan a la luz de los objetivos de comprensión y se formulan recomendaciones pedagógicas.

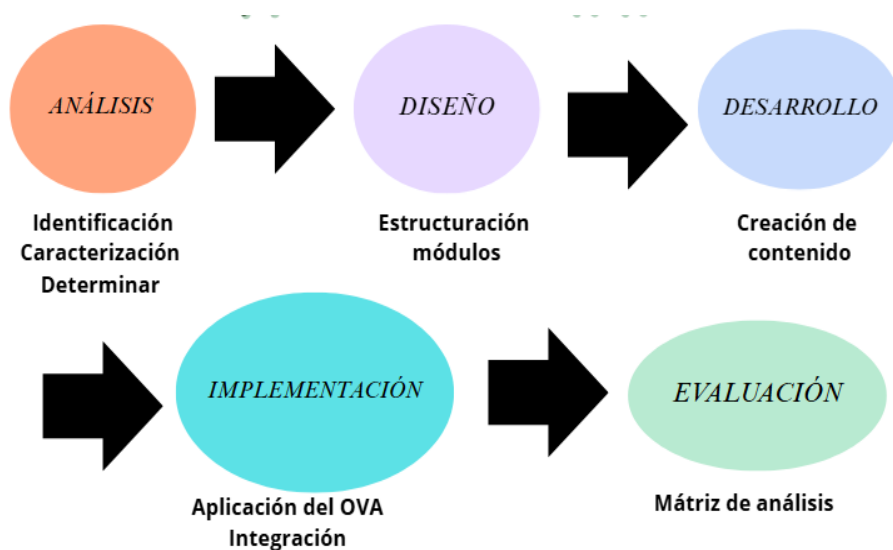
Acciones: Se triangulan los resultados de las fases, se interpretan los resultados en función al objetivo general y se formulan recomendaciones pedagógicas, metodológicas y de mejora del recurso educativo.

Objetivo específico relacionado: Proponer acciones de mejora y consolidar aprendizajes contextualizados.

El esquema que se menciona asegura el enfoque mixto y el método exploratorio permite abordar el problema de investigación desde una mirada integral, la cual inicia con la exploración cualitativa de las ideas previas y continua con una evaluación sistemática-cuantificable del impacto del OVA.

Se garantiza la coherencia entre el diagnóstico, la intervención y la evaluación. La metodología propuesta responde a los objetivos específicos planteados y favorece el fortalecimiento de conocimientos contextualizados sobre el uso de herramientas digitales en la enseñanza de conceptos químicos en entornos educativos diferentes y reales.

Ilustración metodología OVA:



Fuente: Torres, Y (2025)

7.1 Criterios de rigor

La calidad de la investigación en el campo de la educación y la ciencia es un aspecto fundamental para garantizar la fiabilidad y la validez de los resultados obtenidos se consideran los presentes criterios de rigor propios de ambos enfoques.

Tabla 2. Criterios de rigor cualitativos

CRITERIOS	FIABILIDAD DEL PROYECTO
Credibilidad	Corresponde a la veracidad de los hallazgos desde la perspectiva de los estudiantes, se aplicó por medio de una prueba diagnóstica inicial para conocer concepciones y diseñar el OVA según ese contexto específico.
Aplicabilidad	Corresponde a la posibilidad de aplicar dichos resultados a otros contextos similares, se observa en las actividades del OVA y la salida de campo, ya que puede replicarse en otros espacios tanto en grupos de cualquier nivel de la licenciatura en química de la UPN, como a nivel interdisciplinar.
Confiabilidad	Hace referencia a la estabilidad de los datos en el tiempo, allí se documentaron todos los procesos: diseño del OVA, uso de padlets, salida de campo, juegos evaluativos y encuestas.
Conformabilidad	Corresponde a la neutralidad de los hallazgos en donde no se observa que la investigación ha sido sesgada por el investigador, se usaron múltiples fuentes de evidencia tanto

	fotográfica como escrita (padlets, guías, observaciones) para lograr la triangulación de los datos.
--	---

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Criterios de rigor cuantitativos

CRITERIOS	FIABILIDAD DEL PROYECTO
Validez interna	Mide si realmente se evalúa lo que se pretende medir, en la prueba diagnóstica inicial permitió identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, dando una línea base. Posteriormente se aplicó un instrumento evaluativo luego del proceso de enseñanza, para asegurar la coherencia entre los objetivos, contenidos abordados y los instrumentos de medición.
Validez externa	Grado en que los resultados se pueden generalizar, aunque el estudio o investigación se encuentra enfocada en un contexto específico, las estrategias utilizadas como el uso de un objeto virtual de aprendizaje centrado en la enseñanza para la comprensión pueden ser replicadas en otros programas de formación docente en ciencias, ya que se documentó cada una de las etapas y condiciones del entorno facilitando que otros investigadores puedan adaptarlo y utilizarlo.
Confiabilidad	Consistencia de los resultados, se utilizaron instrumentos estructurados como los cuestionarios cerrados y las rubricas de evaluación, los cuales fueron aplicados de forma consistente a todos los participantes bajo las mismas condiciones.
Objetividad	El análisis se basa en datos empíricos y no en interpretaciones personales, se garantizó a través de instrumentos previamente diseñados como la prueba diagnóstica inicial, los

	registros de las actividades y la encuesta de percepción final. De esta manera se evitó que las valoraciones personales del investigador influyeran en la interpretación de los resultados.
--	---

Fuente. Torres, Y (2025)

7.2 Población y contexto:

La población objeto de estudio estuvo conformada por 17 estudiantes del espacio académico de Sistemas Orgánicos II del semestre 2025-1, de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, Licenciatura en Química. Durante la implementación del objeto virtual de aprendizaje, trabajaron de manera asincrónica en donde el grupo constituye la muestra sobre la cual se centra el estudio, el cual se enfoca en la enseñanza del concepto buffer en un contexto de medios de cultivo. Lo anterior sustentado en que los sistemas buffer manejan moléculas orgánicas complejas con grupos funcionales capaces de aceptar o donar protones, como aminas, ácidos sulfónicos, hidroxilos o carboxilos, componentes fundamentales del plan de estudios de dicho espacio académico, destacando la relevancia en el uso de reacciones químicas orgánicas.

7.3 Fases de investigación:

7.3.1 Fase 1: Indagación o exploración

Durante esta fase se caracterizaron reconocer las ideas previas, percepciones y dificultades conceptuales de los estudiantes respecto a los sistemas buffer, su aplicación en química y su vínculo con los procesos biotecnológicos. Para tal fin, se diseñó y aplicó un instrumento (prueba diagnóstica), la cual permitió identificar el nivel de comprensión conceptual, argumentativa, procedimental de los estudiantes, dicho instrumento incluye preguntas cerradas y abiertas, relacionando situaciones de laboratorio con la función de los sistemas buffer en medios de cultivo, con el fin de vincular la química con la microbiología de forma significativa.

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, se construye una matriz de análisis (Anexo 11), la cual permite categorizar las respuestas a partir de unas unidades de análisis específicas: comprensión del término pH, conocimiento de pares ácido-base conjugado, identificación de componentes de una solución buffer, aplicación en medios de cultivo y su relevancia biotecnológica. La matriz permite determinar los niveles de desempeño conceptual (bajo, medio, alto).

7.3.2 Fase 2: Hallazgos-tendencias

7.3.2.1 Diseño:

Se desarrollo OVA, bajo los principios de enseñanza para la comprensión (EpC) en donde se incluyen módulos temáticos, actividades interactivas y recursos contextualizados en el concepto buffer y su rol en los medios de cultivo de Actinobacterias. Se diseñan los instrumentos de recolección de datos cualitativos y cuantitativos.

Para la estructuración del OVA se adoptó como tópico generativo “Los sistemas buffer o los arquitectos que sostienen la vida y la ciencia, abordados desde su impacto en la regulación de pH en sistemas biológicos y en medios de cultivo, ya que proporciona condiciones óptimas para el crecimiento y metabolismo de microorganismos” abordadas desde el contexto interdisciplinar para su comprensión y su importancia en el equilibrio de la vida.

En la Ilustración se encuentra estipulada la estructura desarrollada en el diseño del OVA, allí se describe cada módulo, con sus metas de comprensión.

Ilustración 5. Etapas del OVA con metas de comprensión

TÓPICO GENERATIVO

Los sistemas buffer o los arquitectos que sostienen la vida y la ciencia, abordados desde su impacto en la regulación de pH en sistemas biológicos y en medios de cultivo, ya que proporciona condiciones óptimas para el crecimiento y metabolismo de microorganismos.

1. Comprender el origen e importancia de los sistemas buffer en la ciencia y en la vida.
2. Explicar la importancia de las soluciones buffer en la regulación del pH
3. Interpretar cada uno de los términos de la ecuación

MÓDULO 1 LA HISTORIA DETRÁS DE LOS BUFFER

MÓDULO 2 MICROBIOLOGÍA Y BUFFER

1. Comprender que los microorganismos requieren un pH óptimo para su crecimiento y producción de metabolitos.
2. Analizar el efecto del pH en el crecimiento de *Streptomyces*
3. Relacionar el uso del buffer en los procesos de biotecnología y microbiología.

1. Comprende los requisitos con los que debe cumplir la preparación de una solución buffer.
2. Explicar el mecanismo químico de la acción del buffer
3. Aplicación de sustancias químicas en soluciones buffer o amortiguadoras

MÓDULO 3 QUÍMICA Y BUFFER

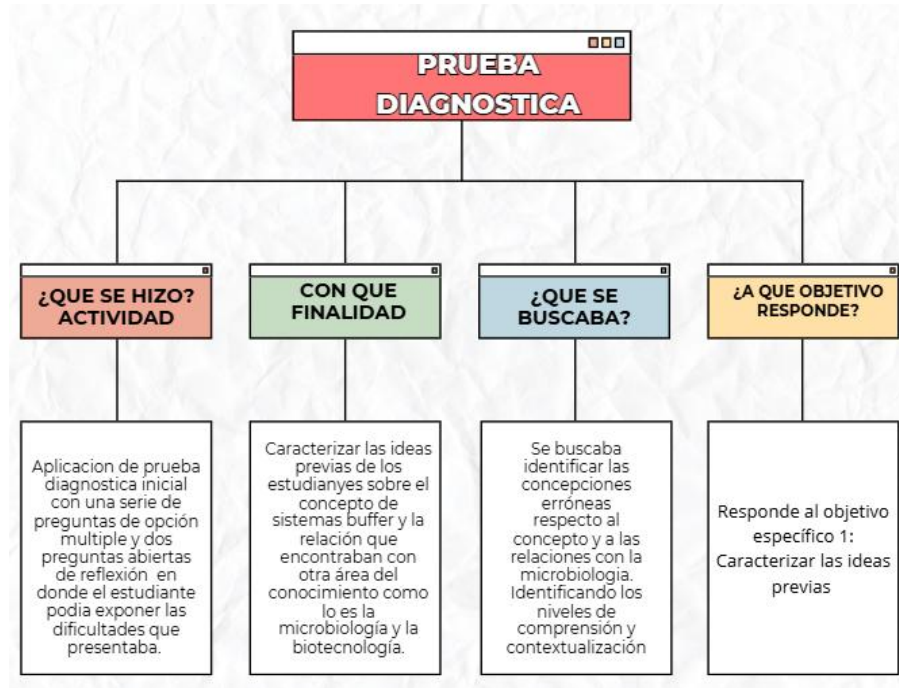
MÓDULO 4 LOS SISTEMAS BUFFER EN TU VIDA

1. Comprender qué es un sistema buffer y cómo regula el pH.
2. Identificar ejemplos de sistemas buffer en el cuerpo humano y la naturaleza
3. Reflexionar sobre cómo aprendí el tema y qué nuevas ideas construí.

Fuente: Torres, Y (2025)

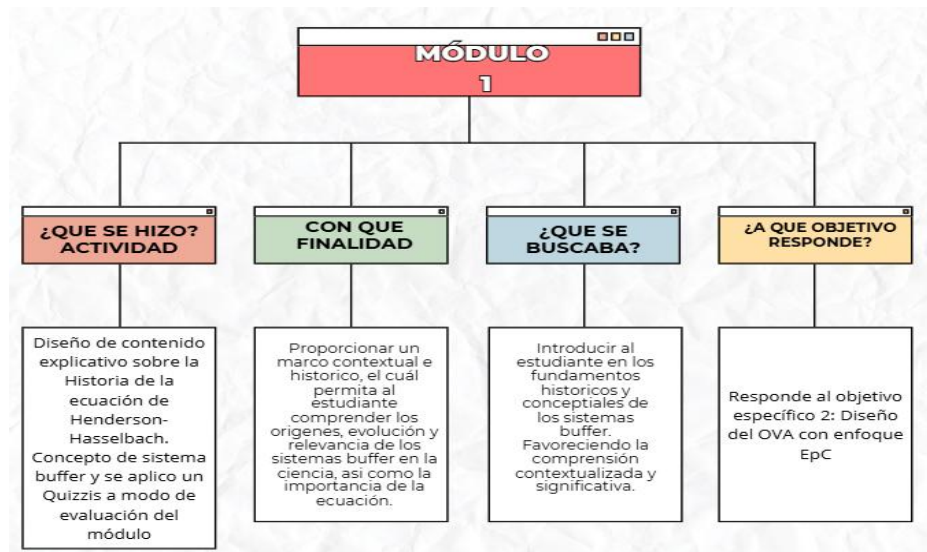
En la ilustración 5, 6, 7, 8, 9 se desarrolla cada uno de los módulos diseñados, donde explica que se hizo, como se da cumplimiento a los objetivos, las actividades que se desarrollan y su finalidad.

Ilustración 6. Desarrollo prueba diagnóstica



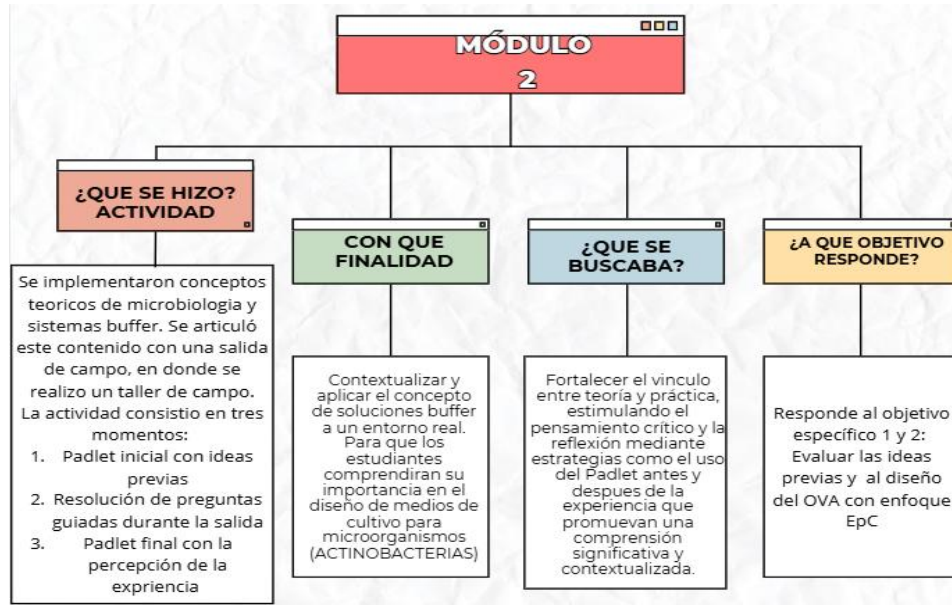
Fuente: Torres, Y (2025)

Ilustración 7. Diseño módulo 1



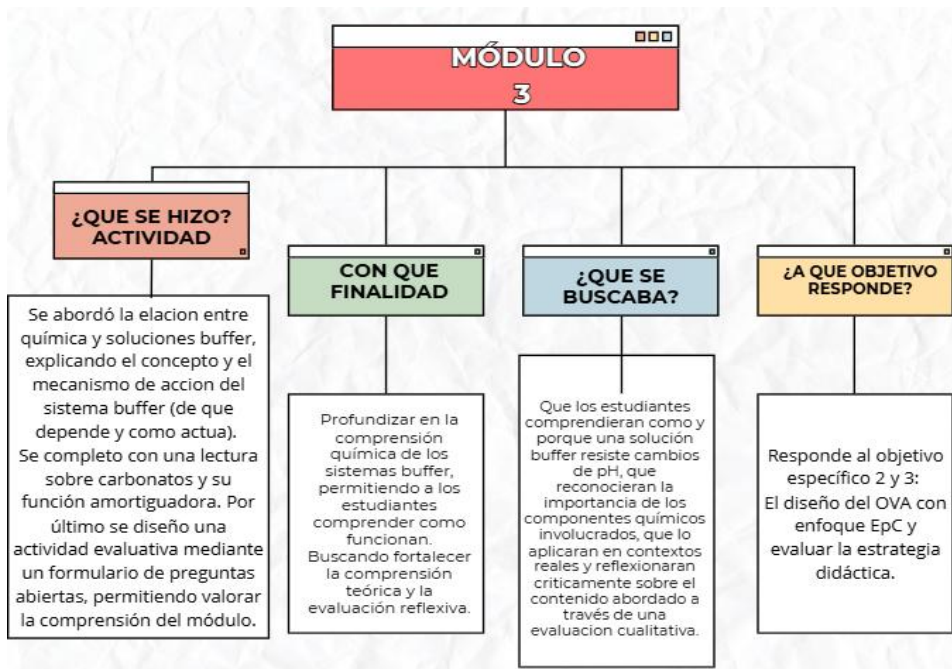
Fuente: Torres, Y (2025)

Ilustración 8. Diseño módulo 2



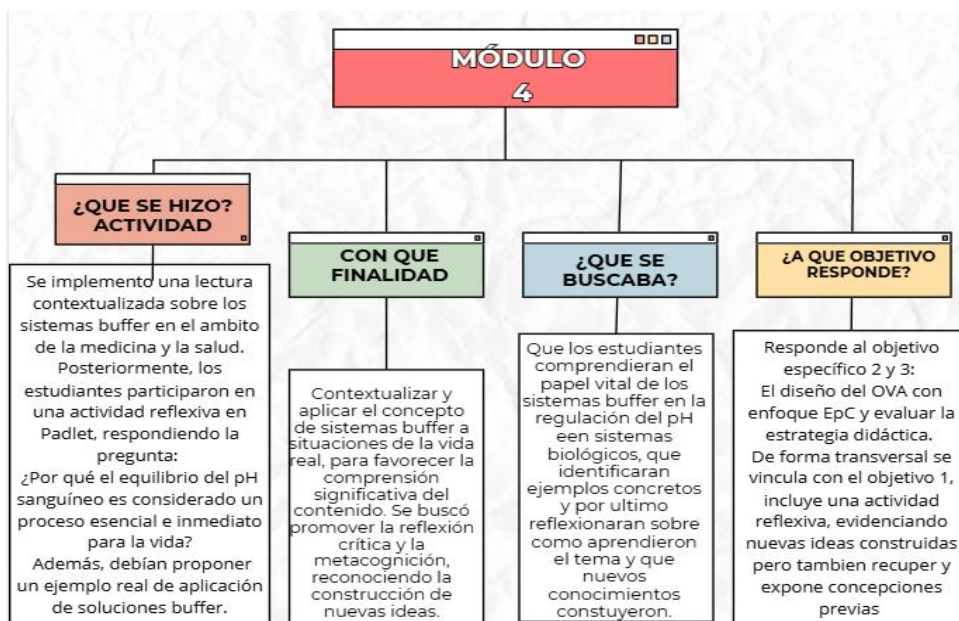
Fuente: Torres, Y (2025)

Ilustración 9. Diseño módulo 3



Fuente: Torres, Y (2025)

Ilustración 10. Diseño módulo 4



Fuente: Torres, Y (2025)

Por último, se propone una encuesta de percepción la cual busca saber cómo los estudiantes percibieron la propuesta del OVA y como contribuyo en su formación como futuros Licenciados en Química. Lo anterior responde al objetivo específico 3 Evaluar la estrategia didáctica para la enseñanza de soluciones o sistemas buffer.

7.3.2.2 Fase de implementación:

Se aplico el OVA con los estudiantes en un entorno virtual y con una sesión presencial en laboratorio, favoreciendo el trabajo autónomo, en donde se inició con la prueba diagnóstica, luego se desarrolló el uso y la interacción con los contenidos, el desarrollo de evidencias de comprensión mediante actividades evaluativas, se realiza una salida pedagógica con el grupo de Sistemas Orgánicos II cuando se está realizando el módulo de microbiología al laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y finalmente la aplicación de una prueba final (encuesta de percepción), en donde se evaluó el objeto virtual de aprendizaje por medio de una rubrica establecida. Cabe aclarar que en el diseño metodológico de la presente investigación se optó por aplicar una prueba diagnóstica

al inicio del proceso, con el fin de identificar el nivel de comprensión previa de los participantes respecto a contenidos químicos y microbiológicos abordados en el OVA.

No obstante, en lugar de aplicar una prueba final con mayor grado de complejidad para medir el aprendizaje desde una perspectiva exclusivamente cognitiva, se tomó la decisión de optar por una encuesta de percepción como instrumento evaluativo. Dicha decisión responde al carácter mixto de la metodología de investigación aplicada, la cual busca no solo verificar aprendizajes conceptuales, sino que también explorar como los estudiantes comprendieron, resignificaron e interiorizaron los conceptos abordados. Cabe resaltar que la comprensión profunda desde el enfoque EpC no solo se evidencia a través del rendimiento académico, sino mediante la capacidad de transferir, aplicar los conocimientos a nuevos contextos y a la reflexión crítica sobre el proceso formativo.

7.3.3 Fase de resultados:

En esta fase, se evalúa el impacto de la propuesta didáctica analizando la información recopilada durante el proceso de implementación. Se analizaron los resultados cualitativos (padlet, taller de campo, reflexiones individuales o grupales) a través de la codificación temática de las respuestas y reflexiones de los estudiantes, por otro lado, los resultados cuantitativos (prueba diagnóstica inicial, evaluaciones estructuradas, encuesta de percepción) se analizaron mediante un análisis descriptivo y de puntuaciones obtenidas en las rubricas. La triangulación realizada permitió identificar patrones de aprendizaje, avances en la comprensión y aspectos de fortalecimiento en la estrategia didáctica.

Los resultados de esta fase orientaran los ajustes en las futuras versiones del OVA, así como la consolidación de la investigación en estrategias de enseñanza basadas en comprensión, interdisciplinariedad y tecnologías educativas.

7.3.4 Fase conclusiones y recomendaciones:

Se formulan conclusiones basadas en los resultados y análisis obtenidos, en donde se propone mejoras y adaptaciones para futuras aplicaciones pedagógicas.

8. RESULTADOS

Se presentan los resultados recopilados en cada una de las fases que se mencionaron previamente:

8.1 Fase diagnóstica:

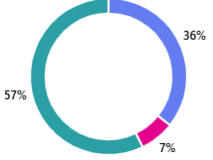
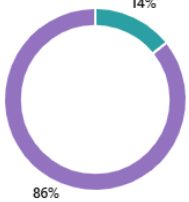
Para dar evidencia del cumplimiento del objetivo 1 se realiza una prueba de caracterización inicial del grupo, la cual permitió determinar lo siguiente:

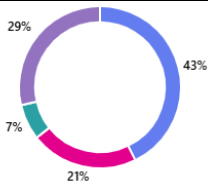
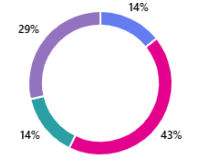
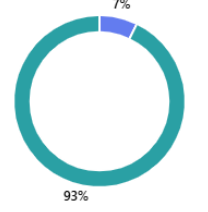
8.1.1 Caracterización:

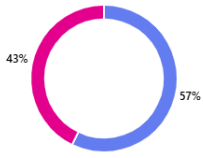
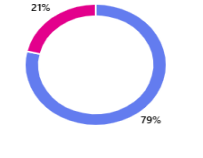
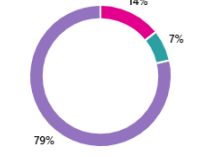
Se propuso una matriz de análisis (Anexo 10) con el propósito de organizar e interpretar la información recolectada a través de la prueba diagnóstica inicial. Se obtuvieron los siguientes resultados:

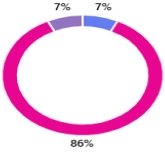

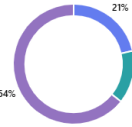
Tabla 4. Análisis resultados prueba diagnóstica

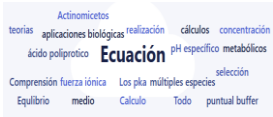

PREGUNTA	RESULTADO	ANÁLISIS
¿Una solución buffer es?	<p>Ilustración 5. Caracterización pregunta 1</p> <p>57% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> A) Una solución la cual resiste cambios en su pH al añadir un ácido o una base 8 ✓ B) Una solución que siempre tiene un pH neutro. 0 C) Una solución que cambia su pH rápidamente cuando se añade un ácido o una base. 2 D) Una solución que se usa para neutralizar ácidos y bases. 4 <p>29% 57% 14%</p> <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Al observar los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba diagnóstica se observa que 8 estudiantes respondieron de manera correcta con un 57%, por otro lado 6 estudiantes respondieron de manera incorrecta.</p> <p>Más de la mitad de los estudiantes reconoce correctamente la función amortiguadora de una solución buffer, lo que indica una base conceptual positiva sobre el tema a tratar. Por otro lado, nadie seleccionó la opción b, lo cual nos indica que ningún estudiante asocia el concepto buffer con pH neutro, uno de los errores y concepciones más comunes. El 29% de los estudiantes eligieron la opción de, reflejando una Concepción parcial en donde se evidencia que, aunque los buffers sí regulan el pH, su objetivo no es neutralizar sino resistir cambios. Lo anterior indicándonos una confusión entre el concepto de neutralización y amortiguación.</p> <p>Por último, el 14% de los estudiantes eligieron la opción c, lo que indica una idea opuesta al principio del buffer, ya que el estudiante concibe que el pH cambia rápidamente, Lo cual revela una dificultad en la comprensión de la función amortiguadora.</p>

<p>¿Cuál es el componente principal de una solución buffer?</p>	<p>Ilustración 11. Caracterización pregunta 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) Un ácido fuerte y su base conjugada. 5 ● B) Un ácido débil y un ácido fuerte. 1 ● C) Un ácido débil y su base conjugada. 8 ✓ ● D) Una base fuerte y su ácido conjugado. 0  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Se observa que más de la mitad de los estudiantes el 57% identificaron correctamente que el componente principal de una solución buffer es un ácido débil y su base conjugada, lo cual indica una comprensión aceptable del concepto básico. Por otro lado, el 36% de los estudiantes eligieron la opción a lo cual es un error conceptual significativo, ya que una ha sido fuerte no formó un equilibrio que permita resistir cambios de pH. Lo anterior señala que los estudiantes presen dan una confusión sobre las propiedades de los ácidos y las bases fuertes y débiles.</p> <p>Por último, el 7% de los estudiantes seleccionó la opción b, reflejando una posible falta de la comprensión en la estructura del sistema buffer, esto fundamentado en que no tiene sentido incluir 2 ácidos en una solución amortiguadora.</p>
<p>¿Por qué una solución buffer es importante en procesos biológicos?</p>	<p>Ilustración 12 Caracterización pregunta 3</p> <p>86% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) Neutraliza todo el ácido en un sistema biológico. 0 ● B) Aumenta el pH en un entorno ácido. 0 ● C) Reduce la concentración de iones hidrógeno en la solución. 2 ● D) Mantiene un pH constante, lo cual es fundamental para la estabilidad de las enzimas y otras moléculas... 12 ✓  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Se observa una alta comprensión, lo cual indica que los estudiantes reconocen que mantener un pH constante es vital para la función enzimática y la estabilidad biológica. El 86% de los estudiantes respondieron correctamente que la importancia del pÓker en procesos biotecnológicos radica en mantener un pH constante, esto demuestra una sólida comprensión del papel de los buffers en la homeostasis celular y los sistemas biológicos. Por otro lado, el 14% de los estudiantes seleccionaron la opción c, lo cual advierte una confusión ya que, aunque los buffers pueden intervenir en la concentración de H⁺, subvención principal no es de reducirla sino estabilizarla. Ningún estudiante eligió las opciones a o b lo que indica que no se incurrió en errores comunes como pensar que los buffers neutralizan completamente o que solo aumenta el pH.</p>
<p>¿Cómo se calcula el pH de una solución buffer utilizando la ecuación de Henderson Hasselbach?</p>	<p>Ilustración 13 Caracterización pregunta 4</p> <p>43% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) $pH = pK_a + \log \left(\frac{[base]}{[ácido]} \right)$ 6 ✓ ● B) $pH = pK_a - \log \left(\frac{[base]}{[ácido]} \right)$ 3 ● C) $pH = pK_a + \log \left(\frac{[ácido]}{[base]} \right)$ 1 ● D) $pH = pK_a - \log \left(\frac{[ácido]}{[base]} \right)$ 4 	<p>Se observa una baja comprensión, ya que sólo el 43% de los estudiantes identificó correctamente la fórmula de Henderson-Hasselbach evidenciando una dificultad en la expresión matemática del equilibrio ácido básico. Indicando posibles causas como la falta de memorización o el bajo nivel de comprensión del origen de la ecuación. Se observa que el 21% de los estudiantes eligieron la opción b, invirtiendo el signo. Dicha respuesta sugiere la confusión al momento de aplicar la fórmula y revela que, aunque pueden entender que hay una relación logarítmica coma no logran asignarle un sentido físico al logaritmo en relación con la base y el ácido. El 29% de los estudiantes Eligieron la opción d, lo cual indica una dificultad significativa en interpretar o recordar la ecuación, por último, un estudiante eligió la opción c lo cual sugiere una inversión del cociente sin alterar el signo otro error común. Virtud de lo anterior se evidencia la necesidad de</p>

	 <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>reforzar tanto el razonamiento conceptual como la aplicación práctica de la ecuación.</p>
<p>Si se agrega una pequeña cantidad de un ácido fuerte a una solución buffer, ¿qué sucederá con el pH de la solución?</p>	<p>Ilustración 14 Caracterización pregunta 5</p> <p>43% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) El pH aumentará significativamente. 2 ● B) El pH disminuirá, pero no en gran medida. 6 ✓ ● C) El pH permanecerá igual. 2 ● D) El pH se elevará ligeramente y luego caerá. 4  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Se observa que una minoría comprende la función amortiguadora, ya que sólo 6 estudiantes respondieron correctamente, comprendiendo que el pH de una solución buffer disminuye ligeramente al añadir un ácido fuerte pero el cambio no es drástico gracias a la capacidad amortiguadora. Hoy por otro lado el 29% de los estudiantes seleccionaron la opción de como lo cual refleja una composición en la dinámica del sistema buffer, posiblemente pensando que hay un efecto inicial opuesto al esperado (aumento del pH). El 14% eligieron la opción a en donde consideran que el PH aumentaría con la adición de un ácido fuerte lo cual representa una problemática conceptual grave. Por último 2 estudiantes seleccionaron la opción c en donde se cree que el pH se mantendría completamente constante. Si bien el buffer resiste cambios no los evita totalmente. Realizando el análisis en conjunto, más de la amistad mostró ideas erróneas como lo que sugiere que es necesario profundizar en la explicación de cómo actúan los buffers ante perturbaciones pequeñas de pH, hoy haciendo énfasis en que no eliminan los cambios, sino que los minimizan.</p>
<p>Durante el desarrollo de una práctica experimental, un estudiante de la Licenciatura en Química hace una hidrólisis ácida de un éster. Observa que el pH cambia significativamente afectando el rendimiento de la reacción y los resultados. ¿Qué se sugiere para estabilizar el pH?</p>	<p>Ilustración 15. Caracterización pregunta 6</p> <p>93% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) Usar agua destilada para equilibrar el pH en lugar del disolvente original. 1 ● B) Hacer un cambio aumentando o disminuyendo la temperatura de la reacción para neutralizar el ácido. 0 ● C) Utilizar un buffer con un pKa cercano al pH de la reacción que se quiere obtener. 13 ✓ ● D) Añadir más ácido fuerte para compensar los cambios en el pH. 0  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 93% de los estudiantes seleccionó correctamente la opción sí, en donde se demuestra que los estudiantes comprenden la importancia de utilizar un buffer apropiado para mantener un pH constante durante la reacción química sensibles como la hidrólisis de los esteres. Por otro lado, solo un estudiante eligió la opción a reflejando una posible confusión entre concepto de disolvente neutro (agua destilada) y la capacidad amortiguadora. Finalmente, ningún estudiante eligió la opción b o d, indicando que no presentan confusiones conceptuales relacionados con temperatura para compensar el PH o la adición de ácido fuerte de forma incorrecta. Lo anterior demuestra un dominio sólido y claro del criterio de selección de un buffer en función del pKa y el pH de la reacción.</p> <p>Se evidencia una excelente comprensión, en donde los estudiantes aplicaron el conocimiento de la pKa correctamente al contexto experimental</p>

<p>Durante un proceso de síntesis de proteínas se requiere mantener un pH de 7,4 para evitar la desnaturalización de los aminoácidos presentes. En virtud de lo anterior ¿Qué solución buffer sería la más adecuada para mantener este pH?</p>	<p>Ilustración 16 Caracterización pregunta 7</p> <p>57% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) Buffer fosfato ($H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$) 8 ✓ ● B) Buffer acetato (CH_3COOH/CH_3COO^-) 6 ● C) Acido fórmico y su base conjugada 0 ● D) Buffer Tris (Tris-HCl) 0  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 57% de los estudiantes seleccionó correctamente el buffer fosfato con un pKa cercano a 7.2, el cual es ideal para mantener un pH (~7.4) esencial en procesos de síntesis proteica.</p> <p>6 estudiantes (43%) eligieron el buffer acetato, el cual tiene un pKa de 4.7 el cual es muy lejano al que se requiere en el suero fisiológico. Lo anterior sugiere una comprensión parcial del término acetato con buffer en general, por otro lado, nadie seleccionó las opciones C y D, lo cual evita errores, aunque el Tris HCl si puede utilizarse en el rango cercano a 7.4 aunque no es la mejor opción debido a su baja estabilidad en ciertas condiciones fisiológicas. Es necesario reforzar la correlación entre pKa y el rango útil del buffer.</p>
<p>¿Qué valor de pH tendría un sistema buffer preparada a partir de ácido acético y su base conjugada acetato de sodio en proporción 1:1 con un valor de pKa de 4,75?</p>	<p>Ilustración 17 Caracterización pregunta 8</p> <p>79% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) 4.75 11 ✓ ● B) 7 3 ● C) 9.5 0 ● D) 0.75 0  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 79% comprendió correctamente el uso de la ecuación de Henderson-Hasselbach en un sistema buffer, en donde reconocen que cuando las concentraciones del ácido su base conjugada es iguales el pKa =pH.</p> <p>El 21% eligió un pH=7, confundiendo el concepto de neutralidad en agua con el comportamiento del sistema buffer. Es necesario reforzar la interpretación de la ecuación de Henderson-Hasselbach variando pH en distintas proporciones ácido/base.</p> <p>Buenas comprensiones del concepto, relación entre proporción 1:1 y pKa=pH.</p>
<p>En un proceso biotecnológico un laboratorio farmacéutico está desarrollando un fármaco cuya estructura química está compuesta por un grupo amino, a lo largo del proceso se observa que el fármaco solo es estable a pH 8.5 y se degrada en pH 4,0. ¿Qué solución buffer es la más apropiada para mantener la estabilidad?</p>	<p>Ilustración 18. Caracterización pregunta 9</p> <p>79% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A) HCl/Cloruro de sodio (pH:2,0) 0 ● B) Ácido acético / acetato de sodio (pKa: 4,76) 2 ● C) Ácido fórmico / formiato (pKa: 3,75) 1 ● D) Tris-HCl (pKa: 8,1) 11 ✓  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 79% de los estudiantes logro identificar la importancia de seleccionar un buffer con un pKa cercano al pH que se busca. En donde se demuestra una comprensión sólida del comportamiento de estos sistemas.</p> <p>El 21% de los estudiantes eligió sistemas con valores de pKa muy bajo como el ácido acético y ácido fórmico lo cual indica confusión en la aplicación práctica del rango eficaz de la capacidad amortiguadora, por otro lado, puede relacionarse con la falta de cercanía con las propiedades químicas de los fármacos y lo grupos funcionales amino.</p> <p>Se observa la necesidad de vincular la química con otras disciplinas aplicadas a la vida real, ya que la comprensión de los estudiantes cuando se aplica el concepto a una situación real presenta dificultades.</p>
<p>En un proceso biotecnológico, ¿por qué es importante mantener el pH de</p>	<p>Ilustración 19 Caracterización pregunta 10</p>	<p>Un 14% de los estudiantes mostro confusión al elegir opciones relacionadas con inhibición microbiana y desnaturalización por temperatura (se controla con manejo térmico y no con buffer), lo anterior indica la</p>

<p>un medio de cultivo dentro de un rango específico utilizando soluciones buffer?</p>	<p>86% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> A) Porque un pH constante permite la inhibición de microorganismos no deseados. 1 B) Porque un pH constante asegura que las enzimas y los microorganismos continúen su actividad... 12 ✓ C) Porque un pH bajo favorece la producción de productos secundarios. 0 D) Mantiene un pH constante, evitando la desnaturalización de enzimas debido al cambio de... 1  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>necesidad de reforzar la relación específica entre pH, buffer y estabilidad funcional biológica.</p> <p>La mayoría de los estudiantes identificó correctamente la función principal del buffer en este contexto, demostrando una comprensión de los requerimientos fisiológicos en donde afecta directamente la actividad biológica en procesos biotecnológicos.</p>
<p>En el contexto de la biotecnología aplicada a la microbiología, ¿qué papel juega la ecuación de Henderson-Hasselbach en la optimización de un proceso de fermentación?</p>	<p>Ilustración 20 Caracterización pregunta 11</p> <p>79% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> A) Ayuda a calcular la concentración de sustratos disponibles para los microorganismos. 2 B) Permite ajustar el pH del medio de cultivo, maximizando la eficacia de los microorganismos... 11 ✓ C) Determina la cantidad de nutrientes necesarios para los microorganismos. 1 D) Calcula la cantidad de metabolitos secundarios que se producirán durante la fermentación. 0  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 21% de los estudiantes mostro una confusión ente el rol que cumple el pH y otros factores como nutrientes o sustratos, indicando que se debe reforzar distinciones entre variables fisicoquímicas y bioquímicas en la fermentación.</p> <p>Por otro lado, el resto de los estudiantes (79%), comprendió que la ecuación se utiliza fundamentalmente para el control y estabilidad del pH durante los procesos de fermentación, indicando una comprensión entre el control a nivel químico y el rendimiento biotecnológico.</p>
<p>En biotecnología, si se adiciona un sistema buffer a un biorreactor, ¿Cuál es el efecto que tiene esta sobre el proceso de producción de un metabolito enzimático?</p>	<p>Ilustración 15. Caracterización pregunta 12</p> <p>64% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> A) Aumenta la velocidad de la reacción enzimática al disminuir el pH. 3 B) Disminuye la actividad de las enzimas al estabilizar el pH a un nivel alto. 0 C) Hace que el medio de cultivo se vuelva más ácido, favoreciendo la producción de proteínas. 2 D) Mantiene un pH constante, evitando la desnaturalización de enzimas debido al cambio de... 9 ✓  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>El 64% de los estudiantes comprende la función estabilizadora del buffer sobre el pH y la importancia en la conservación enzimática. Lo anterior resaltando que esto es clave en la producción de metabolitos.</p> <p>El 36% mostro dificultades con la acidificación del medio como factor beneficioso, cuando esto puede perjudicar el proceso enzimático. Evidenciando la clara necesidad de resolver confusiones en como el pH afecta la cinética enzimática.</p>
<p>En el cultivo de actinomicetos para la producción de metabolitos secundarios con aplicaciones biotecnológicas, ¿qué factor es más importante para asegurar su crecimiento optimo y la</p>	<p>Ilustración 16. Caracterización pregunta 13</p> <p>86% of respondents answered this question correctly.</p> <ul style="list-style-type: none"> A) La temperatura, que debe mantenerse constante a 37°C durante todo el proceso. 1 B) La concentración de oxígeno, que debe ser baja para evitar la proliferación de bacterias aeróbicas. 1 C) El pH del medio de cultivo, debe mantenerse en un rango específico para evitar la desnaturalización... 12 ✓ D) La cantidad de sales inorgánicas, que deben ser mínimas para no interferir con la síntesis de... 0 	<p>El 86 % de los estudiantes identifico el factor fisiológico clave en el cultivo de actinomicetos, en donde demuestran una comprensión sobre la relación entre el ambiente de los medios de cultivo y la producción biotecnológica.</p> <p>El 14% se centra en variables generales como la temperatura o el pH. Lo anterior evidencia la necesidad de desarrollar un pensamiento crítico contextualizado.</p>

producción de compuestos de interés?	Nota. Fuente Microsoft Forms	
¿Qué conceptos o procesos te han resultado más complejos al momento de estudiar los sistemas buffer?	<p>Ilustración 17. Caracterización pregunta 14</p>  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Se realiza una pregunta abierta en donde se refleja que los estudiantes encuentran dificultad</p> <p>Tópicos más mencionados: Ecuación, pKa y pH específico, cálculos, aplicaciones biológicas, procesos metabólicos, actinomicetos, metabolitos. Los temas claves con aspectos cuantitativos como cálculos, equilibrio químico, concentración, conexión entre teoría y práctica.</p>
¿En qué conceptos específicos de las temáticas propuestas quisiera profundizar?	<p>Ilustración 18. Caracterización pregunta 15</p>  <p>Nota. Fuente Microsoft Forms</p>	<p>Intereses propuestos por los estudiantes:</p> <p>Equilibrio químico y reforzar conceptos generales, aplicaciones biológicas, procesos metabólicos, capacidad amortiguadora, ecuación Henderson-Hasselbach, teorías ácido base, pH, sistema buffer.</p>

Fuente: Torres, Y (2025)

Con base a los resultados obtenidos en la prueba de caracterización, la cual no solo recoge ideas previas, sino que también será evaluada con criterios específicos para saber el nivel de desempeño definidos, alineados con las metas de comprensión establecidos en el OVA. Este diagnóstico inicial, evaluado con criterios específicos, permitió reconocer el tópico generativo -el papel de los sistemas buffer en contextos químicos y microbiológicos- y establecer un punto de partida conceptual para ajustar estrategias didácticas, garantizando coherencia con los principios de la EpC.

CRITERIO	AVANZADO	INTERMEDIO	BASICO	INICIAL	INDICADOR
----------	----------	------------	--------	---------	-----------

Comprensión conceptual	Identifica y explica con precisión los conceptos de sistema buffer, sus componentes y su función en el equilibrio químico.	Reconoce adecuadamente los conceptos básicos del sistema buffer, aunque con leves imprecisiones.	Presenta definiciones parciales o confusas, algunos errores conceptuales	Desconoce los conceptos fundamentales o presenta ideas erróneas.	Preguntas 1,2,3,4,5,8,10
Aplicación en contextos científicos (microbiología y biotecnología)	Aplica los conceptos de manera pertinente en contextos experimentales obvio-tecnológicos, mostrando una transferencia conceptual clara.	Hoy aplica los conceptos en algunos contextos, aunque con conexiones poco desarrolladas o justificadas	Relaciona de forma superficial la química de los buffers con contextos biológicos o microbiológicos	No establecer relaciones entre conceptos químicos y contextos aplicados	Preguntas 6,7,9,11,12,13
Razonamiento y justificación científica	Justifica sus respuestas con base en el contenido teórico utilizando argumentos claros y científicos	Emite justificaciones, aunque no siempre sustentadas en evidencias o con poca profundidad	Realiza intentos de justificación, con errores conceptuales o poca justificación científica crítica	No proporciona justificaciones o se basan en ideas equivocadas o personales	Pregunta 7
Reflexión metacognitiva	Reconoce con claridad las dificultades y áreas de interés para profundizar y propone caminos de mejora	Identifica algunas dificultades y áreas de interés, aunque de forma poco estructurada	Señala vagamente sus dificultades o áreas de interés sin ninguna profundidad	No identifica sus dificultades ni muestra disposición de mejora	Preguntas abiertas finales 14 y 15

Tabla 5. Rúbrica prueba diagnóstica

Fuente. Torres, Y (2025)

De acuerdo con la rúbrica de la tabla 5 se obtiene el nivel de desempeño general del grupo:

Tabla 6. Nivel de desempeño inicial del grupo

Preguntas	Categoría o criterio	Nivel desempeño	Justificación
Preguntas 1,2,3,4,5,8,10	Comprensión conceptual	Intermedio	En promedio, más del 50% respondió correctamente, pero se logra identificar imprecisiones conceptuales.
Preguntas 6,7,9,11,12,13	Aplicación en contextos científicos (microbiología y biotecnología)	Intermedio	La mayoría logro aplicar conceptos en contextos como medios de cultivo, pero sin embargo se observa confusión entre variables fisicoquímicas y bioquímicas.
Pregunta 7	Razonamiento y justificación científica	Básico	Se logra identificar que los estudiantes intentan justificar, pero se observan errores conceptuales indicando una falta de razonamiento estructurado.
Preguntas abiertas finales 14 y 15	Reflexión metacognitiva	Intermedio	Reconocen las dificultades en temas como equilibrio, pKa, ecuación Henderson-Hasselbach manifestando interés en

			profundizar, aunque algunos estudiantes no estructuran propuestas claras.
--	--	--	---

Fuente. Torres, Y (2025)

La evaluación de la prueba diagnóstica permitió determinar el nivel de comprensión y desempeño inicial de los estudiantes frente a los conceptos fundamentales relacionados con los sistemas o soluciones buffer, su aplicación en contextos científicos y la capacidad de reflexión y razonamiento crítico. El grupo presenta un nivel predominante intermedio, con fortalezas en el reconocimiento general del rol del sistema buffer, pero presentan debilidades evidentes en la aplicación contextual y el razonamiento científico.

Fortalezas: Reconocimiento general del rol del sistema buffer.

Debilidades: Aplicación contextual limitada y dificultades en el razonamiento científico.

Estos hallazgos confirman la necesidad de un OVA que aborde los conceptos de forma progresiva y contextualizada, integrando desempeños de comprensión como la resolución de problemas contextualizados, la interpretación de datos de laboratorio y la reflexión metacognitiva. Se fortalece habilidades de pensamiento crítico, argumentación y transferencia del conocimiento en situaciones científicas actuales.

8.2 Fase diseño e implementación:

En función al cumplimiento del objetivo 2 y dando cumplimiento al mismo se diseña el OVA, en donde se realizan diferentes actividades que se mencionaran a continuación:

Se tuvo en cuenta la caracterización anterior para realizar el diseño del OVA, en donde se plantea una serie de actividades en pro al fortalecimiento y comprensión de conceptos teóricos abordándolos desde una mirada interdisciplinar, practica, tecnológica y motivadora. En esta fase, se realiza el diseño de los módulos requeridos, actividades evaluativas tanto

cuantitativa como cualitativamente, se toma como referencia los resultados obtenidos. Asimismo, dentro del Objeto Virtual se proporciona recursos como ejercicios interactivos, lecturas, videos, enlaces a talleres y simuladores virtuales. Cabe recalcar que en el módulo de microbiología se adjunta la experiencia a nivel presencial realizada en el desarrollo del trabajo y en conjunto con el laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca guiado por la Dra. Bibiana Chavarro.

El diseño del OVA se realiza en la plataforma WIX la cuál es una herramienta en donde se crean sitios web, en donde se ofrecen variedad de funciones las cuales son de fácil acceso tanto para el administrador como para el usuario, en ese orden de ideas se utiliza para las actividades de evaluación herramientas como Kahoot, Padlet, Microsoft Forms y simuladores pHet.

8.2.1Diseño

Como se menciona en el apartado de metodología, el OVA se planifico y diseño por módulos los cuales especifican cada una de las actividades propuestas, las metas de comprensión y los conceptos que se busca el estudiante comprenda y aplique.

Se centra en 4 ejes fundamentales para el desarrollo del presente trabajo de grado en donde se pretende que los estudiantes relacionen conceptos muy cercanos con contextos aplicados a otras ramas del conocimiento.

Se diseño mediante el navegador web (WIX) siguiendo el enlace: <https://jojetori12.wixsite.com/bufferbiotech> el cual permite una navegación fácil e intuitiva facilitando su acceso desde cualquier dispositivo garantizando al usuario una experiencia sin dificultades. En la página principal como se muestra en la ilustración 20 se realiza la presentación de la estructura, en la cual se observa los módulos con disposición ordenada de las secciones a las cuales se puede acceder fácilmente. En la parte superior se encuentra el menú en donde el usuario podrá ubicarse de manera intuitiva y sencilla en el módulo de su interés.

Ilustración 21. Diseño Objeto virtual de aprendizaje



Fuente: Torres, Y (2025) creada en la herramienta WIX

En el anexo 1 se podrá observar una serie de imágenes relacionadas con los sistemas buffer y los medios de cultivo, desde la experiencia en laboratorio con el grupo de trabajo Sistemas Orgánicos II.

8.2.2 Implementación

En el desarrollo de este trabajo se busca no solo interactuar de manera virtual con los conceptos, sino que por el contrario se busca la parte experimental como herramienta para comprender cada uno de los conceptos, por ende, junto a la Dra. Bibiana Chavarro de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca se desarrolló una metodología experimental anexo 2, en donde en diversas prácticas en laboratorio se realiza la siembra de *Streptomyces spp* en diferentes medios de cultivo, con diferentes indicadores de pH con el objetivo de observar el crecimiento y los cambios en el pH de cada medio. De allí evaluar él porque es importante mantener condiciones de pH estables, observando la importancia de los sistemas buffer en los medios de cultivo.



Con el fin de dar cumplimiento al objetivo general y al objetivo específico 3, el cual es evaluar la implementación del OVA se aplica al grupo las actividades y cada uno de los módulos dando respuesta a lo propuesto.

8.2.2.1 Experimental:

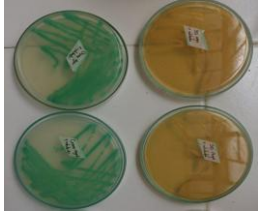
Diseño y estandarización de medio de cultivo para Actinobacterias.

A partir de una revisión bibliográfica de los medios de cultivo utilizados previamente para el crecimiento de Actinobacterias, se llevará a cabo la identificación de componentes potenciales. Se tendrán en cuenta las características microbiológicas de las Actinobacterias, tales como la composición de la pared bacteriana, los requerimientos nutricionales y las funciones metabólicas. Con base en esta información, se seleccionarán los compuestos químicos y/o naturales que podrían favorecer el crecimiento bacteriano, considerando su disponibilidad, costo y propiedades nutritivas. De acuerdo con la revisión de la literatura, se establece las concentraciones de cada uno de los compuestos previamente seleccionados, a partir de esto se realizarán las modificaciones necesarias para lograr un óptimo crecimiento bacteriano. Teniendo en cuenta protocolos de bioseguridad y esterilidad. Anexo 2 (metodología)

Tabla 7. Registro experimental

ETAPA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS DE SEGURIDAD	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
Preparación medio de cultivo	Pesa la cantidad requerida dependiendo la fiola que se deba realizar. Disolver en agua destilada. Ajustar pH si es necesario	Uso de guantes, bata, gafas, tapabocas.	<p>Imagen 1.</p>  <p>Fuente. Torres, Y (2025)</p>
Esterilización	Auto clavado del medio a 121°C por 20 minutos aproximadamente	Uso de guantes térmicos, precaución en el auto clavado.	<p>Imagen 2.</p>  <p>Fuente. Torres, Y (2025)</p>

<p>Vaciado del medio en placas, tubos de ensayo u otro tipo de medio requerido</p>	<p>Vaciar en placas estériles, no obstante, antes realizar la esterilización del laboratorio.</p>	<p>Desinfección previa con alcohol al 70%. Uso de tapabocas y guantes.</p>	<p>Imagen 3.</p>  <p>Fuente. Torres, Y (2025)</p>
<p>Refrigeración</p>	<p>Almacenar en refrigerador para conservar el cultivo hasta la siembra</p>	<p>Etiquetar correctamente</p>	<p>Imagen 4</p>  <p>Fuente. Torres, Y (2025)</p>
<p>Siembra de la Actinobacterias tipo actinomiceto (<i>Streptomyces spp</i>)</p>	<p>Transferencia de la muestra al medio con técnica de estría cruzada</p>	<p>Usar cabina de flujo laminar, llama continua para esterilizar, guantes, tapabocas y bata</p>	<p>Imagen 5</p>  <p>Fuente. Torres, Y (2025)</p>

Incubación	Incubar a temperatura sugerida. Revisar crecimiento.	Control de temperatura	<p data-bbox="1127 226 1211 252">Imagen 6</p>  <p data-bbox="1127 552 1341 577">Fuente. Torres, Y (2025)</p>
------------	--	------------------------	---

Fuente: Torres, Y (2025)

Todo el proceso se realizó bajo condiciones controladas para evitar la contaminación y las prácticas de esterilización y refrigeración fueron fundamentales para preservar la viabilidad de los cultivos.

Durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio enfocadas en el aislamiento y cultivo de Actinobacterias del género actinomicetos (*Streptomyces spp*), se evidencia que el pH del medio de cultivo presento variaciones significativas en función del tipo y concentración de los nutrientes utilizados. Esas variaciones influyeron directamente en el viraje del indicador de pH presente en los medios. Se aplico azul de bromotimol en un medio de cultivo específico para el crecimiento de Actinobacterias en donde el metabolismo microbiano acidifico el medio, produciendo ácidos y virando su color a amarillo. cómo se observa en la imagen 6. En contraste la mayoría de los medios cultivados mantuvieron una tendencia más neutra, indicando una producción menor de ácidos o un posible efecto buffer en la formulación.

Estas observaciones resaltan que hay una relación directa entre la composición del medio , la actividad metabólica y la estabilidad del pH, evidenciando la importancia de los sistemas buffer para mantener condiciones óptimas en el crecimiento y la expresión de metabolitos secundarios.

Este resultado no solo responde a los objetivos experimentales, sino que constituye un desempeño de comprensión clave: aplicar el concepto de sistemas buffer para explicar



fenómenos observados en laboratorio, articulando teoría con la evidencia experimental. La evaluación continua se realizó mediante la comparación entre los datos registrados y las predicciones iniciales de los estudiantes, retroalimentando su proceso de aprendizaje y fomentando la reflexión sobre la validez de sus hipótesis.

8.2.3 Salida académica al laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Como parte del proceso de implementación del OVA y el enfoque de Enseñanza para la comprensión (EpC) se organiza una salida con los estudiantes de Sistemas Orgánicos II, con el fin de fortalecer y complementar la comprensión de los conceptos trabajados, en donde ellos puedan observar su aplicación desde la práctica

Tabla 8. Salida de campo con estudiantes de Sistemas Orgánicos II

<p>Fecha: 2 mayo 2025</p> <p>Hora: 8:00 am</p> <p>Lugar: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca</p> <p>Docente a cargo: Dora Luz Gómez Aguilar</p>	
<p>OBJETIVO</p>	<p>El estudiante observa y aplica los conceptos aprendidos en el OVA sobre sistemas buffer y microbiología en un entorno real.</p> <p>Comprende como se preparan, esterilizan y aplican medio de cultivo específicos para Actinobacterias</p> <p>Establece conexiones entre teoría y práctica mediante un taller de campo</p>
<p>Actividades</p>	<p>Introducción teórica</p> <p>Recorrido por el laboratorio</p> <p>Explicación del uso de sistemas buffer en medios de cultivo</p> <p>Observación de placas con crecimiento de <i>Streptomyces spp</i></p> <p>Ejecución taller de campo</p>

Instrumento aplicado	Taller de campo (desarrollo en grupos de laboratorio)
Evidencia fotográfica	
<p data-bbox="407 436 496 464">Imagen 7.</p>	<p data-bbox="971 436 1060 464">Imagen 8.</p>
	
<p data-bbox="451 772 662 800">Fuente. Torres, Y (2025)</p>	<p data-bbox="1078 772 1289 800">Fuente. Torres, Y (2025)</p>

Nota. Elaboración propia, en anexo 3 se adjuntan fotografías del proceso que se llevó a cabo en la salida pedagógica.

Desde la visión educativa, estas prácticas experimentales se usan como estrategia contextual para el fortalecimiento del concepto y su aplicación, conectando la teoría con la práctica. Esta conexión permitió dar cumplimiento al objetivo general del trabajo, en tanto que se evaluó el impacto del OVA en la comprensión del sistema buffer aplicado a medios de cultivo, aportando a los objetivos específicos de diseñar una estrategia pedagógica contextualizada y evaluar su efectividad en términos de comprensión conceptual y aplicación. Por otro lado, con esta actividad se enmarca el enfoque de Enseñanza para la Comprensión (EpC) al fomentar que los estudiantes construyan significados sólidos, con sentido y aplicables a entornos reales.

En síntesis, los datos obtenidos en esta fase fortalecen el hilo conductor EpC al:

1. Definir y trabajar el tópico generativo
2. Diseñar actividades que conducen a metas de comprensión
3. Generar evidencias concretas de desempeño de comprensión

4. Utilizar la evaluación continua para ajustar el OVA y retroalimentar los procesos de aprendizaje

8.3 Fase de análisis de datos y evaluación:

En consecuencia, al objetivo específico 2 y dando cumplimiento al mismo se realizan las siguientes actividades: La implementación del OVA se lleva a cabo luego de culminar la fase de planificación y diseño, en un orden específico permitiendo la construcción de los conocimientos de manera reflexiva, activa y práctica, en coherencia con los parámetros de EpC. Cada fase de implementación se diseñó para abordar un tópico generativo central:

“la relevancia de los sistemas buffer en química y microbiología, y su aplicación en los medios de cultivo para Actinobacterias”-

Las fases de la implementación son:

Presentación: Se realizó una introducción general sobre el propósito y contenido del OVA, se llevó a cabo de manera presencial en las aulas de la Universidad Pedagógica Nacional curso de Sistemas Orgánicos II.

- Introduce el tópico generativo y las metas de comprensión, situando al estudiante en un marco conceptual y práctico que conecta la teoría con la realidad en laboratorio.

Acceso y desarrollo del OVA: Se indagó sobre cada una de las funciones e instrucciones sobre el uso del OVA, teniendo en cuenta cada momento en los módulos para que fuesen de acceso claro e intuitivo. Con el fin de garantizar a los estudiantes la navegación efectiva.

- Evaluación continua, se busca garantizar que el estudiante pueda explorar los recursos y contenidos de manera autónoma, con navegación intuitiva para focalizar en los desempeños esperados.

Desarrollo de las actividades evaluativas de cada módulo: El estudiante tiene acceso a cada una de las actividades propuestas en cada espacio, en donde se cuentan con actividades evaluativas de forma cuantitativa y cualitativa.

- Se diseñan y ejecutan desempeños de comprensión (interpretación de datos, análisis y resolución de problemas), evidenciando la comprensión y transferencia del conocimiento.

Salida de campo: Como se observa en la tabla 6, en el marco de la implementación del objeto virtual de aprendizaje y con el fin de fortalecer el aprendizaje para la comprensión se desarrolla la salida de campo como estrategia articuladora para que el estudiante desde el contexto real y cercano pueda aplicar sus conocimientos.

- Se potencia el aprendizaje situado, permitiendo que el estudiante aplique lo aprendido en un contexto real. Reconocimiento de la aplicación en contexto.

Evaluación del OVA por parte de los estudiantes: Se realizó una encuesta de percepción en donde cada uno de los estudiantes por medio de una serie de preguntas cerradas y abiertas evalúa la efectividad y su visión respecto al OVA implementado.

* Forma parte de la evaluación continua, recogiendo percepciones y reflexiones de los estudiantes para ajustar el diseño e implementación del recurso educativo.

En el presente análisis se clasifica el desempeño respecto a la matriz de análisis (anexo 11) para el OVA, para identificar a los participantes se asignan las siglas ELQ (Estudiante Licenciatura en Química) a nivel individual y ELQ-GL (Estudiante de Licenciatura en Química- Grupo de laboratorio).

8.3.1 Módulo 1. Historia y ecuación de Henderson y Hasselbach

Se desarrolla el módulo 1, en donde se puede encontrar una serie de instrumentos los cuales están diseñados para que el estudiante comprenda conceptos desde una visión epistémica y logre comprender el origen de la ecuación que aplica en los sistemas buffer.

En pro de evaluar la efectividad del módulo, se opta por una serie de preguntas respecto al contenido del OVA, el cual se desarrolló en el marco de la aplicación Quizzis. En donde se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados actividad módulo 1

Total, ELQ participantes: 13 Precisión en la prueba: 65% Numero de preguntas: 11 Plataforma utilizada: Quizzes			Nivel de desempeño según matriz
Pregunta 1	¿Cuál fue el primer científico que comenzó a diferenciar entre ácidos y bases, sentando las bases de la química moderna?	12 respuestas correctas 5 respuestas incorrectas 5 no intentados	Medio
Pregunta 2	¿Qué aportó Svante Arrhenius a la teoría ácido-base?	15 correctas 1 incorrecta 6 no intentados	Medio
Pregunta 3	¿Qué importancia tiene la escala de pH propuesta por Sorensen?	16 correctas 6 no intentados	Medio
Pregunta 4	¿Cuál fue la contribución de Henderson y Hasselbach al estudio de los sistemas buffer?	16 correctas 6 no intentados	Medio
Pregunta 5	¿Qué científicos redefinieron los conceptos de ácido como donador de protones y base como aceptor de protones?	14 correctas 2 incorrectas 6 no intentado	Medio
Pregunta 6	¿Cuándo las concentraciones de ácido y base conjugada son iguales, ¿qué valor toma el pH?	15 correctas 1 incorrecta 6 no intentados	Medio
Pregunta 7	¿Qué científico definió los ácidos como sustancias que contienen oxígeno, aunque esta idea fue corregida más adelante?	14 correctas 2 incorrecto	Medio

		6 no intentados	
Pregunta 8	¿Qué ecuación se deriva al aplicar logaritmos a la constante de equilibrio de un ácido débil?	11 correctas 5 incorrectas 6 no intentados	Medio
Pregunta 9	¿Qué representa el término $\log\left(\frac{[Ac^-]}{[HAc]}\right)$ en la ecuación de Henderson-Hasselbach?	15 correctas 1 incorrecto 6 no intentados	Medio
Pregunta 10	¿Cuál es la importancia de la ecuación de Henderson-Hasselbach en los sistemas biológicos?	15 correctas 1 incorrecto 6 no intentados	Medio
Pregunta 11	¿Cuál fue el aporte de Lawrence Henderson en el estudio del equilibrio ácido-base en sistemas biológicos?	14 correctas 2 incorrectas 6 no intentados	Medio

Fuente: Torres, Y (2025)

Teniendo en cuenta la matriz de análisis (Anexo 11), el resultado obtenido del 65% de precisión en las preguntas planteadas refleja que los estudiantes cuentan con una comprensión parcial del concepto de sistema buffer, después de interactuar con el módulo 1 del Objeto virtual de aprendizaje. No obstante, más de la mitad del grupo pudo lograr identificar o recordar los conceptos .

La evaluación de la unidad “ Historia y ecuación de Henderson-Hasselbach” mostro un desempeño global medio, con un promedio del 65% de precisión. Lo anterior revela que los estudiantes logran reconocer los aportes principales de los científicos, comprenden el uso de la ecuación en los sistemas biológicos y logran identificar sus componentes principales. Por otro lado, se evidencian dificultades cuando se hace uso de derivaciones lógicas o la aplicación de formulaciones algebraicas.

Se confirma que el grupo se encuentra en un nivel medio de comprensión conceptual. Se recomienda hacer más énfasis en la explicación, resolución guiada y práctica, especialmente en los aspectos cuantitativos de los sistemas buffer.

En el anexo 4 se adjunta el Excel con los datos obtenidos.

8.3.2 Módulo 2. Microbiología y buffer

En el módulo se presenta un cuento en donde se intenta explicar a nivel microbiológico la importancia de los sistemas buffer en los medios de cultivo, se encuentran videos y explicaciones sobre conceptos importantes tanto en la industria como en laboratorio para realizar un contraste con las percepciones iniciales.

En anexo 5 se podrá encontrar la guía a resolver y algunas evidencias de las respuestas de los ELQ-GL.

Fases de la guía de laboratorio.

Primera fase: Previo al recorrido

Se usa como herramienta la aplicación Padlet (<https://padlet.com/jojetori12/qu-relaci-n-crees-que-puede-haber-entre-los-procesos-que-se--ilt5mq4fayh1yb12>) se busca saber que concepciones iniciales tienen los ELQ para poder contrastar con el impacto que tuvo el espacio presencial en laboratorio respecto a la comprensión, interés y motivación respecto al módulo que se realiza.

Actividad 1: ¿Qué relación crees que puede haber entre los procesos que se desarrollan aquí (cultivo de microorganismos, fermentación, análisis de muestras, etc.) y el control químico del pH?

Se tuvo la participación de 13 estudiantes con las siguientes respuestas:

Ilustración 22. Respuestas salida de campo.



Fuente. Elaboración propia, herramienta Padlet (en el anexo 6 se encuentra el enlace del padlet)

La mayoría de los ELQ reconocen que el pH afecta el crecimiento, la viabilidad de los microorganismos, por otro lado, que es un factor que debe estar regulado para mantener condiciones adecuadas en los procesos como medios de cultivos fermentativos, realizan una relación con la supervivencia o funcionalidad de las enzimas y las estructuras celulares.

Se observa que hay concepciones parcialmente correctas pero descontextualizadas como por ejemplo cuando mencionan que la acidez influye en el crecimiento de bacterias, pero sin una justificación profunda en donde mencionan el concepto.

Se evidencia una ausencia de explicación química, “el control de pH” en donde el ELQ no justifica porque es importante, se refleja una concepción de un nivel bajo. Sugiere que los ELQ manejan un discurso cotidiano sobre la importancia del pH, observado que se debe conectar estos conocimientos con conocimientos disciplinares tanto en microbiología como en química, lo anterior con el fin de lograr una comprensión integrada que en este caso es el objetivo del OVA.

Actividad 2: Durante el recorrido

La actividad tiene como objetivo evaluar el aprendizaje significativo adquirido por los ELQ-GL tras la intervención en los laboratorios clínicos. Tras la experiencia, se observa una clara transición de explicaciones generales o intuitivas hacia respuestas más técnicas y argumentadas desde una visión técnica-disciplinar.

En el anexo 7 se adjuntan las respuestas de todos los grupos a la intervención en laboratorio.

Tabla 10. Preguntas propuestas en la actividad

PREGUNTA	
1	¿Qué condiciones necesitan los microorganismos que cultivan para crecer adecuadamente?
2	. ¿Qué tipo de microorganismos cultivan, y qué diferencia hay entre cada tipo de microorganismo?
3	¿Qué tipos de medios usan con más frecuencia y por qué?
4	¿Qué factores o condiciones los llevan a modificar el pH del medio durante un cultivo microbiano?
5	¿Qué sustancias químicas utilizan para ajustar el pH?
6	¿Preparan o manejan soluciones buffer en sus prácticas? ¿de un ejemplo?
7	¿Qué relación existe entre los cambios de pH del medio y el metabolismo
8	. ¿Han aplicado el uso de los buffers en áreas de fermentación, control de contaminante o producción de metabolitos? ¿Cómo?

Fuente. Torres, Y (2025)

A continuación, se evalúan las respuestas de cada grupo de laboratorio:

Tabla 11. Evaluación taller de campo

Grupo ELQ-GL	1,2,3,4,5
--------------	-----------

I D I C A D O R E S D E E V O L U C I O N C O N C E P T U A L	1	Menciona nutrientes esenciales (C,N,P,S), temperatura (óptima, mínima y máxima), disponibilidad de oxígeno y la importancia de la esterilidad, el pH, los requerimientos de agua, Reconocen que estas condiciones son específicas según el tipo de especie microbiana.
	2	Diferencian bacterias, hongos, virus, arqueas y protozoos. En donde incorporan criterios como el tipo celular (eucariota/procariota), reproducción y el ambiente.
	3	Caracterizan los medios de cultivo más usados, mencionan Agar MacConkey, Agar Salmonella, Agar T.C.B.S, Agar EMB, Agar TSI entre otros, en donde definen que tipo de microorganismo crece en cada medio y da explicación de los cambios a nivel fisicoquímicos del medio.
	4	Identifican que los medios de cultivo se eligen según la necesidad del microorganismo. Mencionan clasificaciones como por su consistencia, su composición, según sus propiedades y finalidad en donde mencionan la importancia de elegir el medio más adecuado según las características del microorganismo
	5	Se evidencia que vinculan directamente la actividad metabólica microbiana con la acidificación o alcalinización del medio, citan compuestos como los ácidos orgánicos, amoníaco y el CO ₂ .
	6	Identifican con claridad la función de los sistemas buffer y mencionan los tipos de buffer que se utilizan en microbiología específicamente en laboratorio clínico como Tris-HCl, fosfatos, bicarbonato de sodio, indicando su aplicación en el control de pH en cultivos y fermentaciones.
	7	Explican como los cambios del pH se correlacionan con los tipos de microorganismo (neutrófilos, acidófilas, al calofilas), como los indicadores que permiten monitorear la actividad metabólica. Relacionan los conceptos con ejemplos cotidianos “Coloniza el estómago humano gracias a su capacidad para neutralizar el ácido gástrico mediante la producción de ureasa, una enzima que degrada urea y libera amoníaco, elevando localmente el pH” mencionado por algunos grupos.
	8	Comprenden que el uso de los sistemas buffer son esenciales en los diferentes procesos, mencionan procesos de fermentación en medios de cultivo y la producción de ácido láctico y como mantenerlo estable.

Fuente. Torres, Y (2025)

Se evidencia una construcción conceptual alta, ya que los estudiantes lograron un salto conceptual significativo entre la fase previa y posterior a la salida de campo, los ELQ-GL usan terminología precisa, demuestran una comprensión estableciendo relaciones causales. Según Perkins, D (1999) menciona que el conocimiento deber ser profundo, flexible y transferible a nuevos contextos, de allí la importancia del uso de prácticas como herramientas para promover la comprensión significativa y contextual de los conceptos. Se precisa optar por espacios que manejen conceptos a nivel interdisciplina ya que como

menciona Lenoir, Y (2000) la interdisciplinariedad permite una visión sistémica del conocimiento. Lo anterior evidenciando la evolución en el pensamiento crítico y la comprensión del entorno articulando conceptos. En general los estudiantes muestran un manejo de los conceptos desde una visión más fundamentada y crítica.

Actividad 3: Finalización

Se usa como herramienta la aplicación Padlet (<https://padlet.com/jojetori12/reflexion-qu-fue-lo-m-s-significativo-que-aprendiste-durante-cd79ea7mxs592lyr>) el objetivo es que los ELQ reflexionen sobre la experiencia y poder contrastar con el impacto que tuvo el espacio presencial en laboratorio.

Reflexión: ¿Qué fue lo más significativo que aprendiste durante la visita en relación con la microbiología, la química o el control del pH, y cómo crees que esta experiencia te ayudará a comprender mejor estos temas?

Se cuenta con la participación de 11 estudiantes, cabe aclarar que esta actividad se realiza de manera individual. En el anexo 8 se adjuntan las respuestas de cada uno de los ELQ.

Se realiza la triangulación con la actividad inicial y el uso del OVA, en donde se observa que complementar con una experiencia presencial de laboratorio, potencia la comprensión profunda de conceptos netamente químicos con una estrategia de aplicación al contexto. Los estudiantes adquieren conocimientos, integraron saberes, desarrollaron un pensamiento crítico como se menciona en el marco teórico (Perkins, 1999), "...la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe" (p710), lo cual indica que los estudiantes lograron tomar su conocimiento inicial, en el transcurso fortalecieron sus concepciones y actuaron en un entorno nuevo, aplicando lo que sabían a una práctica de laboratorio encaminada a la preparación de medios de cultivo. En sus consideraciones y reflexiones finales algunos mencionan que dicha experiencia los motivo y les permitió una comprensión profunda al articular diferentes áreas.

Se realiza la evaluación del módulo 2, previamente se evalúan los informes de la salida pedagógica a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca a los cuales se les otorgo un valor cuantitativo, posterior se evalúa respecto a la matriz de análisis y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 12. Evaluación modulo respecto a la matriz de análisis

Microbiología y buffer	Transferencia interdisciplinar	Desarrolla la capacidad de conectar la función del sistema buffer con cultivos microbianos , su importancia y aplicabilidad en otras áreas del conocimiento.	Relaciona el uso de sistemas buffer con el crecimiento optimo y aplica sus conocimientos a su contexto real.	Muestra conexiones generales entre sistema buffer y microbiología, pero con una argumentación poco fundamentada.	No logra establecer relaciones entre los sistemas buffer y el contexto microbiológico.
Nivel en el que se encuentran los estudiantes según el módulo			Alto	Medio	Bajo

Fuente. Torres, Y (2025)

Respecto a la tabla 10, se demuestra que la estrategia utilizada y el objeto virtual funcionan, ya que según la matriz de evaluación el nivel es alto, lo anterior fundamentado en que los estudiantes relacionaron el concepto de sistema buffer de manera teórica y práctica. Siguiendo como guía las herramientas proporcionadas en el Objeto Virtual de Aprendizaje y dando respuesta a la guía y experiencia de laboratorio.

8.3.3 Módulo 3. Química y buffer

Se desarrolla a partir de las definiciones de pH, p_{Hc}, conceptos de ácido-base y características fundamentales de las soluciones buffer como lo son concentración analítica, capacidad amortiguadora y la fuerza iónica, posterior se encuentra una lectura sobre la importancia de los carbonatos con el fin de contextualizar al estudiante y por último se evalúa el módulo a partir de unas preguntas que evalúan conceptos, comprensión profunda y aplicación del conocimiento.

Para la evaluación de dicho instrumento se tendrá en cuenta que la prueba es de carácter cualitativa, por ende, se centrara en la comprensión conceptual, uso de lenguaje científico, capacidad de justificar y la transferencia de conceptos a contextos reales.

Tabla 13. Categorización del nivel de comprensión

Nivel	Fundamentación
Bajo	El estudiante da una respuesta superficial, con errores conceptuales y no usa un lenguaje técnico.
Medio	El estudiante responde correctamente, pero presenta una argumentación imprecisa o poco fundamentada.
Alto	El estudiante brinda una respuesta correcta, coherente, con una justificación clara y utiliza un lenguaje técnico.

Fuente: Torres, Y (2025)

Se conto con la participación de 14 estudiantes, las preguntas planteadas en la sección se encuentran en el anexo 12.

Tabla 14. Resultados y análisis del módulo

Pregunta	Nivel			Interpretación
	Alto	Bajo	Medio	
P1	9	0	8	El 53% de los ELQ se encuentran en un nivel alto, el 47% se encuentran en un nivel medio y ningún estudiante en bajo, por ende, se considera que los ELQ manejan adecuadamente la diferencia conceptual entre una solución buffer y una neutra comprendiendo su rol en la estabilidad del pH. El lenguaje técnico empleado por la mayoría de los estudiantes fue alto, aunque algunos presentan un buen manejo del concepto, pero no argumentan de manera clara, coherente y fundamentada en lenguaje técnico.
P2	7	3	7	Los ELQ respondieron en un 41% en un nivel alto, 41 nivel medio y un 18 % nivel bajo, lo anterior indica que, aunque la mayoría de los ELQ entienden el papel fisiológico del sistema buffer en la sangre, algunos presentas dificultades cuando deben argumentar de forma técnica y fundamentada los procesos a nivel químico. Se evidencia una dificultad para relacionar conceptos químicos al contexto.

P3	8	0	9	Los ELQ en un 47% se ubica en un nivel alto, el 53% en nivel medio y 0% en nivel bajo, por tal motivo los estudiantes comprenden la influencia de la concentración en la efectividad de las soluciones amortiguadoras. Las respuestas presentan un buen manejo del concepto de capacidad buffer y su relación con la concentración, sin embargo, más de la mitad de los estudiantes no justifican clara y coherentemente como influye la capacidad buffer.
P4	4	3	10	El 23 % de los ELQ se encuentran en un nivel alto, 59% en un nivel medio y el 18 % en nivel bajo, se interpreta que casi el 60% entiende parcialmente el concepto, pero no logra explicarlo con claridad y coherencia. Se evidencia que el 18% de los ELQ presentan una confusión con el concepto de pKa, lo cual sugiere que se debe trabajar este concepto en el OVA a profundidad.
P5	6	2	9	El 35% de los ELQ se encuentran en nivel alto, el 53% en nivel medio y el 12% en nivel bajo, se observa que, aunque la mayoría identifico la tendencia del sistema buffer, la explicación detrás del comportamiento del sistema no fue clara cuando se tiene que diluir, por ende, se interpreta que los ELQ requieren un mayor enfoque conceptual, para lograr justificar de forma técnica y precisa.
P6	7	3	7	El 41% de los ELQ están en nivel alto, el 41% en nivel medio y un 18% en nivel bajo, en donde las respuestas de los estudiantes evidencian una comprensión incompleta respecto a la interdisciplinariedad (cocina-medicina) de los conceptos, no apropiaron de manera efectiva los conceptos vistos a su entorno y a las posibles aplicaciones. También se evidencia en más de la mitad de los ELQ que no argumentan de forma correcta y técnica sus ideas.
P7	5	4	8	Fue una de las preguntas que presento mayor dificultad en los estudiantes, ya que el porcentaje de nivel bajo fue el más alto con un 24%, evidenciando la dificultad de los ELQ de integrar conocimiento químico con aplicaciones tecnológica, en donde presentan respuestas incompletas, poco argumentadas y con errores conceptuales. Por otro

				lado, el 76% de los estudiantes comprenden el concepto, pero algunos no logran justificar técnicamente.
--	--	--	--	---

Fuente. Torres, Y (2025)

En el análisis previo se evidencia que las P1 y P2 muestran una comprensión global adecuada, sin estudiantes en nivel bajo, las P4 y P7 son las que presentan las dificultades por su bajo desempeño general, la poca argumentación y la escasa claridad en los conceptos.

En términos generales, la mayoría de los estudiantes se ubican en un nivel medio, indicando que comprenden conceptos básicos, pero necesitan profundizar en la justificación técnica, el uso de lenguaje técnico, relación con el entorno, se sugiere incluir actividades que fortalezcan la aplicación de conceptos en contextos reales, interdisciplinarios y con énfasis en la argumentación escrita.

Según la matriz de análisis, la mayoría de los ELQ comprende la función química del buffer, se evidencia el uso parcial de los conceptos químicos, logran conectar la química y lo biológico, identifican el concepto, entienden el concepto de dilución, pero no justifican desde la química por otro lado se evidencian dificultades como la comprensión del concepto de pKa, en donde lo mencionan, pero sin precisión por otro lado los ELQ no lograron conectar los conceptos químicos con su aplicación. Respecto a lo anterior y haciendo el análisis de la efectividad del módulo en el OVA se obtienen los siguientes datos:

Tabla 15. Nivel de comprensión de los estudiantes

Nivel	Total, respuestas	%
Alto	46 respuestas	39%
Medio	60 respuestas	50.0%
Bajo	13 respuestas	11%

Fuente. Torres, Y (2025)

Los ELQ después de interactuar con el módulo 3 se ubican en nivel medio y alto proporcionando una visión positiva del impacto del Objeto virtual de aprendizaje, por otro lado, se sugiere que en los conceptos de pKa y aplicaciones interdisciplinarias (P4, P6, P7) se fortalezca.

8.3.4 Módulo 4. Aplicación al contexto

Se realiza a partir de una pregunta generadora, la cual es complementada con una lectura contextualizada en el concepto de sistema buffer y su importancia en el equilibrio. De allí se plantea un ejercicio práctico en donde se busca evaluar la capacidad de argumentación técnica de los ELQ, su comprensión de los contenidos y la aplicación a una situación de la vida real. Se cuenta con la participación de 14 ELQ.

La pregunta generadora es:

¿Por qué el equilibrio del pH sanguíneo es considerado un proceso esencial e inmediato para la vida? Explica en tus propias palabras.

Proponga un ejemplo de la aplicación de soluciones buffers en la vida cotidiana, sector salud, alimentos, acidosis, alcalosis entre otras y explique cómo funciona el sistema.

Se obtienen las siguientes respuestas:

Tabla 16. Respuestas de los estudiantes y evaluación según la matriz de análisis

Estudiante	Respuesta	Nivel de desempeño según matriz de análisis ANEXO 11
ELQ 1	El equilibrio del pH sanguíneo es esencial para la vida porque las reacciones bioquímicas que mantienen las funciones celulares dependen de un entorno con un pH muy específico. La sangre debe mantenerse ligeramente alcalina, entre 7.35 y 7.45, para que las enzimas y proteínas funcionen correctamente. Variaciones fuera de este rango pueden alterar procesos metabólicos. la aplicación de soluciones buffer en la vida cotidiana es el sistema bicarbonato/ácido carbónico en la sangre. Este sistema amortiguador regula el pH sanguíneo al neutralizar ácidos o bases que se producen durante el metabolismo,	ALTO

	En el sector salud, este sistema es crucial para mantener la homeostasis. En situaciones de acidosis o alcalosis, el cuerpo puede perder su capacidad de regular el pH, lo que puede llevar a complicaciones graves.	
ELQ 2	El equilibrio del pH sanguíneo es fundamental porque muchas funciones vitales del cuerpo, como la actividad de enzimas, el transporte de oxígeno y las reacciones metabólicas, solo pueden ocurrir dentro de un rango de pH muy estrecho, cuando este rango pasa los límites pueden ocurrir fallos en órganos, alteraciones neurológicas o incluso la muerte. Por eso, el cuerpo humano cuenta con soluciones amortiguadoras que actúan de forma rápida para corregir cualquier cambio en la acidez o alcalinidad. Un ejemplo de aplicación de estos buffers es en el tratamiento de alcalosis respiratoria, una condición en donde el pH de la sangre se eleva por encima de lo normal debido a una excesiva eliminación de dióxido de carbono, en este caso el buffer (bicarbonato/ácido carbónico) mantiene el pH estable al reaccionar con ácidos o bases: absorbe H^+ cuando se añade un ácido y dona H^+ para neutralizar OH^- cuando se añade una base, evitando así grandes cambios en el pH.	ALTO
ELQ 3	El equilibrio del pH es esencial en los procesos sanguíneos debido a que estos procesos tienen un rango de pH que debe ser muy estrecho, el cual si se ve afectado puede tener grandes fallos en los órganos y procesos del cuerpo. en el caso del cuerpo humano puede afectar las enzimas las cuales tienen bastante sensibilidad respecto al pH.	MEDIO
ELQ 4	El equilibrio de pH sanguíneo es fundamental para mantener en óptimas condiciones los procesos metabólicos, por lo cual, cuando este se encuentra fuera de los rangos normales, puede generar problemas tanto metabólicos como respiratorios, ya que el cuerpo, al identificar exceso de ácido o base, intentará regularlo primero por su sistema buffer de ácido carbónico y bicarbonato, y cuando es en exceso, lo regulará modificando el proceso respiratorio, ya que este está directamente relacionado con la retención o eliminación de CO_2 en el organismo, o por medio metabólico, ya que está relacionado con la eliminación de ácidos o bases.	ALTO
ELQ 5	El pH sanguíneo es como el wifi del cuerpo, si se va, todo el cuerpo comienza a colapsar. Es por eso por lo que se emplea el buffer para mantener el pH estable para que exista un buen funcionamiento de los procesos metabólicos del cuerpo. de lo contrario si existe un mal funcionamiento el cuerpo colapsaría rápidamente.	MEDIO
ELQ 6	Es importante el equilibrio del pH en la sangre ya que los cambios de pH así sean no muy grandes pueden causar consecuencias terribles y afectar el funcionamiento normal del cuerpo a nivel celular algunas proteínas pueden dejar de funcionar y algunos órganos pueden fallar como el cerebro, el corazón y los riñones por ejemplo cuando una persona se quema puede sufrir un cambio en el pH de la sangre este puede cambiar de forma rápida y peligrosa. Si el pH baja demasiado (acidosis) o sube más de lo normal (alcalosis), pero para eso el cuerpo o la sangre tiene sus propios buffers para amortiguar esos cambios bruscos	MEDIO

ELQ 7	En el procesamiento de alimentos, las soluciones buffer se utilizan para mantener la estabilidad del pH, lo cual es clave para conservar el sabor, la textura y la seguridad del producto. Por ejemplo, en la elaboración de productos cárnicos como embutidos, se emplean buffers como el fosfato disódico para controlar el pH y evitar que se vuelva demasiado ácido o alcalino durante el almacenamiento o cocción. Esto ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos, mejora la capacidad de retención de agua de la carne y mantiene una textura agradable al paladar.	ALTO
ELQ 8	Este equilibrio ácido-base de carácter biológico es fundamental para todos los procesos que ocurren en el cuerpo, esto debido a la importancia del sistema vascular y de la propia sangre. Las estructuras que por esta se transportan (Plaquetas, glóbulos rojos, blancos, plásmidos, enzimas, etc.) son sumamente delicadas, que ocurrir cambios de pH se verían gravemente afectados, por ende, los macroprocesos a los que estos están ligados también se les verá afectados.	MEDIO
ELQ 9	El cuerpo necesita que el pH de la sangre se mantenga en un nivel muy específico (entre 7.35 y 7.45) para funcionar bien. Si este equilibrio se rompe, el cuerpo puede empezar a fallar: las enzimas no trabajan como deben, el corazón y el cerebro se ven afectados, y en casos graves, la persona puede entrar en coma o morir. Por eso, el cuerpo tiene mecanismos rápidos para corregir cualquier cambio de pH, y uno de los más importantes son los sistemas buffer, que evitan que el pH cambie demasiado. La diabetes mal controlada es un ejemplo claro porque se tiene acidosis y aquí actúa el sistema buffer bicarbonatado, que ayuda a neutralizar el exceso de ácido.	ALTO
ELQ 10	Muchas funciones vitales del cuerpo, como: la actividad de enzimas, el transporte de oxígeno y las reacciones químicas celulares; ocurren a un pH muy específico, alrededor de 7.35 a 7.45. Si el pH se desvía de este rango estas mismas funciones no ocurrirían causando graves daños en todas las células por no poder funcionar correctamente. Las pastas de dientes tienen buffers para neutralizar los ácidos producidos por las bacterias en la boca, protegiendo contra las caries. En la salud, muchos medicamentos poseen un sistema buffer para mantener un pH óptimo, ya sea para no irritar las células, para que el cuerpo no elimine el medicamento en su afán de mantener un pH estable o simplemente para que el medicamento pueda activarse. Se usan buffers en la fabricación de pan para liberar cantidades de CO ₂ a un ritmo controlado para aumentar el tamaño del pan sin que este modifique su sabor por la acidez o alcalinidad excesiva. Cuando hay un exceso de H ⁺ en la sangre el cuerpo regula el pH con el sistema buffer bicarbonato/ácido carbónico	ALTO
ELQ 11	El equilibrio del pH en la sangre es súper importante porque si sube o baja demasiado, las células no pueden hacer bien sus funciones y los órganos dejan de trabajar correctamente. Cambios grandes en el pH pueden hacer que el corazón, el cerebro y otros órganos fallen, y eso puede poner en riesgo la vida. Por eso, el cuerpo tiene varios sistemas (como el de bicarbonato) que ayudan a mantener ese pH estable de forma rápida, casi instantánea.	MEDIO

ELQ 12	El equilibrio del pH sanguíneo es un proceso básico para la vida porque incluso pequeñas variaciones fuera de su rango normal (entre 7.35–7.45) pueden desestabilizar las funciones vitales puesto que se desnaturalizan enzimas y proteínas necesarias para la actividad celular. Para mantener este equilibrio el cuerpo utiliza sistemas amortiguadores, como el bicarbonato/ácido carbónico, así como los mecanismos de excreción y respiración. Un ejemplo claro de aplicación de soluciones buffer que puedo mencionar es el que ocurre en el tratamiento de la acidosis respiratoria causado por enfermedades como el asma o la neumonía que dificultan la eliminación del CO ₂ este exceso incrementa la concentración de ácido carbónico resultando así la baja en el pH sanguíneo. En estos casos, se administran soluciones intravenosas con HCO ₃ ⁻ para neutralizar el exceso de H ⁺ y restaurar así el equilibrio ácido-base.	ALTO
ELQ 13	El equilibrio del pH sanguíneo es esencial e inmediato para la vida porque las células y los procesos bioquímicos del cuerpo funcionan óptimamente dentro de un rango de pH muy estrecho, típicamente entre 7.35 y 7.45. Fuera de este rango, las proteínas pueden desnaturalizarse, las enzimas pueden volverse inactivas y los procesos metabólicos pueden verse gravemente alterados. Un pH sanguíneo desequilibrado puede provocar condiciones como acidosis (pH bajo) o alcalosis (pH alto), que pueden ser potencialmente mortales si no se corrigen rápidamente. En la producción de yogur, se añaden cultivos bacterianos, como <i>Lactobacillus Bulgaricus</i> y <i>Streptococcus Thermophilus</i> , a la leche, donde fermentan la lactosa y producen ácido láctico, lo que disminuye el pH y provoca la coagulación de las proteínas, creando una textura cremosa. Para mantener un pH óptimo entre 4.5 y 4.7, se pueden añadir soluciones buffer, como fosfatos, que estabilizan el pH y aseguran que las bacterias beneficiosas prosperen mientras inhiben el crecimiento de patógenos. Este control del pH no solo mejora la calidad y el sabor del yogur, sino que también prolonga su vida útil, garantizando que el producto sea seguro y saludable para el consumidor.	ALTO
ELQ 14	Un pH demasiado ácido o demasiado básico puede alterar el latido del corazón, la actividad cerebral o incluso impedir que el oxígeno se transporte bien, por ello el cuerpo ha desarrollado mecanismos que corrigen esos cambios de forma casi instantánea por medio del principal sistema amortiguador es el bicarbonato (HCO ₃ ⁻) y el ácido carbónico (H ₂ CO ₃) y ayudándose de los pulmones y riñones; en donde los tres actúan como un equipo de emergencia para mantener los niveles de pH entre 7.35 y 7.45 y no se vean afectadas las funciones vitales. Ejemplo: Las soluciones buffer como fosfatos o bicarbonato de sodio se encuentran en las cremas de dientes, estas ayudan a neutralizar los ácidos que se generan durante el día al consumir alimentos por las bacterias que se reproducen durante esas horas; estas soluciones también mantienen un pH cercano a 7, protegiendo el esmalte dental, también favoreciendo la desmineralización y previniendo la proliferación de bacterias dañinas.	ALTO

Fuente. Torres, Y (2025)

A partir de la tabla 15 se obtiene los siguientes datos:

Alto (9 estudiantes): ELQ 2, 3, 7, 10, 12, 13, 15, 16, 17

Medio (5 estudiantes): ELQ 1, 6, 8, 9, 14

De los 14 estudiantes evaluados el 64% alcanzaron un nivel alto de comprensión, en donde se evidencia que apropiaron sus conocimientos conceptuales, lograron desarrollar la capacidad de transferir dichos conocimientos a contenidos o escenarios reales como la fisiología humana, la industria de alimentos y la microbiología. Demostrando un uso adecuado del lenguaje técnico, razonamiento argumentado y una visión interdisciplinar. El 36% se ubican en un nivel medio, logrando identificar la importancia del equilibrio del pH, sus respuestas carecen de profundidad conceptual y no lograron desarrollar explicaciones contextualizadas sólidas. Lo que sugiere la necesidad de reforzar la conexión entre conceptos teóricos y su apropiación práctica.

En síntesis, el módulo 4 refleja ser efectivo para fomentar la comprensión significativa y aplicada de los sistemas buffer en la mayoría de los ELQ. Lo anterior indica que los recursos, estrategias implementadas se alinean con los principios del modelo EpC, favoreciendo una construcción de conocimiento articulado con otras áreas.

9. Encuesta de percepción

En el marco de evaluar el impacto del OVA, se diseñó y aplicó una encuesta de percepción en lugar de aplicar una prueba de salida con mayor nivel de dificultad que la prueba diagnóstica inicial.


Lo anterior con el propósito de valorar la experiencia formativa durante la navegación del OVA, respondiendo a la perspectiva EpC la cual entiende el aprendizaje no solo como los procesos de adquirir contenidos, sino que, como la construcción significativa y motivacional, en donde las emociones, valoraciones y percepciones del proceso juegan un papel fundamental en la consolidación del conocimiento.

Vygotsky (1979), plantea que el aprendizaje se construye a través de la interacción entre el sujeto y las herramientas culturales disponibles, las cuales son mediadas por el lenguaje, los recursos tecnológicos (en este caso el OVA) y el entorno. En el marco de este trabajo el OVA no simplemente media el conocimiento, sino que es una herramienta que incide en la motivación. Desde esta perspectiva el ELQ tiene una percepción del OVA en términos de su claridad, aplicabilidad, relevancia y facilidad de uso. Aún y siendo una herramienta instruccional, se convierte en una vía para potenciar el conocimiento y generar una experiencia educativa situada y estimulante.

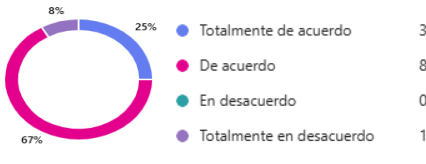
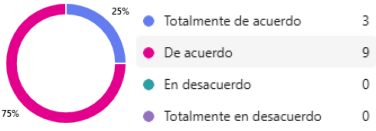
“El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe” Ausubel (1976), allí reconoce que el conocimiento previo debe articularse de forma significativa mediante una serie de materiales y una disposición favorable para aprender (ligado a la motivación) . Es por este motivo que se considera pertinente la aplicación de la encuesta de percepción buscando conocer que aspectos son considerados oportunos, efectivos y que otros pueden mejorarse en futuras implementaciones.

El enfoque de la Enseñanza para la Comprensión (EpC), plantea que el evaluar exclusivamente el resultado conceptual y dejar un lado la dimensión experiencial, reflexiva del aprendizaje es un error al momento de determinar si la propuesta pedagógica logro sus metas de comprensión. Es por lo anterior que la encuesta permitió explorar la valoración subjetiva del estudiante, su percepción de comprensión, de aplicabilidad y de conexión con un contexto interdisciplinar en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 17. Evaluación del OVA a partir de la encuesta de percepción

Pregunta	Categoría pedagógica	Justificación	Respuestas
1. ¿Has trabajado antes con OVA?	Experiencia previa/contextual	Evalúa la familiaridad del estudiante con las herramientas digitales.	<p><i>Ilustración 23.. Encuesta percepción, pregunta 1</i></p>  <p>● Si 10 ● No 2</p>

			Fuente: Torres, Y (2025)								
2. El contenido del OVA fue claro y comprensible para usted como estudiante	Comprensión conceptual	Evalúa el propósito central del OVA: Fortalecer la comprensión profunda de un concepto	<p><i>Ilustración 243. Encuesta percepción, pregunta 2</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Totalmente de acuerdo</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>En desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	Totalmente de acuerdo	3	De acuerdo	9	En desacuerdo	0	Totalmente en desacuerdo	0
Totalmente de acuerdo	3										
De acuerdo	9										
En desacuerdo	0										
Totalmente en desacuerdo	0										
3. El OVA me ayudó a comprender mejor el concepto de soluciones buffer	Metacognición/ reflexión	Permite al estudiante identificar lo que aprendió.	<p><i>Ilustración 25. Encuesta percepción, pregunta 3</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Totalmente de acuerdo</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>En desacuerdo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	Totalmente de acuerdo	5	De acuerdo	6	En desacuerdo	1	Totalmente en desacuerdo	0
Totalmente de acuerdo	5										
De acuerdo	6										
En desacuerdo	1										
Totalmente en desacuerdo	0										
4. Pude relacionar la información sobre Actinobacterias (Streptomyces) con los conceptos de química.	Interdisciplinariedad / Transferencia del conocimiento	Evalúa si el estudiante logra integrar la microbiología con los conceptos técnicos de la química.	<p><i>Ilustración 26. Encuesta de percepción, pregunta 4</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Totalmente de acuerdo</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>En desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	Totalmente de acuerdo	3	De acuerdo	9	En desacuerdo	0	Totalmente en desacuerdo	0
Totalmente de acuerdo	3										
De acuerdo	9										
En desacuerdo	0										
Totalmente en desacuerdo	0										
5. El enfoque EpC (Enseñanza para la comprensión) me permitió reflexionar y aplicar el conocimiento en otros contextos.	Comprensión conceptual/ transferencia del conocimiento	Evalúa si el OVA cumplió con el objetivo de enseñar conceptos complejos	<p><i>Ilustración 27. Encuesta percepción, pregunta 5</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Totalmente de acuerdo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>En desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	Totalmente de acuerdo	4	De acuerdo	8	En desacuerdo	0	Totalmente en desacuerdo	0
Totalmente de acuerdo	4										
De acuerdo	8										
En desacuerdo	0										
Totalmente en desacuerdo	0										
6. El diseño visual fue atractivo y facilitó el aprendizaje	Claridad / Accesibilidad de contenidos	Mide la pertinencia en que se presentan los contenidos y	<p><i>Ilustración 28. Encuesta percepción, pregunta 6</i></p>								

		si facilita su comprensión.	 <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>
7. La navegación del OVA fue sencilla e intuitiva	Accesibilidad	Evalúa si la herramienta fue fácil de usar, impactando directamente en que la experiencia de aprendizaje sea adecuada.	<p><i>Ilustración 29. Encuesta percepción, pregunta 7</i></p>  <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>
8. Las actividades (ejercicios, simuladores, videos, etc.) fueron pertinentes y útiles	Aplicación práctica y recursos didácticos	Evalúa la pertinencia de los recursos y estrategias utilizadas en la construcción del aprendizaje	<p><i>Ilustración 30. Encuesta percepción, pregunta 8</i></p>  <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>
9. Siento que aprendí algo nuevo o reforcé conocimientos previos	Pensamiento crítico / transferencia del conocimiento / EpC	Evalúa si el estudiante logra construir un aprendizaje significativo al integrar conocimientos nuevos con saberes previos.	<p><i>Ilustración 31. Encuesta percepción, pregunta 9</i></p>  <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>
10. .Me siento más motivado para seguir aprendiendo sobre este tema	Motivación / Disposición hacia el aprendizaje	Evalúa el impacto del OVA sobre el interés y la continuidad del	<p><i>Ilustración 32. Encuesta percepción, pregunta 12</i></p>

		aprendizaje autónomo	<table border="1"> <tr> <td>● Totalmente de acuerdo</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>● De acuerdo</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>● En desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>● Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	● Totalmente de acuerdo	5	● De acuerdo	7	● En desacuerdo	0	● Totalmente en desacuerdo	0
● Totalmente de acuerdo	5										
● De acuerdo	7										
● En desacuerdo	0										
● Totalmente en desacuerdo	0										
11. Recomendaría este OVA a otros compañeros/as o lo usaría como estrategia en el aula de clases como futuro docente	Apropiación pedagógica / Valoración didáctica	Mide el grado de apropiación del recurso como una estrategia educativa y su proyección.	<p><i>Ilustración 33. Encuesta percepción, pregunta 13</i></p> <table border="1"> <tr> <td>● Totalmente de acuerdo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>● De acuerdo</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>● En desacuerdo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>● Totalmente en desacuerdo</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Fuente: Torres, Y (2025)</p>	● Totalmente de acuerdo	4	● De acuerdo	7	● En desacuerdo	1	● Totalmente en desacuerdo	0
● Totalmente de acuerdo	4										
● De acuerdo	7										
● En desacuerdo	1										
● Totalmente en desacuerdo	0										

Fuente. Torres, Y (2025)

Para dar respuesta al objetivo general de este trabajo, que consiste en evaluar la implementación del OVA en la enseñanza de soluciones buffer con aplicación en el diseño de medios de cultivos para Actinobacterias, se llevó a cabo la encuesta de percepción (tabla 17) dirigida a los estudiantes participantes. La herramienta permite recopilar tanto información cualitativa como cuantitativa sobre la experiencia, la claridad de contenidos, la pertinencia de cada una de las actividades y el uso del OVA como estrategia didáctica.

El 83% de los estudiantes ha interactuado antes con OVA, lo cual sugiere una base favorable para aprovechar el recurso, por otro lado, el 100% considero que el OVA fortaleció su comprensión del tema, esto cumple con las metas de comprensión estipuladas en cada módulo. Por tal motivo se concluye que es pertinente el recurso educativo, ya que favorece un aprendizaje significativo, comprobado con los datos adquiridos y con el cumplimiento del objetivo general. El 92% de los estudiantes, están de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el OVA mejoro su comprensión del concepto de sistemas buffer. Lo cual evidencia una percepción positiva del recurso, indicando que su diseño y el contenido cumplen con el propósito. Por otro lado 1 estudiante (8%) sugiere que está en desacuerdo lo cual sugiere la importancia de considerar diferencias individuales y estilos de aprendizajes.

Los estudiantes reconocer haber logrado establecer conexiones ente el contenido microbiológico y los conceptos de química, lo anterior valida la propuesta interdisciplinar del OVA respaldando la pertinencia de incorporar contenidos contextualizados los cuales favorezcan el pensamiento crítico y la comprensión desde el enfoque EpC.

El 100% de los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo, en que el enfoque de Enseñanza para la comprensión logro el objetivo de favorecer la transferencia del conocimiento a otros contextos. Por ende, dicho enfoque ayudo a los participantes a reflexionar o aplicar lo aprendido, indicando que trascendió lo memorístico e incentivo una comprensión profunda y aplicada. El 92% de los participantes están a favor de que el diseño visual fue atractivo y facilito el aprendizaje, indicando que al momento de crear una herramienta virtual se debe tener en cuenta el diseño para centrar la atención de los alumnos, por otro lado 1 estudiante está totalmente en desacuerdo con el diseño. Lo cual indica que hay cosas que mejorar.

La accesibilidad al OVA considera los participantes que fue sencilla e intuitiva, por lo cual el 100% está de acuerdo o totalmente de acuerdo. Ese ítem es fundamental ya que se requiere que la navegación sea efectiva para que el participante tenga una experiencia que favorezca sus procesos de aprendizaje.

El 100% de los estudiantes considera que las actividades implementadas fueron útiles y pertinentes, lo cual indica que el OVA se adecuo a las necesidades formativas y contextuales del grupo. Esta aceptación general evidencia que el diseño del OVA fue bien logrado, cumpliendo con los principios de accesibilidad, interactividad y aplicabilidad práctica. El 100% de los estudiantes reconoce en su proceso de autorreflexión haber aprendido o reforzado los conocimientos, indicando una efectividad pedagógica del OVA en la construcción del conocimiento en contexto. También sugiere que el diseño de las actividades logro entrelazar conocimientos ya obtenidos y conectar con nuevos, cumpliendo un principio clave del enfoque EpC el cual es “ a partir de lo que el estudiante sabe para construir nuevas comprensiones”.

La totalidad de los estudiantes manifiesta que las actividades tanto asincrónicas como presenciales aumentaron su motivación para seguir aprendiendo conceptos químicos en términos interdisciplinarios, indicando que la experiencia generó interés y disposición hacia el aprendizaje profundo. El 91% de los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo con recomendar el OVA o usarlo como una estrategia didáctica, lo cual indica que fue bien logrado. Por otro lado, el 8% está en desacuerdo, mostrando una tendencia de implementar otro tipo de estrategias pedagógicas.

Para finalizar se implementaron 2 preguntas abiertas al final de la encuesta, las cuales buscan obtener una retroalimentación directa de los estudiantes sobre el diseño, contenido, utilidad y funcionalidad del OVA. Identificando las fortalezas o debilidades desde la perspectiva del participante desde su impacto real y teniendo en cuenta las sugerencias de mejora. Las respuestas permiten evaluar la pertinencia del OVA, dando respuesta al objetivo general, en el anexo 12 se adjuntan las respuestas:

1. ¿Qué aspectos crees que se pueden mejorar en el OVA?
2. ¿Tienes alguna sugerencia para futuras versiones del OVA?

Los resultados cualitativos de la encuesta permiten la identificación de percepciones importantes sobre la funcionalidad y efectividad del OVA. Aunque la mayoría valoró positivamente la experiencia, otros sugieren mejoras muy puntuales en la navegación, la profundidad de algunos contenidos (como el cálculo de pH) y el diseño visual. Las observaciones brindadas por los ELQ permiten contrastar y enriquecer los hallazgos cuantitativos, consolidando una evaluación integral que respalda a los objetivos del trabajo. Se evidencia que el OVA fue percibido como una herramienta útil, motivadora y significativa, aunque con oportunidades claras para su mejora y aplicación.

10. CONCLUSIONES

La implementación del OVA (Objeto virtual de aprendizaje) diseñado bajo el modelo de Enseñanza para la comprensión, evidencio que tiene un impacto significativo en el fortalecimiento de la comprensión conceptual de los ELQ frente al concepto de sistema buffer y su aplicación en los medios de cultivo para Actinobacterias.

El análisis progresivo de cada uno de los módulos permitió evidenciar una evolución clara, entre el diagnóstico inicial y las actividades finales, pasando de un nivel con algunas complicaciones conceptuales (concepciones erróneas) a un nivel medio-alto de desempeño en la mayoría de los estudiantes. La articulación entre el contenido químico y microbiológico, junto con el diseño pedagógico centrado en la comprensión, permitió contextualizar el aprendizaje en situaciones reales como la formulación de medios de cultivo para Actinobacterias.

El diagnóstico inicial permite evidenciar que la mayoría de los ELQ presentan ideas previas fragmentadas y poca habilidad de argumentación, este análisis inicial fue primordial para diseñar cada una de las actividades propuestas en el OVA, permitiendo resignificar progresivamente y mediante la interacción con contextos reales sus conocimientos. La caracterización en detalle de las ideas previas permite identificar niveles de comprensión del grupo facilitando la construcción de aprendizajes significativos y alineados al EpC.

El diseño del OVA en donde las actividades integradas incluyen lecturas, videos, problemas contextualizados, análisis de laboratorio y trabajo de campo, facilitan el transito desde la comprensión básica o superficial a una comprensión aplicada, profunda, transferible e interdisciplinar dando cumplimiento a los principios clave del enfoque EpC. Adicionalmente, la percepción positiva expresada por los ELQ, los cuales por medio de la encuesta de percepción manifestaron sentirse más motivados, participes y lograron una mayor claridad conceptual al enfrentar contextos reales como el cultivo de microorganismos,

aunque también expresaron recomendaciones como la navegación y el desarrollo narrativo de algunos recursos.

La evaluación de la estrategia didáctica a través de la triangulación entre los desempeños en las actividades del OVA, las reflexiones propuestas en la salida de campo y las opiniones expresadas en la encuesta de percepción, permite evidenciar que el OVA facilitó el paso desde una comprensión teórica hacia la comprensión aplicada del concepto sistemas buffer. La vinculación con la práctica microbiológica fue valorada positivamente por los estudiantes como significativa, por lo anterior la estrategia no solo fortaleció competencias disciplinares, sino que promovió el pensamiento crítico y el interés por articular con otros campos de investigación.

El OVA no solo demostró que la enseñanza contextualizada aporta un aprendizaje más significativo, sino que constituyó un recurso didáctico efectivo para favorecer aprendizajes en la formación de los futuros docentes en química como una propuesta metodológica, contribuyendo al fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, interdisciplinariedad y conexión práctica-teoría.

11. RECOMENDACIONES

1. Aplicar mapas conceptuales, preguntas abiertas y analogías que permitan identificar con mayor profundidad las concepciones o vacíos conceptuales de los estudiantes, utilizar los resultados de forma articulada para personaliza los contenidos dentro del OVA.
2. Integrar dentro del OVA narrativas más inmersivas y recursos multimedia de manera más efectiva.
3. Profundizar en los contenidos conceptuales clave sobre sistemas buffer y microbiología, incluyendo ejemplos concretos y explicaciones más detalladas, articulándolo con ejercicios prácticos. Ya que en la presente versión no se implementaron dichos ejercicios matemáticos.
4. Reducir la carga textual en el OVA, aumentando los recursos visuales e interactivos, como infografías, animaciones, esquemas o video cortos. De modo que favorezcan la comprensión sin saturar cognitivamente al estudiante.

12. Referencias

- Almenara, J. C. (2012). Tendencias para el aprendizaje digital: de los contenidos cerrados al diseño de materiales centrado en. *Revista de educación a distancia* -32, págs. 1-27.
- Bolivar, G. (15 de 02 de 2020). *Ecuación de Henderson-Hasselbach* . Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/ecuacion-de-henderson-hasselbalch/>
- Chavarro, B. (2025). *Inducción sobre medios de cultivo* . Bogota , Cundinamarca , Colombia .
- Chavarro, B. (2024). *Metodología para medio de cultivos Actinobacterias* .Obtenido de Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Condori, S. F. (2019). *Aislamiento y caracterización de Streptomyces spp rizoforáceos promotores del crecimiento vegetal*. Delgado, C. (2019). *Características y componentes de los Ovas*. Obtenido de conceptualización:https://upanama.eduic.org/archivos/repositorio/6750/6778/html/1_conceptualizacin.html
- DiCYT, A. (9 de 07 de 2014). *Investigan Actinobacterias con alto potencial industrial* . Obtenido de <https://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=31320>
- Duque, J. E., & López, R. (s.f.). *Evaluación preliminar para aislamiento e identificación bioquímica de Streptomyces sp.. a partir de un nicho ecológico del campus Belmonte de la Universidad libre, seccional Pereira*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17609/EVALUACION%20PRELIMINAR%20PARA%20AISLAMIENTO.pdf?sequence=1>
- Espinosa, A., Dos Santos, A., Berlanga, N., Sanchez, F., Borao, S., & Pueyo, S. (23 de 03 de 2023). *Medios de cultivo* . Obtenido de <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/medios-de-cultivo/>
- Estupiñan, V. (21 de 12 de 2024). *MICROGEN LTDA*. Obtenido de Buffer Fosfato: Uso, preparacion y aplicaciones en microbiologia: <https://www.microgenltda.com.co/micronoticias/microbiologia/buffer-fosfato-uso-preparacion-aplicaciones/>
- Isla, E., & Medina , P. (28 de 09 de 2020). *La enseñanza de las ciencias en pandemia: desafíos actuales y sus proyecciones*. Obtenido de <https://cienciasexperimentales.uahurtado.cl/wpcontent/uploads/2022/04/Laensen%CC%83a-nza-de-las-ciencias-en-pandemia.pdf>
- Libretexts. (18 de 07 de 2013). *Chemistry*. Obtenido de Buffer solutions: Libretexts. (2023, 18 julio). 14.8: Buffer solutions. Chemistry LibreTexts. https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/ChemPRIME_%28Mo

ore_et_al.%29/14%3A_Ionic_Equilibria_in_Aqueous_Solutions/14.08%3A_Buffer_Solutions

- Mejía, A. R. (25 de 01 de 2021). Enseñar química en un mundo complejo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018893X2020000200091
- MEN. (07 de 02 de 2017). Objetos virtuales de aprendizaje-OVA. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/portal/secciones/Glosario/82739:OBJETOS-VIRTUALES-DEAPRENDIZAJE-OVA>
- Montaño, B. I., Andrade, M. G., Cristancho, M. A., & Gómez, E. C. (2018). Diseño e implementación de objetos virtuales de aprendizaje (Ova) de. Obtenido de Trabajo de investigación para optar por el título de Magister en Educación: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35215/Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20OVA%20para%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20la%20fotosintesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Montaño, I., Guayazan, M., Alfonso, C., & Gordillo, E. (2018). Diseño e implementación de objetos virtuales de aprendizaje (Ova) de realidad aumentada, para la enseñanza de la fotosíntesis. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35215/Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20OVA%20para%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20la%20fotosintesis.pdf?sequence=2>
- Naranjo, L. M., & Puga Peña, L. (15 de 07 de 2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. Sophia, colección de Filosofía de la Educación. Obtenido de : <https://www.redalyc.org/journal/4418/441849209001/html/>
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En M. S. Wiske, La enseñanza para la comprensión (págs. 69-92).
- Selles, N. H. (31 de 07 de 2021). La importancia de la interacción en el aprendizaje en entornos virtuales en tiempos de COVID-19. Obtenido de file:///C:/Users/i5/Downloads/motuestudio,+a09_es.pdf
- Stone Wiske, M. (1999). ¿Qué es la enseñanza para la comprensión? En S. W. M, La enseñanza para la comprensión (págs. 95-123).
- Tunez, I., Galvan, A., & Fernandez, E. (s.f.). *pH y amortiguadores: Tampones fisiologicos*. Obtenido de <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/06%20pH%20AMORTIGUADORES.pdf>
- Vasquez, J. (18 de 04 de 2024). *Enfoque de métodos mixtos y sus diseños: descripciones, aplicaciones y procesos*. Obtenido de <https://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2024/04/Enfoque-de-metodos-mixtos-y-sus-disenos-descripciones-aplicaciones-y-procesos.pdf>
- Vazquez, J. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de Buffer medio de cultivo: <https://www.scribd.com/document/734838635/Buffer-Medio-de-cultivo>

ANEXO 1. IMÁGENES OVA

13. ANEXOS

Evidencias módulos del OVA

Evidencia 1.

INICIO MÓDULO 1 MÓDULO 2 MÓDULO 3 MÓDULO 4

BIENVENIDOS A BUFFERBIOTECH

Tópico generativo

Los sistemas buffer o los arquitectos que sostienen la vida y la ciencia, abordados desde su impacto en la regulación de pH en sistemas biológicos y en medios de cultivo, ya que proporciona condiciones óptimas para el crecimiento y metabolismo de microorganismos.

MÓDULOS

A continuación, encontrará 4 módulos dedicados a la temática de sistemas buffer...
[Read more](#)

Módulo 1

Módulo 2

Módulo 3

Módulo 4

Evidencia 2

INTRODUCCIÓN

METAS PARA LA COMPRENSIÓN

1. Comprender el origen e importancia de los sistemas buffer en la ciencia y en la vida.
2. Explicar la importancia de las soluciones buffer en la regulación del pH
3. Interpretar cada uno de los términos de la ecuación

Soluciones buffer y/o amortiguadoras

Una solución o sistema buffer es aquella la cual es resistente a cambios de pH cuando se agregan ácidos o bases fuertes. Se utilizan para calibración de peachimetros, equilibrar un sistema para que la reacción pueda producirse en óptimas condiciones, para el cultivo de bacterias, hongos, levaduras controlando el pH de las dichas soluciones.

Las soluciones buffer son un eje fundamental en la regulación y mantenimiento de sistemas esenciales para la vida.

Imagen 1. Creada con IA. Gamma

HISTORIA

[Ingresa aquí](#)

Imagen 2. Creada con IA. Gamma

Evidencia 3

METAS DE COMPRENSION

1. Comprender que los microorganismos requieren un pH óptimo para su crecimiento y producción de metabolitos.
2. Analizar el efecto del pH en el crecimiento de *Streptomyces*.
3. Relacionar el uso de los buffer en los procesos de biotecnología y microbiología.

MicroAVENTURA

¡Vamos!

Y SI LOS BUFFER NO ESTÁN, ¿QUE PASARÍA?

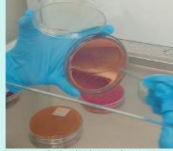


Imagen 1. Siembra de microorganismos en Agar. Fotografía tomada por Yelimi Torres.

Ingresar acá: [Te lo contare](#)



Imagen 2. Creada con IA. Gamta

¿Como afectan los buffer en el crecimiento de los microorganismos?

En microbiología, los buffers son fundamentales porque muchas reacciones bioquímicas y procesos de crecimiento microbiano dependen de un pH estable. **Responde a estas claves de éxito:**

Aplicación de buffer	Descripción
1. Crecimiento óptimo	Todo microorganismo tiene un rango de pH específico en donde se favorece el desarrollo y crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos sin que el medio se vuelva muy ácido o alcalino.
2. Estabilidad reacciones enzimáticas	Muchas enzimas microbianas solo funcionan en rangos específicos de pH. Un cambio drástico en el pH desnaturaliza las enzimas y afectan los procesos metabólicos esenciales.
3. Investigación y biotecnología	En los procesos de producción de metabolitos secundarios, el uso de buffers por ejemplo en fermentaciones asegura las condiciones para biosíntesis de compuestos.
4. Pruebas bioquímicas y tinción de Gram	Ayudan a evitar cambios en las condiciones del ensayo manteniendo estable el sistema asegurándose que las reacciones no se alteren.



Imagen 3. Siembra de microorganismos de *Streptomyces*. Fotografía tomada por Yelimi Torres.

Evidencia 4

APLICACIÓN EN LABORATORIO

Introducción a los *Streptomyces*

Pertenece al filo Actinobacteria y se encuentran principalmente en el suelo, en donde el género *Streptomyces* ocupa un lugar fundamental por sus características como metabolito secundario en aplicaciones como medicina, agricultura y microbiología ambiental.

Son bacterias filamentosas, estas redes filamentosas se llaman micelio, los cuales son muy similares a los hongos, permitiendo colonizar grandes áreas del sustrato.



Imagen 4. Crecimiento de microorganismos de *Streptomyces*. Fotografía tomada por Yelimi Torres.

Importancia de los *Streptomyces*

Ingresar aquí

Efecto del pH en el crecimiento y producción de metabolitos en *Streptomyces*

Aspecto	Descripción	Fuente
Producción a pH neutro (7.0)	Los <i>Streptomyces</i> producen una mayor cantidad y diversidad de metabolitos secundarios. Se identificaron hasta 3 veces más compuestos que a pH 5.0 indicando que un pH neutro favorece el proceso de biosíntesis.	MIDPI (2024)
Variabilidad entre cepas	Diferentes cepas tienen preferencias de pH óptimo para crecimiento y producción de metabolitos distintos: algunas crecen mejor y producen más metabolitos a pH 5.0, otras a pH 6.0, 7.0 o incluso un medio básico de 10.0 en donde el crecimiento puede ser mejor.	ResearchGate
Shock ácido o cambios bruscos de pH	Un cambio repentino a pH bajo puede inducir a una mayor producción de metabolitos. Un ejemplo es la actinorrodina (antibiótico azul) producido por <i>S. coelicolor</i> , indicando que el estrés por pH puede activar rutas biosintéticas.	JMB (Journal of Microbiology and Biotechnology)



Imagen 5. Preparación medios de cultivo. Fotografía tomada por Yelimi Torres.

Liu, T., Gui, X., Zhang, G., Luo, L., & Zhao, J. (2024). *Streptomyces-Fungus Co-Culture Enhances the Production of Borrelidin and Analogs: A Genomic and Metabolomic Approach*. *Marine Drugs*, 22(7), 302. <https://doi.org/10.3390/md22070302>

Evidencia 5

Soluciones amortiguadoras del pH y el pHC

Deben tener la capacidad de "amortiguar" una cantidad de moles determinada del ácido fuerte o de base fuerte de las formas que el pH y el pHC de la solución no viene de forma apreciable. Comparando con el pH y el pHC de la solución inicial.

Soluciones que pertenecen a este sistema de ácido-base

1. Un ácido débil (monoprótico) y su base conjugada (sal) o un ácido poliprótico y sus sales (bases conjugadas, que deben ser electrolitos fuertes).

Tipo de sistema buffer	Características del ácido	Ejemplo de ácido	Base conjugada / sal	Observaciones
Ácido débil monoprótico + base conjugada	Dona un protón (H ⁺) y se disocia completamente en solución.	Ácido acético (CH ₃ COOH)	Acetato de sodio (CH ₃ COONa)	Forma un sistema buffer ácido que mantiene el pH ácido en un rango moderado.
Ácido poliprótico + sus sales (bases conjugadas)	Dona más de un protón, con diferentes constantes de equilibrio según la cantidad de protones perdidos.	Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)	Cloruro de amonio (NH ₄ Cl)	Los ácidos débiles polipróticos fuertes, o débil, se amortiguan completamente, aumentando la capacidad buffer del sistema.

Base débil
Una base débil es aquella que no se disocia completamente en agua para aceptar protones (H⁺).

Ejemplo de base débil
Amoníaco (NH₃)

Reacción en agua
NH₃ + H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻

Sal del ácido conjugado
Es una sal que contiene el ácido conjugado de la base débil y debe ser un electrolito fuerte, lo que significa que se disocia completamente en solución.

Ejemplo de sal
Cloruro de amonio (NH₄Cl)

Disociación de la sal
NH₄Cl → NH₄⁺ + Cl⁻

Ácido poliprótico
Un ácido que puede donar más de un protón (H⁺). Se disocia en varios pasos.

Ejemplo de ácido poliprótico
Ácido fosfórico (H₃PO₄)

1. H₃PO₄ ⇌ H₂PO₄⁻ + H⁺

2. H₂PO₄⁻ ⇌ HPO₄²⁻ + H⁺

3. HPO₄²⁻ ⇌ PO₄³⁻ + H⁺

Ejemplo anfótero (AH[±])
H₂PO₄⁻ (ambos tipos fuertes) sal del ácido fosfórico parcialmente neutralizada. Tiene comportamiento ácido o básico dependiendo del pH.

Comportamiento ácido
Dona un protón (H⁺):
H₂PO₄⁻ ⇌ HPO₄²⁻ + H⁺

Comportamiento básico
Acepta un protón (H⁺):
HPO₄²⁻ + H⁺ ⇌ H₂PO₄⁻

3. Una especie anfótera, AH[±] (sal del ácido poliprótico parcialmente neutralizada, que posee propiedades ácidas y básicas dependiendo del pH.

Información tomada y adaptada de Clavijo, A. (2002). Fundamentos de química analítica: Equilibrio iónico y análisis químico. En A. Clavijo.

Evidencia 6

¿De que depende una solución buffer?

- Diferencia entre pH y pHC**
pH: Mide la acidez real de la solución.
pHC (pH calculado): Es el valor estimado del pH según las concentraciones iniciales de los componentes del buffer, sin tener en cuenta ajustes como actividad iónica o efectos secundarios.
Un buffer es más efectivo cuando el pH real está muy cerca del pHC.
- Concentración analítica**
Es la suma de las concentraciones molares del ácido débil y su base conjugada en la solución buffer.
A mayor concentración analítica, mayor capacidad del buffer para recibir cambios de pH.
- Capacidad amortiguadora**
Es la cantidad de ácido o base fuerte que se puede agregar a la solución antes de que su pH cambie significativamente (por ejemplo, en ±1 unidad). Se mide en moles por litro.
Una buena solución buffer tiene alta capacidad amortiguadora, lo que significa que "amortigua" mejor los cambios de pH.
- Fuerza iónica**
La fuerza iónica del medio afecta el equilibrio químico del buffer, ya que modifica la actividad de los iones presentes.
Cambios en la fuerza iónica pueden hacer que el pH real se desvíe del valor calculado.



Imagen 2 tomada de Author (2021, 23 septiembre). ReActiva man. https://www.reactiva.com.co

REFLEXIONA:

1. ¿Porque los carbonatos son importantes?



Imagen 3. Creada con IA. Gamma

Descubrelo: [Ingresar aquí](#)

Responde las siguientes preguntas:
Ingresar al link

<https://forms.office.com/r/PySn9ZrmS3?origin=ipr.link>

Evidencia 7

¿Qué pasaría con tu cuerpo si perdiera el equilibrio de pH?




Imagen 1. Muestras medios de cultivo, para sembrar microorganismos aislados de tejido., Fotografía tomada por Yermi Torres

Averigüalo. Ingresar aquí

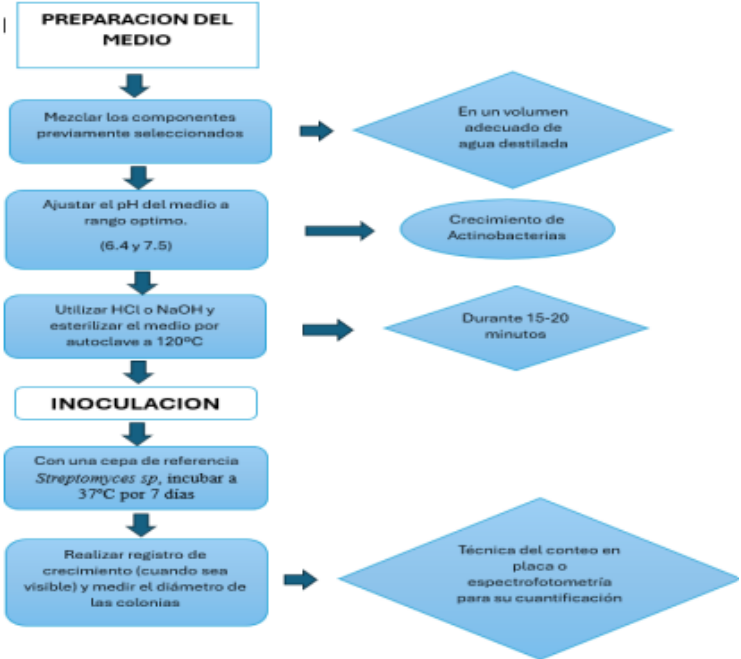
Ejercicio práctico

Pulsar aquí →

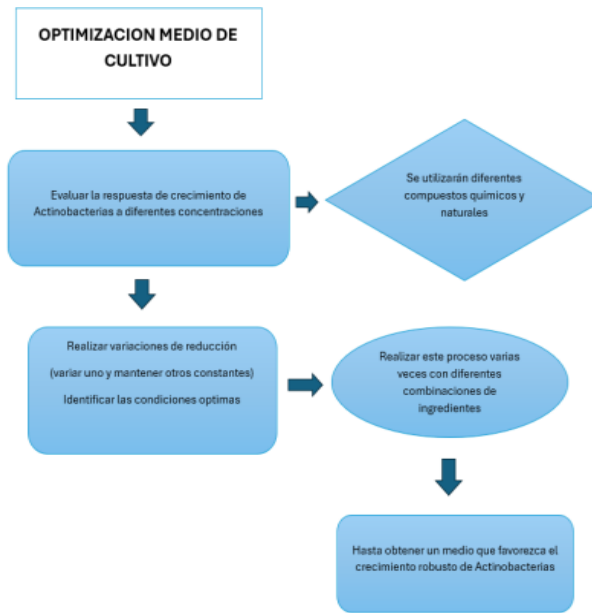
ANEXO 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Se presenta la metodología que se usó junto a la Dra. Bibiana Chavarro para realizar las respectivas prácticas de laboratorio

Diagrama de flujo para la preparación e inoculación del medio.



Tomado de: Creación propia, metodología adquirida de (Chavarro, 2024)



Tomado de: Creación propia, metodología adquirida de (Chavarro, 2024)

ANEXO 3. EVIDENCIA SALIDA DE CAMPO CON EL GRUPO DE SISTEMAS ORGANICOS II A LOS LABORATORIOS CLINICOS DE LA UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA.

Fecha: 2 mayo de 2025

Imagen 9.



Fuente. Torres, Y (2025)

Imagen 10



Fuente. Torres, Y (2025)

Imagen 11



Fuente. Torres, Y (2025)

Imagen 12.



Fuente. Torres, Y (2025)

Imagen 13



Fuente. Torres, Y (2025)

Imagen 14



Fuente. Torres, Y (2025)

Nota. Los estudiantes que aparecen en cada una de las fotografías dieron su consentimiento para hacer uso del material con fines estrictamente académicos.

ANEXO 4. EXCEL DATOS OBTENIDOS PRUEBA DE CARACTERIZACIÓN

https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/:x:/r/personal/yjtorres_upn_edu_co/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B2E74EF28-7B0A-46CE-8BA6-EDE2E255A23F%7D&file=Prueba%20de%20caracterizaci%C3%B3n%20del%20grupo%20de%20Sistemas%20Organicos%20II.xlsx&action=edit&mobileredirect=true&wdMsFormsCorrelationId=9fac5033-7a50-4530-b445-1c6e68cbcbf0&wdf=%20Microsoft.Office.Excel.FMsFormsMetadataInWorkbookMetadata%3Atrue

ANEXO 5. GUIA DE LABORATORIO Y EVIDENCIA DE LAS RESPUESTAS DE LOS ELQ-GL

Guía de laboratorio-salida de campo



Nota. Qr para ingresar al instrumento

Evidencia de las respuestas por grupo de laboratorio



Grupo Laboratorio 1.



Grupo Laboratorio 2



Grupo Laboratorio 3



Grupo Laboratorio 4



Grupo Laboratorio 5

ANEXO 6. Enlace padlet concepciones previas

<https://padlet.com/jojetori12/qu-relaci-n-crees-que-puede-haber-entre-los-procesos-que-se--ilt5mq4fayh1yb12>

ANEXO 8. Enlace padlet respuestas de finalización post salida de campo

<https://padlet.com/jojetori12/reflexi-n-qu-fue-lo-m-s-significativo-que-aprendiste-durante-cd79ea7mxs5921yr>

ANEXO 9. CONSENTIMIENTO INFORMADO A LOS ESTUDIANTES



ANEXO 10. Validación de instrumento



ANEXO 11. Matriz de análisis OVA

Unidad temática	Categoría	Definición conceptual	Desempeño Alto	Desempeño Medio	Desempeño Bajo
<i>Historia y ecuación de Henderson Hasselbach</i>	<i>Comprensión conceptual</i>	Reconoce el concepto de sistema buffer y su ecuación matemática	El estudiante identifica y explica con claridad el concepto de sistema buffer y la ecuación de Henderson-Hasselbach, aplicación conceptual	El estudiante reconoce el concepto de sistema buffer, pero tiene dificultades conceptuales para su aplicación teórica respecto a la ecuación de Henderson Hasselbach	El estudiante no reconoce ni explica teóricamente el concepto del sistema buffer y tampoco la ecuación de Henderson y Hasselbach.

<i>Microbiología y buffer</i>	Transferencia interdisciplinar	Desarrolla la capacidad de conectar la función del sistema buffer con cultivos microbianos, su importancia y aplicabilidad en otras áreas del conocimiento.	Relaciona el uso de sistemas buffer con el crecimiento óptimo y aplica sus conocimientos a su contexto real.	Muestra conexiones generales entre sistema buffer y microbiología, pero con una argumentación poco fundamentada.	No logra establecer relaciones entre los sistemas buffer y el contexto microbiológico.
<i>Química y buffer</i>	Aplicación del conocimiento	Usa conceptos químicos como ácido-base, capacidad amortiguadora, pKa, entre otros para comprender los sistemas buffer.	El estudiante aplica de forma correcta los conceptos químicos a la función de los sistemas buffer.	El estudiante aplica algunos conceptos con errores o poca profundidad.	El estudiante presenta dificultades para aplicar los conceptos químicos al funcionamiento de un sistema buffer.
<i>Aplicación al contexto real</i>	Contextualización	Reconoce la presencia de los sistemas buffer en su entorno cercano (sangre, alimentos, suelo, océanos, etc.) aportando la capacidad de comprensión.	Da ejemplos claros y concretos, en donde explica como los sistemas buffer son esenciales para el correcto funcionamiento de un sistema más grande.	Reconoce, pero no apropia la importancia de los sistemas buffer, por ende, no aporta una explicación profunda.	No identifica ejemplos de su entorno y tampoco logra explicarlos correctamente.
<i>Todas las unidades</i>	Pensamiento crítico y reflexivo	Analiza, argumenta y reflexiona sobre lo aprendido.	Analiza con profundidad, reflexiona críticamente y fundamenta los conocimientos adquiridos respecto a los contenidos.	El estudiante reflexiona de manera general, no presenta una argumentación sólida y su reflexión carece de profundidad conceptual.	No reflexiona, ni analiza sobre los contenidos, se evidencia una carencia en las relaciones significativas.

ANEXO 12.

Preguntas módulo 3:

P1: ¿Qué diferencia hay entre una solución buffer y una solución neutra? ¿Ambas pueden mantener el pH constante?

P2: ¿Por qué el sistema amortiguador bicarbonato/ácido carbónico es crucial para el mantenimiento del pH sanguíneo en los seres humanos?

P3: ¿Cómo afecta la concentración de los componentes de un buffer a su capacidad amortiguadora?

P4: ¿Por qué es importante el pKa de un ácido en la elección de un sistema buffer para una aplicación específica?

P5: Si una solución buffer se diluye con agua destilada, ¿su capacidad amortiguadora aumenta, disminuye o permanece igual?

P6: ¿De qué manera las propiedades químicas del bicarbonato de sodio lo hacen útil tanto en la cocina como en la medicina?

P7: ¿Qué relación existe entre la generación de dióxido de carbono en una reacción de carbonatos y la conservación de alimentos?

Anexo 12. Respuestas a preguntas abiertas. Encuesta de percepción

Depurar cositas, detalles que siempre se pasan.
No, la verdad me pareció muy acorde todo
Podría dejarse actividades de tarea para practicar más la temática
agreguen más informacion
Se le podría agregar una guía docentes y guía para el aprendiz para que haya un uso optimo del espacio virtual para el aprendizaje.
uniformar la paleta de colores, para mantener un componente visual activo sin saturar o sobrecargar
no
Ninguno
No ninguna
Mejorar los documentos con respecto a la navegación
El OVA usado contiene imágenes y eso es algo muy positivo para que uno como docente y estudiante comprenda mucho mejor.
Que se mejoren los botones ya que al oprimirlos no redireccionaba a la página esperada

Depurar cositas, detalles que siempre se pasan.

No, la verdad me pareció muy acorde todo

Podría dejarse actividades de tarea para practicar más la temática

agreguen más información

Se le podría agregar una guía docentes y guía para el aprendiz para que haya un uso óptimo del espacio virtual para el aprendizaje.

uniformar la paleta de colores, para mantener un componente visual activo sin saturar o sobrecargar

no

Ninguno

No ninguna

Mejorar los documentos con respecto a la navegación

El OVA usado contiene imágenes y eso es algo muy positivo para que uno como docente y estudiante comprenda mucho mejor.

Que se mejoren los botones ya que al oprimirlos no redireccionaba a la página esperada