



ENSEÑARA TRAVÉS DE LA PRÁCTICA

Conceptos con Simulaciones Aplicadas y Reactivos Universales

LABiEMol-III

Organizadoras

Helena Carla Castro & Silvia Elena Olazábal Toledo

Volume 3 – Spanish Version

**Helena Carla Castro
Silvia Elena Olazábal Toledo
(Organizadoras)**

**ENSEÑAR A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA:
Conceptos con Simulaciones Aplicadas y Reactivos
Universales**

VOLUME 3

**RIO DE JANEIRO
TATIANA MILITÃO
2024**

Diseño de Maquetación/Gráfico: Dras. Helena Carla Castro, Mansur Dewu Muhammad, Leonardo Micelli, Leonardo Micelli, y Victor Evangelho
Arte de Portada: Victor Evangelho

Apoyo Financiero: Agradecemos a CAPES, FAPERJ y CNPq por las becas, así como a PPGPatol, PPBI y PGCTIN de la UFF por su asistencia técnica y científica.

Enseñar a través de la Práctica: Construyendo Conceptos con Simulaciones Aplicadas y Reactivos Universales / Organizadoras: Helena Carla Castro y Silvia Elena Olazábal Toledo. TO Tatiane Militão, 2024. 44p.

ISBN: 978-65-01-31390

1.Enseñanza, 2.Patología, 3.Biotecnología, 4. Práctica. I. Castro, Helena Carla. II. Toledo, Silvia Elena Olazábal

La descarga y el intercambio de la obra están permitidos siempre que se otorgue crédito a los autores, pero no se puede modificar de ninguna manera ni utilizar con fines comerciales.

Cómo citar

Documento completo CASTRO, Helena Carla; OLAZÁBALTOLEDO, Silvia Elena (eds.). ENSEÑAR A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA: Construyendo Conceptos con Simulaciones Aplicadas y Reactivos Universales, Niterói, RJ, TO: LABiEMol, 2024.

Cada capítulo

APELLIDO, Nombre; Título del capítulo. En: CASTRO, Helena Carla; OLAZÁBALTOLEDO, Silvia Elena (eds.). ENSEÑAR A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA: Construyendo Conceptos con Simulaciones Aplicadas y Reactivos Universales, Niterói, RJ: TO: LABiEMol, 2024.

NO DUDES EN CONTACTAR A LOS ORGANIZADORES DEL LIBRO CON CUALQUIER PREGUNTA SOBRE CÓMO UTILIZAR LAS LECCIONES PRÁCTICAS. ESTAMOS AQUÍ PARA APOYARTE Y ASEGURAR QUE SAQUES EL MÁXIMO PROVECHO DE ESTE RECURSO!hcastro@id.uff.br

ÍNDICE

PRÓLOGO / Pág.5 Helena Carla Castro y Silvia Elena Olazábal Toledo.

INTRODUCCIÓN / Pág.6 Helena Carla Castro.

CAPÍTULO I / Pág.8 Simulación Aplicada, Sección Interdisciplinaria – Biotecnología/Patología. **TEMA:** COMPRENSIÓN DE LAS VACUNAS Y SU IMPORTANCIA MÉDICA. Autores: Sueli Braga, Aldo Rodrigues, Nadja Avila, Leonardo Miceli y Helena Carla Castro.

CAPÍTULO II / Pág.17 Simulación Aplicada, Sección Interdisciplinaria - Patología/Oncología. **TEMA:** PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA EL CÁNCER DE PRÓSTATA. Autores: Helena Carla Castro, Nayra Cordeiro da Conceição, Thais Dias, Leonardo Miceli y Nathalia da Rosa Coelho Martins.

CAPÍTULO III / Pág.26 Simulación Aplicada, Sección Interdisciplinaria – Patología/Inmunología. **TEMA:** IDENTIFICACIÓN DE ALERGIAS PARA UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA. Autores: Helena Carla Castro, Marcelo Rodrigues, Amanda Santos Antunes, Leonardo Miceli y Aldo Rodrigues.

CAPÍTULO IV / Pág.34 Simulación Aplicada, Sección Interdisciplinaria - Patología/Bioquímica. **TEMA:** EL pH Y SU IMPORTANCIA MÉDICA. Autores: Mansur Dewu Muhammad, Isabela Marinho Américo, Luis Eduardo Cople Maia de Faria y Helena Carla Castro.

REFERENCIAS / Pág.43

SOBRE LOS EDITORES / Pág.44

PRÓLOGO

El uso de la simulación como estrategia de enseñanza ha ganado importancia en muchos contextos educativos, especialmente en disciplinas relacionadas con la salud. Sin embargo, su aplicación en las ciencias básicas sigue siendo limitada, particularmente en lo que respecta a la correlación directa con aspectos prácticos relacionados con las profesiones de la salud. Este libro no es solo una guía; es un punto de partida para aplicar sus principios, aplicaciones prácticas y estudios de caso inspiradores, equipando tanto a estudiantes como a profesionales para impulsar la innovación, mientras honramos nuestra responsabilidad colectiva hacia las generaciones futuras al explorar clases prácticas.

Este libro aborda el desarrollo e implementación de clases prácticas que utilizan indicadores de pH, a los que hemos llamado reactivos universales. Estos reactivos seguros pueden usarse en un contexto práctico y/o para facilitar la comprensión de la relación entre el conocimiento fundamental de diferentes áreas básicas, y diversos temas de Biotecnología y Salud, así como el diagnóstico de enfermedades, a través de simulaciones de laboratorio.

Cada simulación emplea un indicador de pH extraído de col lombarda, destacando su potencial para conectar disciplinas básicas con aplicaciones clínicas y/o profesionales. Además, se sustituyeron muestras biológicas como suero de plasma por vinagre de manzana, ya que este libro presenta un llamado a la acción utilizando materiales simples para simular contextos complejos.

Este libro es el resultado de un esfuerzo colaborativo entre la Dra. Helena Carla Castro, del Departamento de Biología Celular y Molecular de la Universidad Federal Fluminense (UFF) en Niterói, Brasil, y la Prof. Silvia Elena Olazábal Toledo, otrora profesora de la Universidad de Sancti Spiritus, "José Martí", Cuba. Juntos, organizaron este libro durante sus estudios doctorales en el Programa de Posgraduación en Ciencias y Biotecnología de la UFF en 2024. Es parte de su trabajo producido bajo el Proyecto de Extensión llamado The Human Project, coordinado por la Dra. Helena. Esta iniciativa tiene como objetivo difundir el conocimiento científico en diversos entornos, fomentando el aprendizaje y el compromiso con la ciencia tanto en comunidades académicas como no académicas mediante el uso y la enseñanza de estrategias seguras y de bajo costo.

Niterói, Río de Janeiro, Brasil, 22 de diciembre de 2024
Helena Carla Castro
Silvia Elena Olazábal Toledo

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más definido por la urgencia de la sostenibilidad y la innovación, los principios de la química verde se presentan como un faro de esperanza y responsabilidad. La química verde va más allá de minimizar el daño. Imagina un futuro donde la ciencia y la sostenibilidad estén intrínsecamente vinculadas. Al fomentar la creatividad, la colaboración y la conciencia, empodera a científicos, educadores y líderes de la industria para diseñar soluciones más seguras, eficientes y en armonía con nuestro planeta.

De manera similar, la simulación ha surgido como una herramienta importante en las prácticas educativas en diversas disciplinas, particularmente en áreas relacionadas con la salud y la formación clínica. Permite la recreación de escenarios del mundo real en un entorno controlado y libre de riesgos, ofreciendo a los estudiantes oportunidades de aprendizaje práctico e interactivo. Estudios han demostrado la efectividad de la simulación en la educación médica y de enfermería, destacando su impacto en el desarrollo de habilidades técnicas y el pensamiento crítico [1-2]. Sin embargo, su aplicación en disciplinas como la bioquímica sigue siendo poco explorada.

La Patología, Biotecnología, Bioquímica, Inmunología y Oncología son disciplinas básicas fundamentales en las ciencias médicas, de la salud y biológicas, ya que abordan procesos biológicos humanos y animales complejos. Conceptos como el pH, la producción de anticuerpos y las vacunas son esenciales para comprender la homeostasis fisiológica, siendo cruciales en el diagnóstico y la gestión de diversas enfermedades [3].

En entornos educativos tradicionales, los estudiantes suelen encontrarse con diferentes temas a través de clases teóricas y discusiones abstractas. Este enfoque, sin embargo, puede dificultar la conexión entre teoría y práctica, limitando la capacidad de los estudiantes para relacionar el contenido aprendido en el aula con los escenarios prácticos que enfrentarán en sus carreras. La integración del aprendizaje basado en simulaciones aplicadas en disciplinas básicas presenta una oportunidad única para cerrar esta brecha. Permite a los estudiantes visualizar y comprender mejor el papel de los conceptos aprendidos en la práctica profesional, haciendo que el aprendizaje sea más relevante y significativo [4].

El propósito principal de este libro es presentar clases prácticas basadas en simulaciones que utilizan un indicador de pH natural y seguro, extraído de la col lombarda.

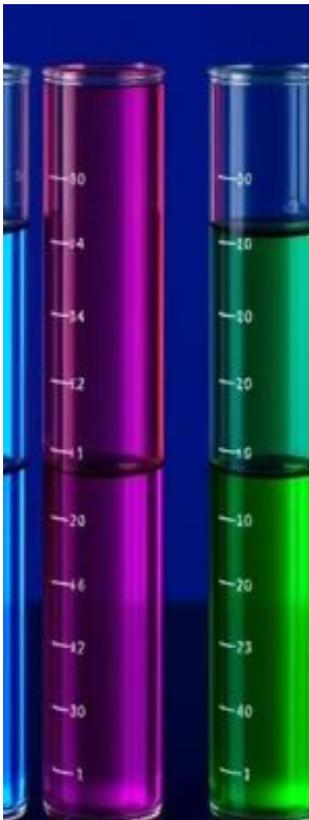
Estas clases fueron desarrolladas para demostrar conceptos de diferentes áreas en un contexto aplicado. La simulación involucró el uso de muestras no biológicas que simulan fluidos corporales, como vinagre de manzana, refresco de limón, agua, bicarbonato y leche de magnesia, disminuyendo los riesgos asociados al uso de muestras biológicas reales.

En estas simulaciones, se desafía a los estudiantes a identificar a estos pacientes, materiales aprobados por voluntarios (por ejemplo, vacunas) y correlacionar los resultados con las condiciones asociadas a los cambios observados. Estas clases prácticas ofrecen una experiencia de aprendizaje atractiva, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un escenario práctico simulado. Al mismo tiempo, este libro busca demostrar la relevancia de las disciplinas básicas para establecer diagnósticos para estudiantes de áreas de salud, promoviendo una comprensión más profunda de cómo los conceptos aprendidos se relacionan directamente con la práctica profesional.

En este libro, cada capítulo permite la discusión de un tema diferente de las áreas de Patología, Biotecnología, Inmunología, Farmacéutica y Oncología, presentando el desarrollo, aplicación y evaluación de esta estrategia de enseñanza basada en simulación. Los resultados de la simulación, incluyendo la retroalimentación de los estudiantes y la efectividad del enfoque en la conexión entre teoría y práctica, deben discutirse siempre al final. A través de este libro, esperamos contribuir a las inversiones en más estudios sobre el aprendizaje basado en simulación y su aplicación en la educación de jóvenes y adultos en diferentes niveles educativos, ya que permite su uso desde estudiantes jóvenes hasta personas mayores.

Todas las clases prácticas incluyen orientaciones distintas para estudiantes/participantes y para monitores y profesores para asegurar que el entorno de simulación se alinee con el enfoque específico para cada tema. Para los estudiantes, solo se presenta el entorno de simulación, mientras que para los monitores y profesores, se informa sobre toda la clase, incluida la preparación del indicador de pH y las "muestras biológicas". El análisis final de los resultados y la discusión también son estimulados, pero no limitados, por algunas preguntas propuestas en este manual para crear un entorno de pensamiento y aprendizaje simultáneo.

Por favor, no dudes en ponerte en contacto con los organizadores del libro si tienes preguntas sobre cómo utilizar las lecciones prácticas (hcastro@id.uff.br). Estamos aquí para apoyarte y asegurarnos de que aproveches al máximo este recurso, así como también estamos abiertos a colaboraciones nacionales e internacionales.



CAPÍTULO I SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Biotecnología-Patología)

Tema: *Comprendiendo las Vacunas y su*

Importancia Médica

Versión: *Monitores y Docentes/Profesores*

Autores: *Sueli Braga,
Aldo Rodrigues,
Nadja Avila,
Leonardo Miceli,
Helena Carla Castro*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución
	Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil

Sección Interdisciplinaria (Biotecnología - Bioquímica)
Versión: Monitores y Docentes/Profesores

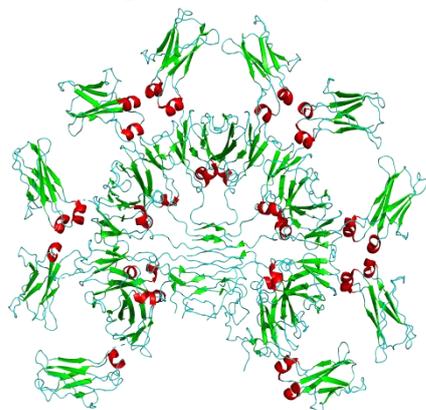
TEMA: COMPRENDER LAS VACUNAS Y SU IMPORTANCIA MÉDICA

1. Introducción

Las vacunas son una de las estrategias más importantes para prevenir enfermedades infecciosas en la actualidad. Al activar el sistema inmunológico para desarrollar anticuerpos contra patógenos específicos, funcionan presentando al cuerpo componentes del agente infeccioso, también llamados antígenos (por ejemplo, proteínas, ARN, ADN o partículas virales inactivadas). Estas moléculas estimulan el sistema inmunológico sin inducir la enfermedad, permitiendo la producción de anticuerpos, que son proteínas con actividad defensiva que protegerán al cuerpo a través de la interacción con las células inmunitarias del individuo vacunado.

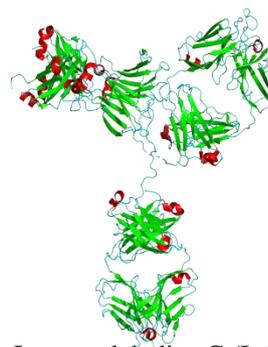
Para verificar la efectividad de la vacuna, la producción de anticuerpos es uno de los principales indicadores de su eficiencia protectora. Entre los anticuerpos evaluados, tenemos:

a) IgM, que indica una respuesta inmunitaria inicial, siendo el primer anticuerpo producido después de la exposición al antígeno.



Inmunoglobulina M (IgM)

b) IgG, un anticuerpo relacionado con la memoria inmunológica y responsable de la protección a largo plazo. La acción neutralizante de estos anticuerpos en el bloqueo de la infección por patógenos es el principal enfoque para evaluar la eficacia de varias vacunas.



Inmunoglobulina G (IgG)

Las pruebas de anticuerpos, también conocidas como serologías porque utilizan suero sanguíneo, se utilizan para evaluar la eficacia de la vacuna midiendo los niveles de anticuerpos específicos en la sangre. Estas pruebas tienen diversos propósitos, entre ellos: a) Confirmación de la respuesta inmunitaria, verificando el nivel de producción de anticuerpos, b) Evaluación de la duración de la protección, mediante el monitoreo de la cantidad de anticuerpos a lo largo del tiempo e indicando la necesidad de dosis de refuerzo, y c) Análisis de estudios clínicos durante el desarrollo de la vacuna, donde las pruebas de anticuerpos ayudan a determinar si una formulación es efectiva antes de ser aprobada para el uso público.

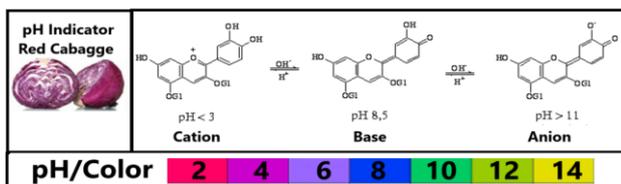
En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que conducirán al análisis de vacunas experimentales contra un patógeno desconocido.

Por lo tanto, es importante realizar una prueba de control negativo (Paciente 1 Normal) donde el suero no cause un cambio en el reactivo utilizado, así como una prueba de control positivo (Paciente 2 Inmunizado) donde se observe la presencia del anticuerpo y se garantice el cambio de color.

En este trabajo, la sustitución del material biológico por simuladores aplicados se realizará utilizando un material diferente para la preparación de las "muestras voluntarias". En este caso, vinagre de manzana. El indicador de pH se preparará como una solución de col roja. Estos reactivos son fácilmente accesibles y sencillos de preparar, con bajo costo y pocos riesgos.

La col roja puede usarse como un indicador ácido-base porque contiene moléculas que cambian de color al entrar en contacto con un ácido o una base. Estas moléculas son antocianinas, pigmentos pertenecientes al grupo de los flavonoides, que son responsables de la amplia variedad de colores en frutas, hojas y flores.

El papel de la antocianina en la planta es proteger contra la luz ultravioleta y prevenir la producción de radicales libres. Esta sustancia es altamente sensible y debe almacenarse en un congelador o refrigerador hasta su uso.



2. Objetivo

Nuestro propósito es simular el análisis de muestras de suero sanguíneo de voluntarios

para la producción de anticuerpos y la idoneidad de las cuatro "vacunas" producidas en la propuesta de simulación aplicada.

3. Reactivos

- 5 jeringas de 5 ml o pipetas plásticas Pasteur.

-5 microplacas recicladas de cultivo celular de 6 pocillos o 14 tubos de vidrio.

- 1 Col Roja.

- 1 Licuadora.

- 1 coladipor.

- Agua y vinagre de manzana



4. Preparación de Reactivos

♦ Indicador de pH:

Pesar 500 g de col roja picada y cocinar con 1 L de agua durante 15 minutos. Luego, licuar y colar a través de un tamiz, almacenando en el congelador. Usar 2 ml del indicador en cada pocillo de la microplaca reciclada de cultivo celular o en cada tubo de vidrio.

• Muestras de pacientes (El volumen depende del uso de tubo o placa)

Voluntario C1 (Normal): Control Negativo

Normal: agua (0,5 ml)

Voluntario C2 (Producción de anticuerpos): Positivo Control

Alterado: vinagre de manzana (0,5 ml)

Voluntario 1: Vacuna 1 (Producción de Anticuerpos)

Alterado: vinagre de manzana (0,5 ml)

Voluntario 2: Vacuna 2 (Necesidad de Dosis de Refuerzo)

Solución de bicarbonato de sodio o leche de magnesia (0,5 ml).

Voluntario 3: Vacuna 3 (No Inmunizado)

Normal: agua (0,5 ml)

Voluntario 4: Vaccine 4 (NoInmunizado)

Normal: agua (0,5 ml)

5. Procedimientos

- Coloque 0,5 ml de cada muestra de paciente en cada pocillo de la placa, respectivamente.
- Transfiera 1 ml de indicador/reactivo;

RESULTADOS	
Sin cambios de color (morado)	Neutro
Verde azulado o verde	Básico
Rosa o rojo	Ácido

Resultado de C1 *Voluntario:*

Resultado de C2 *Voluntario:*

Resultado de 1st *Voluntario:* _____

Resultado de 2nd *Voluntario:* _____

Resultado de 3rd *Voluntario:* _____

Resultado de 4th *Voluntario:* _____

6. Preguntas de Discusión

6.1. Comente (brevemente) sobre los resultados en relación con los pacientes analizados.

6.2. Defina y compare los datos encontrados en función de los grupos de edad de los pacientes.

6.3. ¿Qué tipo de prueba se realizó: directa o indirecta? Justifique.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

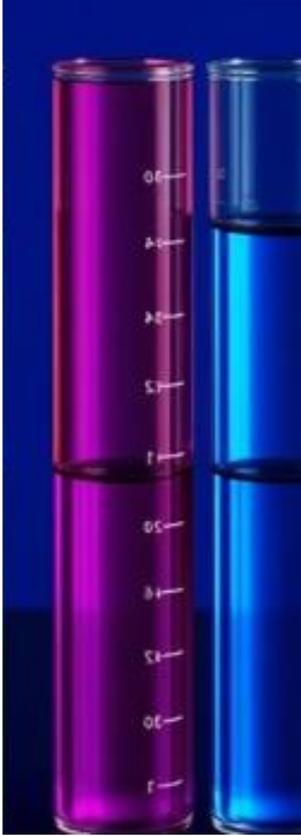
Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO I SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Biotecnología-Patología)

Tema: *Comprendiendo las Vacunas y su*

Importancia Médica

Versión: *Estudiantes/Participantes*

Autores: *Sueli Braga,
Aldo Rodrigues,
Nadja Avila,
Leonardo Miceli,
Helena Carla Castro*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución
	Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil

Sección Interdisciplinaria (Biotecnología-Bioquímica)
Versión: Estudiantes/Participantes

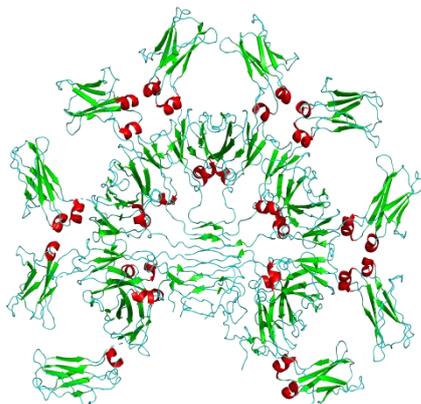
TEMA: COMPRESIÓN DE LAS VACUNAS Y SU IMPORTANCIA MÉDICA

1. Introducción

Las vacunas son una de las estrategias más importantes para prevenir enfermedades infecciosas en la actualidad. Al activar el sistema inmunológico para desarrollar anticuerpos contra patógenos específicos, funcionan presentando al cuerpo componentes del agente infeccioso, también llamados antígenos (por ejemplo, proteínas, ARN, ADN o partículas virales inactivadas). Estas moléculas estimulan el sistema inmunológico sin inducir la enfermedad, permitiendo la producción de anticuerpos, que son proteínas con actividad defensiva que protegerán al cuerpo a través de la interacción con las células inmunitarias del individuo vacunado.

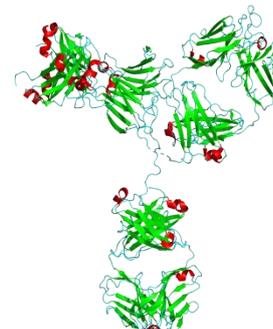
Para verificar la efectividad de la vacuna, la producción de anticuerpos es uno de los principales indicadores de su eficiencia protectora. Entre los anticuerpos evaluados, tenemos:

a) IgM, que indica una respuesta inmunitaria inicial, siendo el primer anticuerpo producido después de la exposición al antígeno.



Inmunoglobulina M (IgM)

b) IgG, un anticuerpo relacionado con la memoria inmunológica y responsable de la protección a largo plazo. La acción neutralizante de estos anticuerpos en el bloqueo de la infección por patógenos es el principal enfoque para evaluar la eficacia de varias vacunas.



Inmunoglobulina G (IgG)

Las pruebas de anticuerpos, también conocidas como serologías porque utilizan suero sanguíneo, se utilizan para evaluar la eficacia de la vacuna midiendo los niveles de anticuerpos específicos en la sangre. Estas pruebas tienen diversos propósitos, entre ellos: a) Confirmación de la respuesta inmunitaria, verificando el nivel de producción de anticuerpos, b) Evaluación de la duración de la protección, mediante el monitoreo de la cantidad de anticuerpos a lo largo del tiempo e indicando la necesidad de dosis de refuerzo, y c) Análisis de estudios clínicos durante el desarrollo de la vacuna, donde las pruebas de anticuerpos ayudan a determinar si una formulación es efectiva antes de ser aprobada para el uso público.

En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que llevarán al análisis de vacunas experimentales contra un patógeno desconocido, ya que fueron contratados por la agencia nacional de salud del país para realizar dicha evaluación. Por lo tanto, es importante realizar una prueba de control negativo (Voluntario C1, Normal), donde el suero no cause un cambio en el reactivo utilizado, así como una prueba de control positivo (Voluntario C2, Inmunizado), donde se observe la presencia del anticuerpo y se garantice el cambio de color."

2. Objetivo

Nuestro propósito es analizar las muestras de suero sanguíneo de los voluntarios para la producción de anticuerpos y la idoneidad de las vacunas producidas.

3. Reactivos

-5 jeringas/pipetas de 5 ml o pipetas Pasteur de plástico.

-5 placas de cultivo celular recicladas de 6 o 12 pocillos o 14 tubos de vidrio.

-Reactivo con antígeno viral marcado con sustancia cromogénica

-Sueros de voluntarios.



4. Preparación de Reactivos

• **Muestras de voluntarios**(*el volumen depende del uso de tubo o placa*)

-Etiquete los tubos/placas correspondientes a los sueros.

Voluntario C1 (Normal): Negativo Control

Voluntario C2 (Inmunizado): Positivo Control

Voluntario 1: Vacuna 1 (Desconocido)

Voluntario 2: Vacuna 2 (Desconocido)

Voluntario 3: Vacuna 3 (Desconocido)

Voluntario 4: Vacuna 4 (Desconocido)

5. Procedimientos

- Coloque 0.5 ml de cada muestra de voluntario en cada pocillo de la placa, respectivamente.
- Transfiera 1 ml del indicador;
- Mezcle y observe el cambio de color del líquido.

RESULTADOS	
Sin cambios de color (morado)	Neutro
Verde azulado o verde	Básico
Rosa o rojo	Ácido

Resultado de C1 Voluntario: _____

Resultado de C2 Voluntario: _____

Resultado de 1st Voluntario: _____

Resultado de 2nd Voluntario: _____

Resultado de 3rd Voluntario: _____

Resultado de 4th Voluntario: _____

6. Preguntas de Discusión

6.1. Comente (de manera sucinta) sobre el resultado relacionado con las vacunas analizadas.

6.2. Defina y compare los datos encontrados para las dos vacunas.

6.3. ¿Qué tipo de prueba se realizó: directa o indirecta? Justifique.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

Enfermedades autoinmunes: Evaluación de autoanticuerpos

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

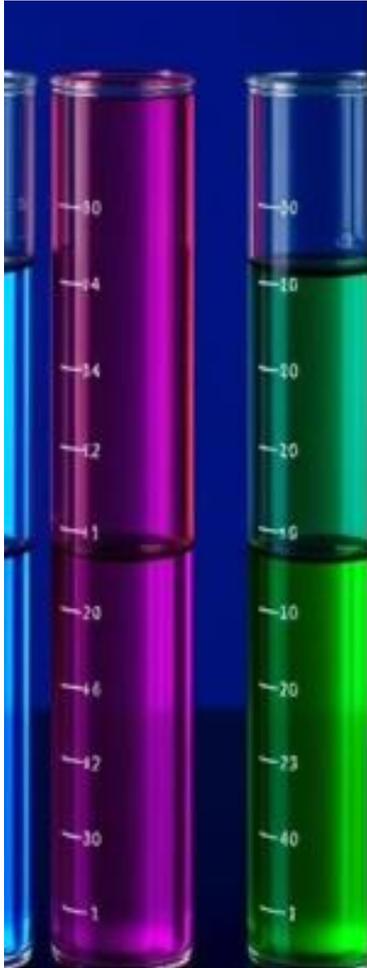
Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos



CAPÍTULO II

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología-Oncología)

Tema: *Prevención y Lucha contra el Cáncer de Próstata*

Versión: *Monitores y Docentes/Profesores*

Autores: *Helena Carla Castro
Nayra Cordeiro da Conceição,
Thais Dias,
Nathalia da Rosa Coelho Martins.
Leonardo Miceli
Aldo Rodrigues*

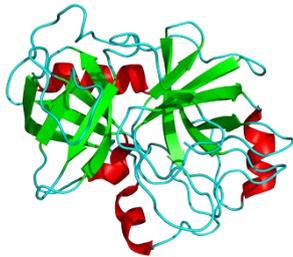
Logotipo de su institución	Nombre de su Institución
	Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil

Sección Interdisciplinaria (Patología-Oncología)
Versión: Monitores y Docentes/Profesores

TEMA: PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA EL CÁNCER DE PRÓSTATA

1. Introduction

El cáncer de próstata es uno de los tipos de cáncer más comunes entre los hombres, especialmente aquellos mayores de 50 años. La detección temprana es esencial para un tratamiento exitoso, y el Antígeno Prostático Específico (PSA, por sus siglas en inglés) es una herramienta importante en este proceso. El PSA es una proteína producida principalmente por las células de la próstata y se encuentra en pequeñas cantidades en la sangre de hombres sanos. Sin embargo, niveles elevados de PSA pueden indicar cambios en la próstata, incluyendo infecciones, hiperplasia benigna o cáncer.



Antígeno Prostático Específico(PSA)

Medir los niveles de PSA en la sangre es una prueba sencilla pero altamente relevante. Generalmente, los niveles por debajo de 4 ng/mL se consideran normales, aunque este rango de referencia varía según la edad, los antecedentes familiares y otros factores. Resultados entre 4 y 10 ng/mL pueden indicar la necesidad de pruebas adicionales, como un examen rectal digital y una biopsia. Valores por encima de 10 ng/mL aumentan la probabilidad de malignidad.

Un punto importante es que el PSA no es exclusivo para detectar el cáncer; otros factores,

como la prostatitis o el agrandamiento benigno de la próstata, también pueden elevar sus niveles. Además, procedimientos recientes, como la colocación de un catéter o la eyaculación, pueden influir temporalmente en los resultados, lo que destaca la importancia de una evaluación clínica detallada

A pesar de sus limitaciones, el PSA desempeña un papel fundamental en la detección y el monitoreo del cáncer de próstata. Ayuda a identificar casos en etapas tempranas, así como a monitorear a los pacientes en tratamiento, siendo útil para evaluar la respuesta terapéutica y la posible recurrencia del tumor. La combinación del PSA con otros métodos diagnósticos mejora la precisión, permitiendo intervenciones más efectivas y personalizadas.

El monitoreo regular del PSA, junto con consultas periódicas con un especialista, es crucial para los hombres que pertenecen a grupos de riesgo, como aquellos con antecedentes familiares de cáncer de próstata o de ascendencia africana, debido a una mayor predisposición genética.

Los principales factores de riesgo para desarrollar cáncer de próstata incluyen: la edad (aumento significativo de la incidencia y mortalidad en hombres mayores de 60 años), los antecedentes familiares (especialmente en parientes de primer grado diagnosticados antes de los 60 años) y aspectos relacionados con el estilo de vida (por ejemplo, obesidad y dieta inadecuada).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), algunas medidas pueden reducir el impacto de estos factores de riesgo.

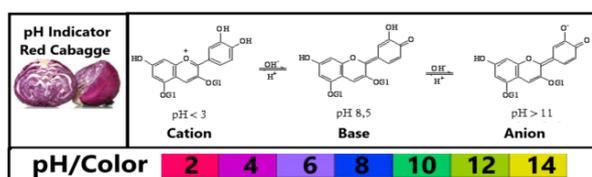
Estas incluyen adoptar una dieta equilibrada, realizar ejercicio físico regularmente, mantener un peso saludable, reducir el consumo de alcohol y combatir el tabaquismo y el sedentarismo.

En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que conduzcan al diagnóstico de los pacientes analizados. Mediante la detección de la presencia de PSA en su suero utilizando un reactivo que contiene anticuerpos contra el PSA, realizarán dos pruebas de control:

- una prueba de control negativo (Paciente 1 Normal) donde el suero no provoca un cambio en el reactivo utilizado, y
- una prueba de control positivo (Paciente 2 con cáncer de próstata) donde se garantiza la presencia de un cambio de color.

El aspecto único de este trabajo es la sustitución de material biológico por simuladores aplicados. Dado que la sustitución de estos materiales biológicos se realizará utilizando vinagre de manzana para preparar las "muestras de voluntarios". El indicador de pH que simula el reactivo formado por anticuerpos contra el PSA será la solución de col morada, que es fácilmente accesible, además de fácil de preparar, con bajo costo y pocos riesgos.

La col morada puede utilizarse como indicador ácido-base porque contiene moléculas que cambian de color al entrar en contacto con un ácido o una base. Estas moléculas son antocianinas, pigmentos que pertenecen al grupo de los flavonoides y son responsables de la amplia variedad de colores en frutas, hojas y flores.



El papel de las antocianinas en la planta es proteger contra la luz ultravioleta y prevenir la producción de radicales libres. Esta sustancia es altamente sensible y debe almacenarse en un congelador hasta su uso.

2. Objetivos

Nuestro propósito es simular el análisis de muestras de suero sanguíneo de pacientes en busca de la producción de PSA para el diagnóstico de cáncer de próstata.

3. Reactivos

- 5 jeringas de 5 ml o pipetas plásticas Pasteur.
- 5 microplacas recicladas de cultivo celular de 6 pocillos o 14 tubos de vidrio.
- 1 Col Roja.
- 1 Licuadora.
- 1 coladipor.
- Agua y vinagre de manzana



4. Preparación de Reactivos

- ♦ **Indicador de pH:**
Pesar 500 g de col roja picada y cocinar con 1 L de agua durante 15 minutos. Luego, licuar y colar a través de un tamiz, almacenando en el congelador. Usar 2 ml del indicador en cada pocillo de la microplaca reciclada de cultivo celular o en cada tubo de vidrio.
- ♦ **Muestras de pacientes:** *El volumen depende del material (tubos o placa) utilizado en la prueba*

Paciente 1 (Normal): Control Negativo
Normal: agua (0.5 ml)

Paciente 2 (Cáncer de Próstata): Control Positivo
Alterado: vinagre de manzana (0.5 ml)

Paciente 3 (Anciano→>60 años): Desconocido (+)

Alterado: vinagre de manzana (0.5 ml)

Paciente 4 (Adulto→19-59 años): Desconocido (-)

Normal: agua (0.5 ml)

Paciente 5 (*Joven→A-J: 15-17 años, J-J: 18-24 años, J-Ad:25-29 años): Desconocido (-)

Normal: agua (0.5 ml)

*A = Adolescente, J = Joven, Ad = Adulto

5. Procedimientos

- ◆ Coloque 0.5 ml de cada muestra de paciente en cada pocillo de la placa respectivamente.
- ◆ Transfiera 1 ml de indicador/reactivo;
- ◆ Mezcle y observe el cambio de color del líquido

RESULTADOS	
Color sin cambios (morado)	Negativo
Rosa o Rojo	Positivo

En el primer paciente: _____

En el segundo paciente: _____

En el tercer paciente: _____

En el cuarto paciente: _____

En el quinto paciente: _____

6. Preguntas de Discusión

6.1. Comente (brevemente) sobre los resultados en relación con los pacientes analizados.

6.2. Defina y compare los datos encontrados analizando la edad de los pacientes.

6.3. ¿Qué tipo de prueba se realizó: directa o indirecta? Justifique.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos.

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro

coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas de **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

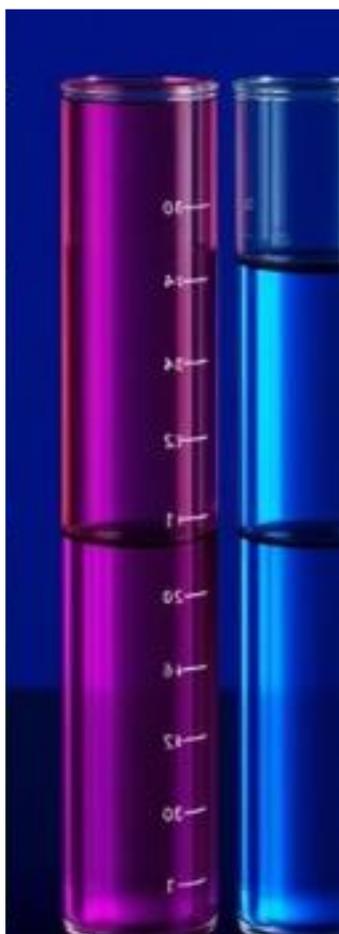
Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO II

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología-Oncología)

Tema: *Prevención y Lucha contra el Cáncer de Próstata*

Versión: Estudiantes/Participantes

Autores: *Helena Carla Castro
Nayra Cordeiro da Conceição,
Thais Dias,
Nathalia da Rosa Coelho Martins.
Leonardo Miceli
Aldo Rodrigues*

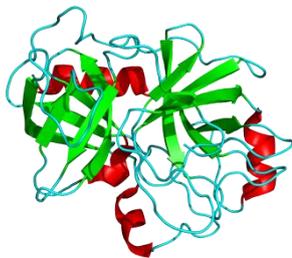
Logotipo de su institución	<p>Nombre de su Institución</p> <hr/> <p>Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil</p>
-----------------------------------	---

Sección Interdisciplinaria (Patología-Oncología)
Versión: Estudiantes/Participantes

TEMA: PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA EL CÁNCER DE PRÓSTATA

1. Introduction

El cáncer de próstata es uno de los tipos de cáncer más comunes entre los hombres, especialmente aquellos mayores de 50 años. La detección temprana es esencial para un tratamiento exitoso, y el Antígeno Prostático Específico (PSA, por sus siglas en inglés) es una herramienta importante en este proceso. El PSA es una proteína producida principalmente por las células de la próstata y se encuentra en pequeñas cantidades en la sangre de hombres sanos. Sin embargo, niveles elevados de PSA pueden indicar cambios en la próstata, incluyendo infecciones, hiperplasia benigna o cáncer.



Antígeno Prostático Específico (PSA)

Medir los niveles de PSA en la sangre es una prueba sencilla pero altamente relevante. Generalmente, los niveles por debajo de 4 ng/mL se consideran normales, aunque este rango de referencia varía según la edad, los antecedentes familiares y otros factores. Resultados entre 4 y 10 ng/mL pueden indicar la necesidad de pruebas adicionales, como un examen rectal digital y una biopsia. Valores por encima de 10 ng/mL aumentan la probabilidad de malignidad.

Un punto importante es que el PSA no es exclusivo para detectar el cáncer; otros factores,

como la prostatitis o el agrandamiento benigno de la próstata, también pueden elevar sus niveles. Además, procedimientos recientes, como la colocación de un catéter o la eyaculación, pueden influir temporalmente en los resultados, lo que destaca la importancia de una evaluación clínica detallada

A pesar de sus limitaciones, el PSA desempeña un papel fundamental en la detección y el monitoreo del cáncer de próstata. Ayuda a identificar casos en etapas tempranas, así como a monitorear a los pacientes en tratamiento, siendo útil para evaluar la respuesta terapéutica y la posible recurrencia del tumor. La combinación del PSA con otros métodos diagnósticos mejora la precisión, permitiendo intervenciones más efectivas y personalizadas.

El monitoreo regular del PSA, junto con consultas periódicas con un especialista, es crucial para los hombres que pertenecen a grupos de riesgo, como aquellos con antecedentes familiares de cáncer de próstata o de ascendencia africana, debido a una mayor predisposición genética.

Los principales factores de riesgo para desarrollar cáncer de próstata incluyen: la edad (aumento significativo de la incidencia y mortalidad en hombres mayores de 60 años), los antecedentes familiares (especialmente en parientes de primer grado diagnosticados antes de los 60 años) y aspectos relacionados con el estilo de vida (por ejemplo, obesidad y dieta inadecuada).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), algunas medidas pueden reducir el impacto de estos factores de riesgo.

Estas incluyen adoptar una dieta equilibrada, realizar ejercicio físico regularmente, mantener un peso saludable, reducir el consumo de alcohol y combatir el tabaquismo y el sedentarismo.

En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que conduzcan al diagnóstico de los pacientes analizados. Mediante la detección de la presencia de PSA en su suero utilizando un reactivo que contiene anticuerpos contra el PSA, realizarán dos pruebas de control:

- una prueba de control negativo (Paciente 1 Normal) donde el suero no provoca un cambio en el reactivo utilizado, y
- una prueba de control positivo (Paciente 2 con cáncer de próstata) donde se garantiza la presencia de un cambio de color.

El aspecto único de este trabajo es la sustitución de material biológico por simuladores aplicados. Dado que la sustitución de estos materiales biológicos se realizará utilizando vinagre de manzana para preparar las "muestras de voluntarios". El indicador de pH que simula el reactivo formado por anticuerpos contra el PSA será la solución de col morada, que es fácilmente accesible, además de fácil de preparar, con bajo costo y pocos riesgos.

2. Objetivos

Nuestro propósito es simular el análisis de muestras de suero sanguíneo de pacientes en busca de la producción de PSA para el diagnóstico de cáncer de próstata.

3. Reactivos

- 5 jeringas de 5 ml o pipetas plásticas Pasteur.
- 5 microplacas recicladas de cultivo celular de 6 pocillos o 14 tubos de vidrio.
- Reactivo con anticuerpos marcados con una molécula cromogénica.
- Suero de pacientes.

4. Preparación de Reactivos

Muestras de Pacientes

- Etiquete los Tubos/Placas correspondientes a los sueros de los pacientes.

Paciente 1 (Normal): Control Negativo

Paciente 2 (Cáncer de Próstata): Control Positivo

Paciente 3 (Anciano → > 60 años): Desconocido

Paciente 4 (Adulto → 29-59 años): Desconocido

Paciente 5 (Joven → A-J: 15-17 años, J-J: 18-24 años, J-Ad: 25-29 años): Desconocido

*A = Adolescente, J = Joven, Ad = Adulto

5. Procedimientos

- ♦ Coloque 0.5 ml de cada muestra de paciente en cada pocillo de la placa, respectivamente.
- ♦ Transfiera 1 ml de indicador/reactivo
- ♦ Mezcle y observe el cambio de color del líquido

RESULTADOS	
Color sin cambios (morado)	Negativo
Rosa o Rojo	Positivo

En el primer paciente: _____

En el segundo paciente: _____

En el tercer paciente: _____

En el cuarto paciente: _____

En el quinto paciente: _____

6. Preguntas de Discusión

6.1. Comente (brevemente) sobre los resultados en relación con los pacientes analizados.

6.2. Defina y compare los datos encontrados analizando la edad de los pacientes.

6.3. ¿Qué tipo de prueba se realizó: directa o indirecta? Justifique.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos.

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo

clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

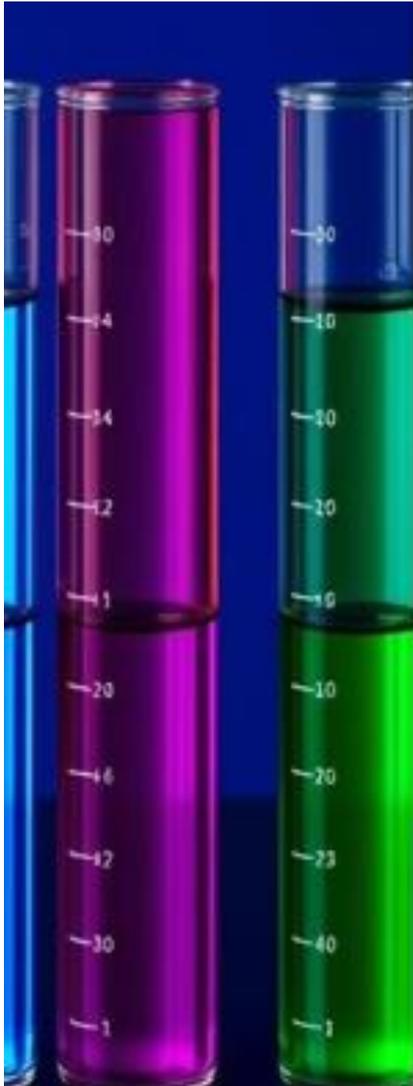
Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO III

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología/Inmunología)

Tema: Identificación de Alergias para una Mejor Calidad de Vida

Versión: Monitores y Docentes/Profesores

Autores: *Helena Carla Castro,
Marcelo Rodrigues,
Amanda Santos Antunes,
Leonardo Miceli
Aldo Rodrigues.*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución
	Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil

Sección Interdisciplinaria (Patología/Inmunología)
Versión: Monitores y Docentes/Profesores

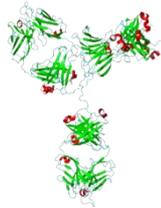
TEMA: IDENTIFICACIÓN DE ALERGIAS PARA UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA

1. Introducción

La alergia es una respuesta inmunitaria exagerada a moléculas llamadas alérgenos. Diagnosticar alergias es crucial para el tratamiento y control de las reacciones alérgicas, y a menudo implica pruebas de laboratorio que evalúan la presencia de anticuerpos específicos.

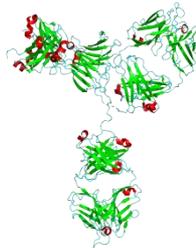
Los anticuerpos más relevantes en el proceso alérgico incluyen:

- **IgE:** asociado con reacciones alérgicas inmediatas, como las desencadenadas por el polen, los ácaros del polvo o los alimentos.



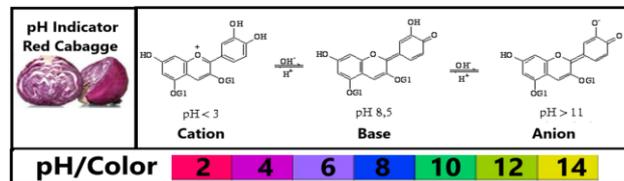
Immunoglobulina E (IgE)

- **IgG:** Involucrada y utilizada en estudios para reacciones retardadas o evaluación de sensibilización prolongada.



Immunoglobulina G (IgG)

Este KitSA de Simulación para el Diagnóstico de Alergias simula las dinámicas de las respuestas inmunes utilizando reactivos sustitutos que reproducen cambios en un entorno controlado. Este enfoque no solo es económico, sino también sostenible y educativo, empleando indicadores de pH naturales como el extracto de col roja.



Las antocianinas presentes en la col roja son pigmentos naturales que cambian de color según el pH, lo que las hace útiles para simular cambios químicos relacionados con el diagnóstico de alergias. Estas moléculas también tienen propiedades antioxidantes, lo que refuerza su papel en la protección de las plantas contra los estrés ambientales.

2. Objetivo

Nuestro propósito es simular el diagnóstico de alergias analizando muestras simuladas, reproduciendo reacciones químicas que imitan respuestas alérgicas, como la liberación de mediadores inflamatorios.

3. Reactivos y Materiales

- 10 jeringas de 5 mL o pipetas Pasteur desechables.
- 6 placas de pocillos recicladas o 10 tubos de vidrio.
- 1 col roja.
- 1 licuadora y colador.
- Agua, vinagre, soda de limón, leche de magnesia y bicarbonato de sodio.
- Etiquetas para identificar los materiales.

4. Preparación de Reactivos

Indicador de pH

- 1) Pique 500 g de col roja y añada 1 L de agua.
- 2) Cocine durante 15 minutos
- 3) Licúe la mezcla y cuélela usando un colador fino.
- 4) Guárdela en una botella limpia y manténgala refrigerada.
- 5) Use 2 mL de la solución en cada pocillo o tubo para las pruebas.

Muestras de Pacientes

Cada paciente simulado representará una condición específica de respuesta alérgica:

Paciente	Normal (Control)	Alterado (Respuesta alérgica)
Paciente 1	Agua (5 mL)	Vinagre (5 mL)
Paciente 2	Agua (5 mL), Bicarbonato (5 mL)	Soda (5 mL), Leche de Magnesia (5 mL)
Paciente 3	Agua (5 mL), Leche de Magnesia (5 mL)	Leche de Magnesia (5 mL), Soda (5 mL)
Paciente 4	Soda (5 mL)	Vinagre (5 mL)

5. Procedimiento Experimental

1. Identifique los pocillos o tubos con las condiciones correspondientes a cada paciente.
2. Añada 5 mL de la muestra preparada del paciente a cada contenedor.

3. Añada 2 mL del indicador de pH a cada pocillo o tubo.
4. Mezcle suavemente
5. Observe y registre los cambios de color utilizando la siguiente tabla:

Color Observado	Condición de pH	Interpretación
Púrpura	Neutral	Respuesta normal
Azul-verdoso	Básico	Posible reacción alérgica leve
Rosa o rojo	Ácido	Reacción alérgica intensa

6. Results and Discussion

- **Paciente 1:** _____
- **Paciente 2:** _____
- **Paciente 3:** _____
- **Paciente 4:** _____

Preguntas para Discusión

1. Compare los resultados obtenidos para los diferentes pacientes.
2. Relacione las condiciones simuladas con la producción de anticuerpos o la necesidad de un refuerzo diagnóstico.

7. Conclusión

Este experimento permite comprender los conceptos básicos del diagnóstico de alergias de una manera práctica e interactiva. El uso de reactivos naturales, como el extracto de col roja, ofrece una alternativa accesible y efectiva para simulaciones educativas de procesos inmunológicos.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas de **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO III

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología/Inmunología)

Tema: Identificación de Alergias para una Mejor Calidad de Vida

Versión: Estudiantes/Participantes

Autores: *Helena Carla Castro,
Marcelo Rodrigues,
Amanda Santos Antunes,
Leonardo Miceli
Aldo Rodrigues.*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución
	Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil

Sección Interdisciplinaria (Patología/Inmunología)
Versión: Estudiantes/Participantes

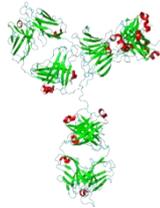
TEMA: IDENTIFICACIÓN DE ALERGIAS PARA UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA

1. Introducción

La alergia es una respuesta inmunitaria exagerada a moléculas llamadas alérgenos. Diagnosticar alergias es crucial para el tratamiento y control de las reacciones alérgicas, y a menudo implica pruebas de laboratorio que evalúan la presencia de anticuerpos específicos.

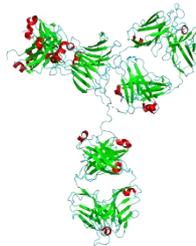
Los anticuerpos más relevantes en el proceso alérgico incluyen:

- **IgE:** asociado con reacciones alérgicas inmediatas, como las desencadenadas por el polen, los ácaros del polvo o los alimentos.



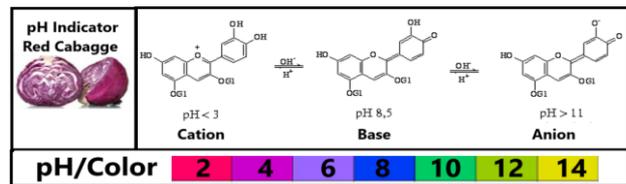
Inmunoglobulina E (IgE)

- **IgG:** Involucrada y utilizada en estudios para reacciones retardadas o evaluación de sensibilización prolongada.



Inmunoglobulina G (IgG)

Este KitSA de Simulación para el Diagnóstico de Alergias simula las dinámicas de las respuestas inmunes utilizando reactivos sustitutos que reproducen cambios en un entorno controlado. Este enfoque no solo es económico, sino también sostenible y educativo, empleando indicadores de pH naturales como el extracto de col roja.



Las antocianinas presentes en la col roja son pigmentos naturales que cambian de color según el pH, lo que las hace útiles para simular cambios químicos relacionados con el diagnóstico de alergias. Estas moléculas también tienen propiedades antioxidantes, lo que refuerza su papel en la protección de las plantas contra los estrés ambientales.

2. Objetivo

Nuestro propósito es simular el diagnóstico de alergias analizando muestras simuladas, reproduciendo reacciones químicas que imitan respuestas alérgicas, como la liberación de mediadores inflamatorios.

3. Reactivos y Materiales

- 10 jeringas de 5 mL o pipetas Pasteur desechables.
- 6 placas de pocillos recicladas o 10 tubos de vidrio.
- 1 col roja.
- 1 licuadora y colador.
- Agua, vinagre, soda de limón, leche de magnesia y bicarbonato de sodio.
- Etiquetas para identificar los materiales.

4. Preparación de Reactivos

Indicador de pH

- 6) Pique 500 g de col roja y añada 1 L de agua.
- 7) Cocine durante 15 minutos
- 8) Licúe la mezcla y cuélela usando un colador fino.
- 9) Guárdela en una botella limpia y manténgala refrigerada.
- 10) Use 2 mL de la solución en cada pocillo o tubo para las pruebas.

Muestras de Pacientes

Cada paciente simulado representará una condición específica de respuesta alérgica:

Paciente	Normal (Control)	Alterado (Respuesta alérgica)
Paciente 1	Agua (5 mL)	Vinagre (5 mL)
Paciente 2	Agua (5 mL), Bicarbonato (5 mL)	Soda (5 mL), Leche de Magnesia (5 mL)
Paciente 3	Agua (5 mL), Leche de Magnesia (5 mL)	Leche de Magnesia (5 mL), Soda (5 mL)
Paciente 4	Soda (5 mL)	Vinagre (5 mL)

5. Procedimiento Experimental

6. Identifique los pocillos o tubos con las condiciones correspondientes a cada paciente.
7. Añada 5 mL de la muestra preparada del paciente a cada contenedor.

8. Añada 2 mL del indicador de pH a cada pocillo o tubo.
9. Mezcle suavemente
10. Observe y registre los cambios de color utilizando la siguiente tabla:

Color Observado	Condición de pH	Interpretación
Púrpura	Neutral	Respuesta normal
Azul-verdoso	Básico	Posible reacción alérgica leve
Rosa o rojo	Ácido	Reacción alérgica intensa

6. Results and Discussion

- Paciente 1: _____
- Paciente 2: _____
- Paciente 3: _____
- Paciente 4: _____

Preguntas para Discusión

3. Compare los resultados obtenidos para los diferentes pacientes.
4. Relacione las condiciones simuladas con la producción de anticuerpos o la necesidad de un refuerzo diagnóstico.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un

cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas de **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

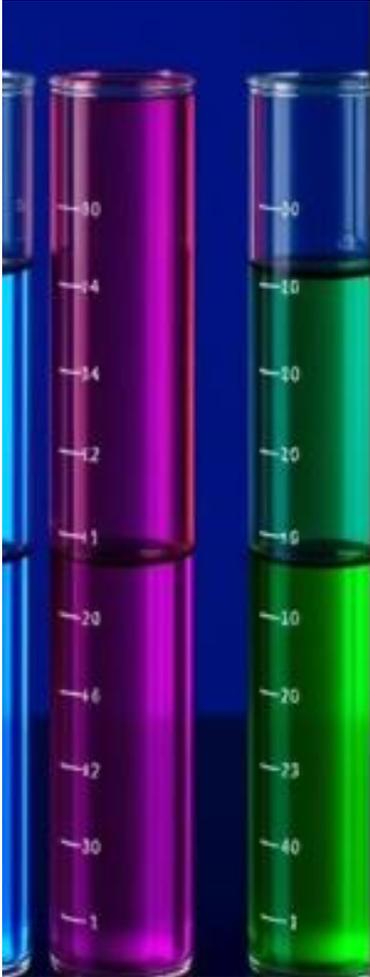
Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología/Bioquímica)

Tema: El pH y Su Importancia Médica

Versión: Monitores y Docentes/Profesores

Autores: *Mansur Dewu Muhammad,
Isabela Marinho Américo,
Luis Eduardo Cople Maia de Faria,
Helena Carla Castro.*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución <hr/> Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil
-----------------------------------	--

Sección Interdisciplinaria (Patología/Bioquímica)
Versión: Monitores y Docentes/Profesores

TEMA: EL PH Y SU IMPORTANCIA MÉDICA

1. Introducción

El conocimiento sobre el pH es de gran importancia para el cuerpo humano. Dado que el mantenimiento de la homeostasis debido a su papel en los estándares es fundamental para el metabolismo humano y animal. Los cambios en el pH pueden causar diferentes problemas, incluyendo la depresión del sistema inmunológico, lo que hace al individuo más susceptible a infecciones virales, bacterianas y fúngicas.

Muchos cambios fisiopatológicos pueden ocurrir como consecuencia de alteraciones en el pH, los cuales pueden ser utilizados para ayudar en el diagnóstico de diferentes enfermedades.

- a) En pacientes con diabetes mellitus tipo 1 no tratada, habrá una acumulación de cuerpos cetónicos (cetoacidosis), lo que consecuentemente generará acidosis metabólica. Esto puede observarse en el pH de la sangre, considerando el valor normal de 7.4.
- b) Otra enfermedad en la que se observa acidosis metabólica es la insuficiencia renal. Es causada por una reducción en la excreción de ácidos y una disminución en la reabsorción de HCO_3^- . En estos pacientes, se puede observar acidosis metabólica (pH de 7.1) en la sangre, mientras que su orina es básica debido a la gran eliminación de HCO_3^- .
- c) Un paciente con hiperaldosteronismo primario, incluyendo la hiperplasia suprarrenal congénita, experimentará acidosis renal de ácido. La sobreproducción de aldosterona favorecerá la reabsorción

de sodio y la eliminación de potasio en la orina, lo que compromete la bomba de sodio-potasio ATPasa. Esto inhibe la reabsorción de bicarbonato en el túbulo contorneado proximal. El bicarbonato en el lumen tubular recibirá un protón y será eliminado en forma de ácido carbónico. La eliminación significativa de ácido resultará en alcalosis metabólica.

- d) La flora vaginal normal en mujeres en edad reproductiva generalmente consiste en *Lactobacillus* sp. Esta colonización mantiene el pH vaginal dentro de rangos normales, previniendo así el crecimiento excesivo de bacterias y hongos patógenos. Algunos factores que pueden favorecer el establecimiento de un proceso patogénico, como infecciones vaginales causadas por *Cándida*, incluyen el uso de antibióticos, un pH vaginal alcalino, higiene inadecuada y diabetes mellitus. Esta infección provoca una disminución del pH a valores inferiores a 4.5.

En un paciente con pancreatitis aguda causada por una obstrucción debido a un cálculo biliar, no habrá liberación de jugo pancreático. En consecuencia, no se producirá un aumento en el pH, mientras que se puede detectar un pH ácido en el duodeno. El páncreas exocrino, estimulado por la colecistoquinina (CCK), producirá y secretará enzimas digestivas y bicarbonato. Debido a la gran cantidad de bicarbonato, el pH de la secreción pancreática es de aproximadamente 8, lo que permite la neutralización del ácido del estómago (HCl). Esta secreción se elimina a través del conducto pancreático, que se abre gracias a la estimulación por secretina.

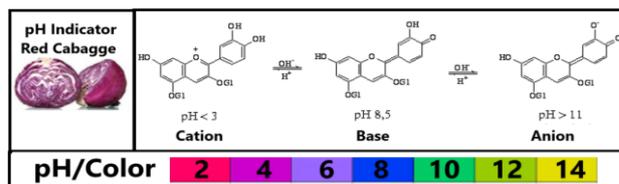
Las células cancerosas tienen un metabolismo diferente en comparación con las células saludables. Debido a su crecimiento acelerado, tienen una alta tasa de glucólisis seguida de fermentación láctica en el citosol. En las células saludables, la glucólisis sería seguida de la oxidación del piruvato en las mitocondrias. Este efecto en las células malignas se denomina Efecto Warburg.

Es importante destacar que la célula elige la vía de fermentación incluso en presencia de oxígeno. Esta vía es extremadamente importante para la necesidad de crecimiento acelerado. En la fermentación, es posible producir NAD⁺, que será restaurado y utilizado nuevamente en la glucólisis. El producto final de la fermentación es el ácido láctico; por lo tanto, en el área del tumor, se puede observar una disminución en el pH.

En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que conducirán al diagnóstico de diferentes pacientes a través de la diferencia de pH encontrada. Por lo tanto, es importante realizar una prueba de control (Normal) que no altere el indicador de pH para observar el cambio de color y controles positivos (pacientes afectados) para conocer qué colores son característicos de este ensayo.

En este trabajo, se sustituirá el material biológico por simuladores didácticos. Se utilizarán diferentes materiales para la preparación de las muestras de los pacientes, mientras que el indicador de pH se preparará utilizando una solución de col morada. Estos reactivos son fácilmente accesibles, fáciles de preparar, de bajo costo y bajo riesgo..

La col morada puede usarse como indicador ácido-base porque contiene moléculas que cambian de color al entrar en contacto con un ácido o una base. Estas moléculas son antocianinas, pigmentos pertenecientes al grupo de los flavonoides que son responsables de la amplia variedad de colores en frutas, hojas y flores.



El papel de la antocianina en las plantas es proteger contra la luz ultravioleta y prevenir la

producción de radicales libres. Esta sustancia es altamente sensible y debe almacenarse en un congelador o refrigerador hasta su uso.

2. Objetivo

Nuestro propósito es analizar simuladores de muestras de pacientes (orina y células) para determinar la variación del pH.

3. Reactivos

- 5 jeringas de 5 ml o pipetas Pasteur de plástico.
- 5 microplacas de cultivo celular recicladas de 6 o 12 pocillos o 14 tubos de vidrio.
- 1 ColMorada
- 1 Licuadora
- 1 Colador
- Agua, vinagre de manzana, refresco de limón, leche de magnesia y bicarbonato de sodio



4. Preparación de Reactivos

◆ Indicador de pH:

Pese 500 g de col morada picada y cocine con 1 L de agua durante 15 minutos. Luego, licúe en una licuadora y cuele a través de un colador, almacenando en el congelador. Use 1-2 ml del indicador en cada pocillo de la microplaca de cultivo celular reciclada o tubo de vidrio.

◆ Muestras de pacientes

Paciente 1: Cáncer

Negativo control: Agua (5ml)

Positivo Control: vinagre de manzana (5ml)

Patient Desconocido: vinagre de manzana (5ml)

Paciente 2: Renal Insuficiencia

Negativo control: Water (5ml)

Positivo Control: Solución de bicarbonato (5ml)

Paciente desconocido: Refresco de limón (5 ml)

Paciente 3: Hiperaldosteronismo Primario

Control negativo: Agua (5 ml)

Control positivo: Leche de magnesia (5 ml)

Paciente desconocido: Refresco de limón (5 ml)

Paciente 4: Infección vaginal

Control negativo: Refresco de limón (5 ml)

Control positivo: Vinagre de manzana (5 ml)

Paciente desconocido: Refresco de limón

Paciente 5: Pancreatitis aguda

Control negativo: Bicarbonato (5 ml)

Control positivo: Vinagre de manzana (5 ml)

Paciente desconocido: Vinagre de manzana (5 ml)

5. Procedimientos

- ◆ Coloque 0,5 ml de cada muestra de paciente en cada pocillo de la placa, respectivamente.
- ◆ Transfiera 1 ml del indicador;
- ◆ Mezcle y observe el color del líquido.

En el primer paciente: acidosis metabólica => pH sanguíneo ácido y pH urinario básico.

En el segundo paciente: alcalosis metabólica => pH sanguíneo básico y pH urinario ácido.

En el tercer paciente: infección vaginal por *Cándida* => pH ácido en la secreción vaginal.

En el cuarto paciente: pancreatitis aguda => pH ácido en la secreción intestinal.

En el quinto paciente: tumor maligno => pH ácido en una solución tisular.

RESULTADOS

Color sin cambios (púrpura)	Neutral
Verde azulado o verde	Básico
Rosa o rojo	Ácido

6. Preguntas de Discusión

6.1.Comente (brevemente) sobre el resultado relacionándolo con las enfermedades abordadas.

6.2.Defina y diferencie (metabólicamente) las enfermedades abordadas.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos.

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un

cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas de **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- Práctico: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- Coste reducido: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.



CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN APLICADA

Sección Interdisciplinaria (Patología/Bioquímica)

Tema: El pH y Su Importancia Médica

Versión: Estudiantes/Participantes

Autores: *Mansur Dewu Muhammad,
Isabela Marinho Américo,
Luis Eduardo Cople Maia de Faria,
Helena Carla Castro.*

Logotipo de su institución	Nombre de su Institución <hr/> Proyecto Humano: Simulación Aplicada Laboratorio de Antibióticos, Bioquímica, Enseñanza y Modelado Molecular Universidad Federal Fluminense, Instituto de Biología, Brasil
-----------------------------------	--

KitSA-LABiEMol (UFF-IB-GCM): Sección Interdisciplinaria (Patología/Bioquímica)

Versión: Estudiantes/Participantes

TEMA: EL PH Y SU IMPORTANCIA MÉDICA

1. Introducción

El conocimiento sobre el pH es de gran importancia para el cuerpo humano. Dado que el mantenimiento de la homeostasis debido a su papel en los estándares es fundamental para el metabolismo humano y animal. Los cambios en el pH pueden causar diferentes problemas, incluyendo la depresión del sistema inmunológico, lo que hace al individuo más susceptible a infecciones virales, bacterianas y fúngicas.

Muchos cambios fisiopatológicos pueden ocurrir como consecuencia de alteraciones en el pH, los cuales pueden ser utilizados para ayudar en el diagnóstico de diferentes enfermedades.

- h) En pacientes con diabetes mellitus tipo 1 no tratada, habrá una acumulación de cuerpos cetónicos (cetoacidosis), lo que consecuentemente generará acidosis metabólica. Esto puede observarse en el pH de la sangre, considerando el valor normal de 7.4.
- i) Otra enfermedad en la que se observa acidosis metabólica es la insuficiencia renal. Es causada por una reducción en la excreción de ácidos y una disminución en la reabsorción de HCO_3^- . En estos pacientes, se puede observar acidosis metabólica (pH de 7.1) en la sangre, mientras que su orina es básica debido a la gran eliminación de HCO_3^- .
- j) Un paciente con hiperaldosteronismo primario, incluyendo la hiperplasia suprarrenal congénita, experimentará pérdida renal de ácido. La sobreproducción de aldosterona favorecerá la reabsorción

de sodio y la eliminación de potasio en la orina, lo que compromete la bomba de sodio-potasio ATPasa. Esto inhibe la reabsorción de bicarbonato en el túbulo contorneado proximal. El bicarbonato en el lumen tubular recibirá un protón y será eliminado en forma de ácido carbónico. La eliminación significativa de ácido resultará en alcalosis metabólica.

- k) La flora vaginal normal en mujeres en edad reproductiva generalmente consiste en *Lactobacillus* sp. Esta colonización mantiene el pH vaginal dentro de rangos normales, previniendo así el crecimiento excesivo de bacterias y hongos patógenos. Algunos factores que pueden favorecer el establecimiento de un proceso patogénico, como infecciones vaginales causadas por *Cándida*, incluyen el uso de antibióticos, un pH vaginal alcalino, higiene inadecuada y diabetes mellitus. Esta infección provoca una disminución del pH a valores inferiores a 4.5.

En un paciente con pancreatitis aguda causada por una obstrucción debido a un cálculo biliar, no habrá liberación de jugo pancreático. En consecuencia, no se producirá un aumento en el pH, mientras que se puede detectar un pH ácido en el duodeno. El páncreas exocrino, estimulado por la colecistoquinina (CCK), producirá y secretará enzimas digestivas y bicarbonato. Debido a la gran cantidad de bicarbonato, el pH de la secreción pancreática es de aproximadamente 8, lo que permite la neutralización del ácido del estómago (HCl). Esta secreción se elimina a través del conducto pancreático, que se abre gracias a la estimulación por secretina.

Las células cancerosas tienen un metabolismo diferente en comparación con las células saludables. Debido a su crecimiento acelerado, tienen una alta tasa de glucólisis seguida de fermentación láctica en el citosol. En las células saludables, la glucólisis sería seguida de la oxidación del piruvato en las mitocondrias. Este efecto en las células malignas se denomina Efecto Warburg.

Es importante destacar que la célula elige la vía de fermentación incluso en presencia de oxígeno. Esta vía es extremadamente importante para la necesidad de crecimiento acelerado. En la fermentación, es posible producir NAD⁺, que será restaurado y utilizado nuevamente en la glucólisis. El producto final de la fermentación es el ácido láctico; por lo tanto, en el área del tumor, se puede observar una disminución en el pH.

En esta práctica, cada grupo de estudiantes evaluará diferentes hipótesis que conducirán al diagnóstico de diferentes pacientes a través de la diferencia de pH encontrada. Por lo tanto, es importante realizar una prueba de control (Normal) que no altere el indicador de pH para observar el cambio de color y controles positivos (pacientes afectados) para conocer qué colores son característicos de este ensayo.

2. Objetivos

Nuestro propósito es analizar muestras de pacientes (orina y células) para la variación del pH.

3. Reactivos

- 5 jeringas de 5 ml o pipetas Pasteur de plástico.
- 5 microplacas de cultivo celular recicladas de 6 pocillos o 14 tubos de vidrio.
- Indicador de pH
- Sueros y orinas de los pacientes.

4. Preparación de Reactivos

- ♦ **Indicador de pH:** listo para usar.
- ♦ **Muestras de pacientes:**
 - Etiquete los tubos/placas correspondientes a los sueros

Paciente 0 (Normal): Control negativo

Paciente 1 (Cáncer de próstata): Control positivo

Paciente 2 (Insuficiencia renal): Control positivo.

Paciente 3 (Hiperaldosteronismo): Control positivo

Paciente 4 (Infección vaginal): Control positivo

Paciente 5 (Pancreatitis aguda): Control positivo

Paciente 6: Desconocido

Paciente 7: Desconocido

Paciente 8: Desconocido

Paciente 9: Desconocido

Paciente 10: Desconocido

5. Procedimientos

- ♦ Transfiera 1 ml del indicador de pH;
- ♦ Coloque 0,5 ml de cada muestra de paciente (desconocidas) y de los controles negativos y positivos en cada pocillo o tubo marcado, respectivamente;
- ♦ Mezcle y observe el cambio de color del líquido

RESULTADOS	
Sin cambios de color (morado)	Neutro
Verde azulado o verde	Básico
Rosa o rojo	Ácido

Resultado del paciente 6: _____

Resultado del paciente 7: _____

Resultado del paciente 8: _____

Resultado del paciente 9: _____

Resultado del paciente 10: _____

6. Preguntas de Discusión

6.1.Comente (brevemente) sobre el resultado, relacionándolo con las enfermedades abordadas.

6.2.Defina y diferencie (metabólicamente) las enfermedades abordadas.

Reacción Colorimétrica

INTRODUCCIÓN

Las reacciones colorimétricas proporcionan una elevada sensibilidad y especificidad, lo que las convierte en valiosas herramientas para el diagnóstico rápido y fiable en diversos contextos sanitarios. Este principio se utiliza ampliamente para diagnósticos clínicos, como:

-**VIH**: Detección de anticuerpos contra el virus

-**COVID-19**: Identificación de anticuerpos o antígenos del SARS-CoV-2.

-**Enfermedades autoinmunes**: Evaluación de autoanticuerpos.

La reacción colorimétrica en una prueba diagnóstica en la que intervienen antígeno y anticuerpo puede producirse de forma indirecta o directa:

A. Reacción Colorimétrica Indirecta

Los inmunoensayos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) identifican la interacción específica entre un antígeno (una molécula de un patógeno o marcador de enfermedad) y un anticuerpo unido a una enzima. Genera un cambio de color que indica la presencia del antígeno en el anticuerpo de la muestra siguiendo estos pasos:

- *Preparación de la placa*: Se fija un antígeno o anticuerpo específico en la superficie de una microplaca. Se añade la muestra biológica (como sangre o suero), permitiendo que el antígeno se una al anticuerpo correspondiente si ambos están presentes.

- *Adición del conjugado enzimático*: Se añade un anticuerpo secundario unido a una enzima, como la peroxidasa de rábano picante (HRP) o la fosfatasa alcalina. Este anticuerpo se une al complejo formado entre el antígeno y el anticuerpo primario.

- *Sustrato cromogénico*: Tras el lavado para eliminar los componentes no unidos, se añade un sustrato específico para la enzima. Cuando la enzima interactúa con el sustrato, se produce una reacción química que da lugar a la formación de un producto coloreado.

- *Ejemplo de sustrato cromogénico*: Para la HRP, el sustrato cromogénico comúnmente utilizado es la TMB (3,3',5,5'-tetrametilbencidina). En presencia de peróxido de hidrógeno, la HRP cataliza la oxidación de la TMB, dando lugar a un color azul que puede volverse amarillo añadiendo ácido sulfúrico.

- *Detección del color*: La intensidad del color generado es proporcional a la cantidad de antígeno presente en la muestra y puede medirse con un espectrofotómetro o visualmente, dependiendo de la prueba.

B. Reacción Colorimétrica Directa

Existen reacciones colorimétricas directas en las que la unión entre un anticuerpo y un antígeno produce un cambio de color. Estos métodos utilizan generalmente anticuerpos conjugados con moléculas cromogénicas que cambian de color al unirse al antígeno diana. Un ejemplo clásico es el uso de anticuerpos unidos a partículas de oro coloidal, que generan un cambio de color visible sin

necesidad de pasos adicionales de sustrato o enzimas. Estas metodologías son útiles en diagnósticos rápidos, especialmente en escenarios de cribado y emergencias médicas.

Ejemplos de reacciones colorimétricas directas:

Pruebas rápidas basadas en partículas de oro coloidal:

- Muy utilizadas en pruebas de diagnóstico rápido, como las pruebas de embarazo o las pruebas de **COVID-19**.

- El anticuerpo se conjuga con nanopartículas de oro que presentan una coloración roja intensa. Cuando el anticuerpo se encuentra con el antígeno correspondiente, las partículas de oro se acumulan, formando una línea de color visible.

Uso de fluoróforos o cromóforos acoplados a anticuerpos:

Algunos anticuerpos pueden conjugarse directamente con compuestos cromogénicos que cambian de color en respuesta a cambios conformacionales durante la unión al antígeno. Un ejemplo son los compuestos que cambian de color o fluorescencia debido a un entorno químico o a cambios de proximidad molecular cuando el anticuerpo se une al antígeno.

Ventajas de la reacción directa:

Rápida: Elimina pasos intermedios, como el lavado y la adición de sustratos.

- **Práctico**: Ideal para dispositivos portátiles o pruebas de campo.
- **Coste reducido**: Menor complejidad técnica y operativa.

Limitaciones:

Menor sensibilidad: En comparación con métodos enzimáticos como ELISA.

Dependiente de alta especificidad: Para evitar falsos positivos o negativos.

REFERENCIAS

- Biasio LR, Zanobini P, Lorini C, Monaci P, Fanfani A, Gallinoro V, Cerini G, Albora G, Del Riccio M, Pecorelli S, Bonaccorsi G. COVID-19 vaccine literacy: A scoping review. *Hum Vaccin Immunother.* 2023 Dec 31;19(1):2176083. doi: 10.1080/21645515.2023.2176083. Epub 2023
- Boyd H, Santos AF. Novel Diagnostics in Food Allergy. *J Allergy Clin Immunol.* 2024 Dec 20;S0091-6749(24)02403-5. doi: 10.1016/j.jaci.2024.12.1071.
- Cant, Rp, Cooper, Sj. Simulation-Based Learning In Nurse Education: Systematic Review. *J Adv Nurs*, 2010 - Wiley Online Library.
- Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezeh CP, Elendu ID. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore).* 2024 Jul 5;103(27):e38813. doi: 10.1097/MD.00000000000038813.
- Guimarães, W, Alves, MI R Antoniosi Filho, N R. Anthocyanins in natural extracts: application in acid-base titration and identification by liquid chromatography/mass spectrometry. *Quím. Nova* 35 (8) • 2012 • <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800030>
- Hoffman, Dr, Sicherer, Sh. Diagnostic Tests For Immediate Hypersensitivity In Allergy. *The Journal Of Allergy And Clinical Immunology*, 2012, 129(2), 330-341.
- Medley, Cf, Msn, Rn; Claydell, H. Using Simulation Technology For Undergraduate Nursing Education. *J. Nurs Ed; Thorofare.* 44.1, 2005, 31-34.
- National Cancer Institute (Nci). (2023). Prostate Cancer Treatment (Pdq®): Patient Version. Bethesda, Md: National Institutes Of Health. In: <https://www.cancer.gov/types/prostate/patient/prostate-treatment-pdq>
- Nelson, D. L.; Cox, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 8ª. ed. P Artmed, 2020.
- Saragih ID, Suarilah I, Hsiao CT, Fann WC, Lee BO. Interdisciplinary simulation-based teaching and learning for healthcare professionals: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nurse Educ Pract.* 2024 Mar;76:103920. doi: 10.1016/j.nepr.2024.103920.
- Souza Ma, Monteiro Cn, Barros Crs. Qual A Relação De Hábitos De Vida e Fatores Socioeconômicos Com O Diagnóstico De Câncer De Próstata No Brasil? *Rev. Bras. Cancerol.* 4º De Junho De 2024 [Citado 4º De Dezembro De 2024]; 70(2):E-084633. Disponível Em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/4633>
- Wieërs MLAJ, Beynon-Cobb B, Visser WJ, Attaye I. Dietary acid load in health and disease. *Pflugers Arch.* 2024 Apr;476(4):427-443. doi: 10.1007/s00424-024-02910-7. Wilson TK, Zishiri OT. Prostate Cancer: A Review of Genetics, Current Biomarkers and Personalised Treatments. *Cancer Rep (Hoboken).* 2024 Oct;7(10):e70016. doi: 10.1002/cnr2.70016.
- Terci, Dbl. Rossi, Av. Natural Ph Indicators: Using Paper Or Solution? *Quim Nova*, Vol. 25 , 2002, 684-688.

SOBRE LOS EDITORES



Silvia Elena Olazábal Toledo

<http://lattes.cnpq.br/3449022837243753>



Helena Carla Castro

<http://lattes.cnpq.br/5765020884056943>

Este libro es el resultado de un esfuerzo colaborativo entre la Dra. Helena Carla Castro, del Departamento de Biología Celular y Molecular de la Universidad Federal Fluminense (UFF) en Niterói, Brasil, y la Dra. Silvia Elena Olazábal Toledo. Ella organizó este libro junto con la Dra. Helena Carla, durante su doctorado en el programa de Postgraduación en Ciencias y Biotecnología de la UFF en 2024.

Este libro forma parte del trabajo de estos profesores en el Proyecto de Extensión llamado "El Proyecto Humano," coordinado por la Dra. Helena. Han pasado 20 años desde la creación del proyecto en la UFF. Su objetivo es difundir el conocimiento científico en diversos entornos, fomentando el aprendizaje y la interacción con la ciencia en comunidades académicas y no académicas mediante estrategias seguras y de bajo costo.