

FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 1

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Cálculo Diferencial

Asignaturas relacionadas del Programa

- Cálculo Integral
- Física Mecánica
- Fisiología de Sistemas
- Ecuaciones Diferenciales.
- Biomecánica
- Señales y Sistemas
- Electricidad y Magnetismo

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Análisis de tasas de cambio o razones de cambio en escenarios como la difusión de un fármaco en el torrente sanguíneo, como cambia la concentración de una sustancia con el tiempo, el cambio en la presión arterial, el comportamiento de una neurona, entre otros, con el propósito de tomar decisiones informadas, diseñar soluciones efectivas o simular escenarios complejos, que permitan optimizar los procesos médicos, biológicos o fisiológicos asociados a estos.

El cálculo diferencial, además, permite modelar matemáticamente dispositivos biomédicos que interactúan con el cuerpo humano, como sensores, prótesis inteligentes o sistemas de monitoreo. Estas tecnologías requieren una comprensión precisa de cómo cambian las señales fisiológicas, para poder analizarlas y controlarlas eficazmente.

EJERCICIO

Se está diseñando un sistema de liberación controlada de un medicamento mediante un parche transdérmico que libera el principio activo en función de la temperatura corporal y el tiempo de exposición. La concentración del medicamento en sangre C (en mg/L) está dada en función del tiempo t (en horas) por:

$$C(t) = \ln(1 + e^{0.5 \sin(2t)})$$

Determine la tasa de cambio de la concentración del medicamento cuando han pasado 4 horas.

SOLUCIÓN

Para hallar la tasa de cambio de la concentración del medicamento, se debe hallar la derivada de la función que modela la relación entre concentra del medicamento y el tiempo, así, se tiene:

$$C'(t) = \frac{\cos(2t) * e^{0.5 \sin(2t)}}{1 + e^{0.5 \sin(2t)}}$$

Y luego se establece la razón de cambio para $t = 5$, entonces se tiene:

$$C'(t) = -0.363 \frac{mg}{l} \text{ por hora}$$

Así, la concentración del medicamento en la sangre está disminuyendo a una tasa de aproximadamente $0.363 \text{ mg/L por hora}$, después de la 5ª hora en la que el medicamento está en la sangre.

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

El ejercicio evidencia como el bioingeniero aplica el cálculo diferencial para modelar procesos fisiológicos reales, como la liberación controlada de medicamentos. El uso de funciones trascendentales y tasas de cambio permite analizar el comportamiento de la concentración de un fármaco en el cuerpo, lo cual es fundamental en el diseño de tecnologías médicas seguras y efectivas. Esta aplicación refleja los propósitos del programa, orientados a formar profesionales capaces de integrar el conocimiento matemático con las ciencias biológicas y la ingeniería, para dar respuesta a necesidades del sector salud desde un enfoque ético, innovador y humanista



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 2

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Álgebra Lineal

Asignaturas relacionadas del Programa

- Cálculo Vectorial
- Circuitos Eléctricos
- Electricidad y Magnetismo
- Procesamiento de la Información Biológica
- Sistemas Digitales
- Instrumentación y Automatización

Aplicación / Uso en Bioingeniería

El Álgebra lineal en la Bioingeniería, permite representar y resolver de manera estructurada los sistemas complejos propios de la biología, la medicina y la tecnología. A través del uso de vectores, matrices y espacios vectoriales, se pueden modelar procesos como la actividad de redes neuronales, la transferencia de sustancias en tejidos o la interacción entre órganos.

Además, el álgebra lineal es fundamental en el procesamiento de señales e imágenes médicas, en donde se aplican operaciones matriciales para interpretar electrocardiogramas, resonancias o tomografías.

EJERCICIO

Se ha creado un dispositivo inteligente capaz de monitorear continuamente tres parámetros clave en la sangre: glucosa (G), lactato (L) y oxígeno disuelto (O_2). Este dispositivo está diseñado especialmente para pacientes en unidades de cuidados intensivos, personas con enfermedades metabólicas o atletas en situaciones de alta exigencia fisiológica.

El sistema funciona a través de tres sensores electroquímicos que, al estar en contacto con la piel, generan señales eléctricas (en milivoltios) como respuesta a las concentraciones de estas sustancias. Sin embargo, debido a interferencias químicas naturales, cada sensor no mide una sustancia aislada, sino una combinación lineal de las tres. Por ello, para determinar las concentraciones reales en sangre, se debe resolver un sistema de ecuaciones lineales que modela cómo se combinan los datos.

Las lecturas obtenidas por los sensores son interpretadas mediante el siguiente sistema:

$$\begin{cases} 2G + L + O = 12 \\ G + 3L + 2O = 17 \\ 3G + 2L + 4O = 28 \end{cases}$$

Determina las concentraciones de glucosa (G), lactato (L) y oxígeno (O) en sangre a partir de las lecturas de los sensores.

SOLUCIÓN

Para dar solución al problema se debe hallar la solución de sistemas de ecuaciones presentado en el problema, para la solución de este se puede hacer uso de Eliminación por Gauss - Jordán, Eliminación Gaussiana o Regla de Cramer, para este caso la solución se hallará por este último método.

Para el desarrollo es importante tener clara la siguiente notación: (D_S : Determinante del sistema, D_G : Determinante para la variable glucosa, D_L : Determinante para la variable lactato y D_O : Determinante para la variable Oxígeno).

$$D_S = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 11 \quad D_G = \begin{vmatrix} 12 & 1 & 1 \\ 17 & 3 & 2 \\ 28 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 34$$

$$D_L = \begin{vmatrix} 2 & 12 & 1 \\ 1 & 17 & 2 \\ 3 & 28 & 4 \end{vmatrix} = 25 \quad D_O = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 12 \\ 1 & 3 & 17 \\ 3 & 2 & 28 \end{vmatrix} = 39$$

$$G = \frac{D_G}{D_S} = \frac{34}{11} = 3.09 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

$$L = \frac{D_L}{D_S} = \frac{25}{11} = 2.27 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

$$O = \frac{D_O}{D_S} = \frac{39}{11} = 3.55 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

Así, a partir de las señales eléctricas medidas por el dispositivo portátil, y aplicando álgebra lineal para resolver el sistema, se determinó que las concentraciones sanguíneas del paciente son: **Glucosa (G):** 3.09 mmol/L, **Lactato (L):** 2.273.09 mmol/L y **Oxígeno disuelto (O_2):** 3.553.09 mmol/L

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio se relaciona directamente la formación en Bioingeniería, ya que integra conocimientos matemáticos, tecnológicos y biológicos para el diseño de soluciones orientadas a la salud humana. El planteamiento de un dispositivo portátil capaz de interpretar señales bioquímicas mediante un sistema de ecuaciones lineales refleja cómo el bioingeniero aplica herramientas de álgebra lineal en la construcción de tecnologías médicas avanzadas, alineadas con los propósitos del programa: resolver problemas reales desde una perspectiva ética, científica e interdisciplinaria, promoviendo el desarrollo tecnológico con impacto social.



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 3

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Cálculo Integral

Asignaturas relacionadas del Programa

- Cálculo Vectorial
- Ecuaciones Diferenciales.
- Física Mecánica
- Fisiología de Sistemas
- Probabilidad y Estadística
- Biomecánica.
- Ingeniería Clínica

Aplicación / Uso en Bioingeniería

El Cálculo Integral es clave en la formación del Bioingeniero porque permite cuantificar y analizar acumulaciones y áreas bajo curvas en fenómenos biológicos y tecnológicos. A través de él, se pueden calcular cantidades como el flujo sanguíneo, la dosis total de un fármaco administrado en el tiempo, el intercambio de gases en los pulmones o el trabajo realizado por un músculo. Estas aplicaciones son clave para modelar con precisión sistemas fisiológicos y diseñar dispositivos biomédicos. Además, este espacio académico es esencial en simulaciones numéricas, análisis de señales y en el procesamiento de imágenes médicas.

EJERCICIO

Una bioingeniera está evaluando dos tratamientos médicos distintos y asociados a un medicamento diseñado para mejorar la oxigenación en pacientes con enfermedades pulmonares crónicas, como la EPOC o la fibrosis pulmonar. Estos tratamientos se administran por vía intravenosa y tienen un efecto inmediato sobre la concentración de oxígeno en sangre. Para medir su eficacia, se registra la respuesta fisiológica del paciente durante los primeros 4 minutos después de la administración. Esta respuesta, entendida como la concentración de oxígeno en sangre (en mmol/L) en función del tiempo

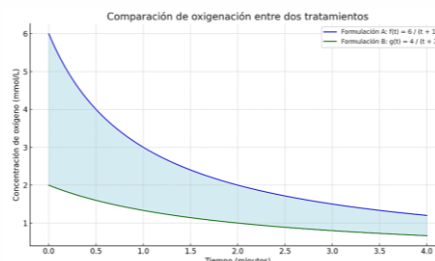
t (en minutos), está modelada por las siguientes funciones:

$$\text{Tratamiento A: } f(t) = \frac{6}{t+1} \quad \text{y} \quad \text{Tratamiento B: } g(t) = \frac{4}{t+2}$$

Determina cuánto mayor es el aporte acumulado de oxígeno que ofrece el tratamiento A respecto al tratamiento B durante los primeros 4 minutos.

SOLUCIÓN

Para hacer la estimación del aporte acumulado de oxígeno de la formula A respecto a la formula B, primero se debe hacer una representación gráfica de las funciones asociadas a las fórmulas médicas que presenta la situación problema:



Con base a la gráfica, se puede determinar, que se debe hacer un cálculo del área entre curvas, en el intervalo de tiempo $[0, 4]$, así:

$$A = \int_0^4 (f(t) - g(t)) dt$$

$$A = \int_0^4 \left(\frac{6}{t+1} - \frac{4}{t+2} \right) dt$$

Si se aplica la regla de suma para integrales y posteriormente aplicando el método de sustitución en cada una de las integrales resultantes se obtiene:

$$A = \int_0^4 (f(t) - g(t)) dt$$

$$A = \int_0^4 \left(\frac{6}{t+1} - \frac{4}{t+2} \right) dt$$

Durante los primeros 4 minutos tras la administración, el tratamiento A aporta aproximadamente 5.26 mmol/L más de oxígeno que el tratamiento B. Así, entonces el tratamiento A tiene una mayor eficacia en mejorar la saturación de oxígeno en sangre

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio articula directamente con los propósitos del programa de Bioingeniería, al integrar el uso del cálculo integral para resolver un problema de mejoramiento de la salud humana a través del análisis de la eficacia de tratamientos médicos. La comparación de formulaciones mediante funciones matemáticas y el cálculo del área entre curvas representan una aplicación concreta del pensamiento lógico, cuantitativo y crítico en contextos biomédicos, fortaleciendo la capacidad del futuro bioingeniero para diseñar y evaluar tecnologías que optimicen procesos clínicos y terapéuticos, en coherencia con el compromiso ético y científico del programa.



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 4

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Cálculo Vectorial

Asignaturas relacionadas del Programa

- Ecuaciones Diferenciales
- Electricidad y Magnetismo
- Biomecánica
- Microbiología y Biología de Sistemas.
- Ingeniería Clínica

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Este espacio académico le permite al Bioingeniero analizar fenómenos en los que intervienen múltiples variables en el espacio, como campos eléctricos, flujo de fluidos, gradientes de temperatura o difusión de sustancias en tejidos. Herramientas como los campos vectoriales, el gradiente, la divergencia y el rotacional son claves para modelar con precisión procesos fisiológicos y físicos en tres dimensiones.

EJERCICIO

Un bioingeniero trabaja en el diseño de un tratamiento por hipertermia localizada, donde se aplica calor de forma controlada sobre un tejido afectado por células tumorales, para debilitar o destruir dichas células sin afectar el tejido sano circundante. Para evaluar la distribución de temperatura en el tejido durante el proceso, se utiliza el siguiente modelo tridimensional:

$$T(x, y, z) = 40 - 2x^2 - y^2 + z$$

Donde $T(x, y, z)$ representa la temperatura en °C en un punto del tejido ubicado en las coordenadas (x, y, z) , medidas en centímetros, con respecto al área tratada. ¿En qué dirección espacial la temperatura aumenta más rápidamente en el punto $(1, 1, 2)$?

SOLUCIÓN

El gradiente para esta función en tres variables queda definido así:

$$\nabla T(x, y, z) = \frac{\partial T}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \hat{k}$$

Así, para esta función el gradiente queda definido cómo:

$$\nabla T(x, y, z) = -4x \hat{i} - 2y \hat{j} + 1 \hat{k}$$

Evaluated en el punto entonces se tiene:

$$\nabla T(1, 1, 2) = (-4, -2, 1)$$

Entonces para el punto indicado, se tiene que la temperatura aumenta en la dirección opuesta al vector $(-4, -2, 1)$.

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio refleja cómo las derivadas parciales permiten analizar cómo cambia una variable fisiológica (como la temperatura o la concentración de un medicamento) en diferentes direcciones del espacio, siendo fundamental en la simulación, diseño y control de tecnologías biomédicas como tratamientos térmicos, modelado de tejidos o entrega localizada de fármacos.



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 5

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Ecuaciones Diferenciales

Asignaturas relacionadas del Programa

- Fisiología de Sistemas
- Señales y Sistemas
- Procesamiento de la Información Biológica
- Investigación en Bioingeniería
- Instrumentación Médica
- Equipos e instrumentalización Biológica

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Las ecuaciones diferenciales le permiten al Bioingeniero modelar y predecir el comportamiento dinámico de sistemas biológicos, fisiológicos y tecnológicos. A través de ellas, se pueden representar fenómenos como la propagación de una enfermedad, la difusión de un medicamento en el cuerpo, el ritmo cardíaco, o el control automático de dispositivos médicos. Estas ecuaciones describen cómo cambian las variables en función del tiempo o el espacio, lo que resulta esencial para diseñar soluciones que respondan a procesos reales y complejos.

EJERCICIO

Una empresa de biotecnología ha desarrollado un sistema de microcápsulas biodegradables que liberan un medicamento lentamente en el torrente sanguíneo. La velocidad con la que el medicamento se libera depende tanto de la cantidad restante por liberar como de una interacción metabólica no lineal que acelera la descomposición con el tiempo. El proceso de liberación se modela mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dc}{dt} + 2c = 5c^{\frac{2}{3}}$$

Entonces, teniendo en cuenta, que $c(t)$ es la concentración del medicamento en sangre (mg/L) en el tiempo t medido en horas. Determine el comportamiento de la concentración del medicamento a lo largo del tiempo, si se tiene, $c(0) = 1$ mg/L

SOLUCIÓN

La ecuación diferencial presenta en el problema sigue la estructura de una EDO de Bernoulli, entonces se tiene los siguientes elementos:

$$P(t) = 2, Q(t) = 5 \text{ y } n = \frac{2}{3}, \text{ así, } u = c^{\frac{1}{3}}, \text{ entonces se tiene: } c = u^3 \text{ y } \frac{dc}{dt} = 3u^2 \frac{du}{dt}$$

$$\text{Sustituyendo en la EDO, se tiene: } \frac{dc}{dt} + 2c = 5c^{\frac{2}{3}} \\ 3u^2 \frac{du}{dt} + 2u^3 = 5u^2$$

Si se divide la anterior ecuación por el término $3u^2$ con el propósito de volver la EDO a una EDO tipo lineal, entonces, se obtiene:

$$\frac{du}{dt} + \frac{2}{3}u = \frac{5}{3}$$

De esta se obtiene que el factor integrante esta dado por:

$$\mu(t) = e^{\int \frac{2}{3} dt} = e^{\frac{2}{3}t}$$

Multiplicando la EDO Lineal por el factor integrante e integrando se obtiene:

$$u = \frac{5}{2} + Ce^{-\frac{2}{3}t}$$

Dado que en la primera parte de la ecuación diferencial se hizo la sustitución $c = u^3$, entonces, se tiene:

$$c(t) = \left(\frac{5}{2} + Ce^{-\frac{2}{3}t} \right)^3$$

Ahora bien, haciendo uso de $c(0) = 1$, entonces, se tiene:

$$1 = \left(\frac{5}{2} + Ce^{-\frac{2}{3}(0)} \right)^3$$

Despejando, se obtiene: $C = -\frac{3}{2}$

Así, la solución particular de la EDO es: $c(t) = \left(\frac{5}{2} - \frac{3}{2}e^{-\frac{2}{3}t} \right)^3$

Por último, para hallar el comportamiento del medicamento a lo largo del tiempo se hace uso de los límites, y se obtiene:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{5}{2} - \frac{3}{2}e^{-\frac{2}{3}t} \right)^3 = \frac{5}{2} = 16.625 \text{ mg/L}$$

La concentración del medicamento en sangre **aumenta** 1 mg/L a 16.625 mg/L, siguiendo una curva de crecimiento controlado. Representa un sistema de **liberación progresiva**, en el que la cantidad de medicamento administrada **se acumula gradualmente**; ideal en terapias para mantener o aumentar la dosis de forma sostenida y no abrupta.

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio se relaciona directamente con el programa de Bioingeniería, ya que aborda el modelado matemático de un sistema de liberación controlada de medicamentos, una aplicación fundamental en el desarrollo de tecnologías biomédicas. El uso de una ecuación diferencial no lineal de Bernoulli permite comprender dinámicamente cómo varía la concentración de un fármaco en el cuerpo, lo cual es clave en procesos de diseño, simulación y optimización de dispositivos terapéuticos como microcápsulas inteligentes. Esta integración de conceptos matemáticos con necesidades clínicas reales refleja la formación interdisciplinaria, científica y ética que promueve el programa, enfocada en solucionar problemas de salud desde la ingeniería.



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Erika Alejandra Suárez Díaz

Pág. 6

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Probabilidad y Estadística

Asignaturas relacionadas del Programa

- Investigación en Bioingeniería
- Procesamiento de la Información Biológica
- Taller de Fabricación
- Electiva: Economía Ambiental o Producción Más Limpia
- Ingeniería Clínica

Aplicación / Uso en Bioingeniería

El espacio académico de probabilidad y estadística, es clave en la formación del Bioingeniero, ya que le permiten organizar, resumir e interpretar datos provenientes de sistemas biológicos y procesos experimentales con alta variabilidad. Estas herramientas son fundamentales para analizar comportamientos de variables fisiológicas, resultados de pruebas clínicas o respuestas de materiales biológicos. Además, el estudio de algunas distribuciones discretas y continuas, permite modelar fenómenos reales, como la variabilidad en la presión arterial, la probabilidad de éxito en tratamientos, la frecuencia de mutaciones genéticas o la ocurrencia de eventos raros en biotecnología.

EJERCICIO

Una empresa de dispositivos médicos, en la que trabaja un Bioingeniero, fabrica válvulas cardíacas bioprotésicas que deben cumplir con estándares rigurosos de tamaño para garantizar un buen funcionamiento hemodinámico tras la implantación. Durante el proceso de control de calidad, se mide el diámetro interno de las válvulas, que debe estar entorno a 25 mm. De una muestra de 100 válvulas, se encuentra que los diámetros siguen una distribución normal con media $\mu = 25$ mm y desviación estándar $\sigma = 0.5$ mm. Determine:

- ¿Cuál es la probabilidad de que una válvula seleccionada al azar tenga un diámetro entre 24,5 mm y 25,5 mm?
- ¿Qué porcentaje de válvulas presentan un diámetro mayor a 26 mm y deben ser rechazadas?

Interprete los resultados obtenidos.

SOLUCIÓN

$$a) \quad P(24,5 \leq X \leq 25,5) = P\left(\frac{24,5-25}{0,5} \leq \frac{X-\mu}{\sigma} \leq \frac{25,5-25}{0,5}\right) = P(-1 \leq Z \leq 1) = P(Z \leq 1) - P(Z \leq -1) = 0,6827 = 68,27\%$$

Esto indica que la mayoría de las válvulas fabricadas (alrededor 7 de cada 10) cumplen con un rango cercano al ideal y serían aceptadas sin necesidad de ajuste.

$$b) \quad P(X > 26) = P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{26-25}{0,5}\right) = P(Z > 2) = 1 - P(Z < 2) = 0,0228 = 2,28\%$$

El 2.28% de las válvulas serían **rechazadas**, ya que superan el límite máximo permitido. Esto representa un pequeño porcentaje de piezas fuera de especificación.

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio articula directamente con los propósitos del programa de Bioingeniería, al integrar el uso del cálculo integral para resolver un problema de mejoramiento de la salud humana a través del análisis de la eficacia de tratamientos médicos. La comparación de formulaciones mediante funciones matemáticas y el cálculo del área entre curvas representan una aplicación concreta del pensamiento lógico, cuantitativo y crítico en contextos biomédicos, fortaleciendo la capacidad del futuro bioingeniero para diseñar y evaluar tecnologías que optimicen procesos clínicos y terapéuticos, en coherencia con el compromiso ético y científico del programa.



FACULTAD DE BIOINGENERIA

Docente: Martha Elizabeth Benavides Rozo

Pág. 7

Paralelo de
Espacio Académico Ciencias Básicas
vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

BIOLOGIA

Asignaturas relacionadas
del Programa

- Biología Celular y molecular
- Ingeniería Clínica
- Biomecánica

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Comprensión de procesos
biológicos para diseñar soluciones
médicas, biotecnológica o
ambientales

EJERCICIO

Cada grupo debe realizar lo siguiente:

1. Selección de Biomoléculas (mínimo 3 tipos):

Escoge al menos una biomolécula de cada una de las siguientes categorías y justifica su inclusión:

Proteína estructural: Ej. colágeno, elastina

Polisacárido natural: Ej. quitosano, ácido hialurónico, alginato

Lípido funcional (opcional): Para control de liberación de fármacos o propiedades mecánicas

Ácido nucleico (opcional): Para liberar señales genéticas o inducir expresión génica

2. Diseño Esquemático del Hidrogel:

Dibuja un esquema del hidrogel indicando la ubicación y función de cada biomolécula.

Define propiedades deseadas: porosidad, biodegradabilidad, biocompatibilidad, elasticidad.

3. Aplicación Bioingenieril:

Explica en qué tipo de tejido o situación médica se usaría este hidrogel (piel quemada, úlceras diabéticas, córnea, etc.).

Indica cómo las biomoléculas seleccionadas ayudan en la regeneración celular.

SOLUCIÓN

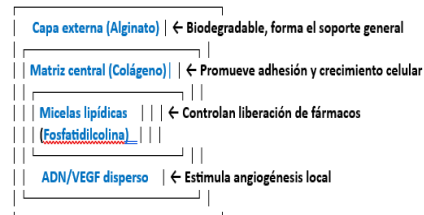
Selección de Biomoléculas y Justificación

Categoría	Biomolécula Elegida	Justificación
Proteína estructural	Colágeno	Es el componente principal de la matriz extracelular; mejora la biocompatibilidad y estimula la adhesión celular, esencial para la regeneración de tejidos.
Polisacárido natural	Alginato	Derivado de algas, tiene gran capacidad de formar geles en presencia de calcio; es biodegradable y permite una buena porosidad, útil para encapsular células o fármacos.
Lípido funcional (opcional)	Fosfatidilcolina	Ayuda a controlar la liberación de fármacos y mejora las propiedades mecánicas y de hidrólisis controlada del hidrogel.
Ácido nucleico (opcional)	Plásmido con VEGF (factor de crecimiento vascular endotelial)	Se incluye para inducir angiogénesis y favorecer el crecimiento de vasos sanguíneos en tejidos isquémicos o dañados.

4. Rol de las biomoléculas en la regeneración celular:

- ✓ Colágeno: Estimula la migración de fibroblastos y queratinocitos, promoviendo la cicatrización.
- ✓ Alginato: Forma un entorno húmedo y protector que favorece la regeneración epitelial.
- ✓ Fosfatidilcolina: Libera fármacos (antibióticos o antiinflamatorios) de manera sostenida.
- ✓ ADN con VEGF: Induce formación de nuevos vasos sanguíneos, mejorando la oxigenación de la herida

Exterior



3. Aplicación en la Bioingeniería

Aplicación propuesta:

Tratamiento de úlceras diabéticas

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Este ejercicio se centra en el diseño de un hidrogel biomédico, lo cual representa una aplicación directa de la bioingeniería en el desarrollo de materiales funcionales para la medicina regenerativa. Los estudiantes deben seleccionar biomoléculas específicas (proteínas, polisacáridos, lípidos o ácidos nucleicos) para construir un sistema que imite las condiciones del tejido humano, promueva la regeneración celular, y se adapte a aplicaciones clínicas como heridas crónicas, quemaduras o terapias génicas.

Esta actividad integra conocimientos de biomateriales, ingeniería de tejidos, biología celular y diseño de sistemas biocompatibles, permitiendo que el futuro bioingeniero comprenda cómo seleccionar y combinar componentes moleculares para resolver problemas de salud reales mediante soluciones tecnológicas innovadoras.

ESPACIO ACADÉMICO:
BIOLOGIA



TEMA:
BIOMOLECULAS

FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Juan Alejandro Rubio Rodríguez

Pág. 8

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Química General

Asignaturas relacionadas del Programa

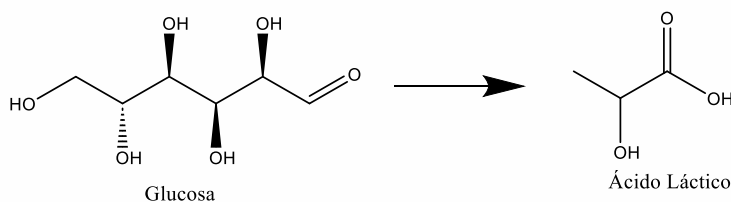
- Biología General
- Biología celular y molecular
- Microbiología y biología de sistemas
- **Ingeniería de los materiales**
- **Fisiología de sistemas**
- **Procesamiento de la información biológica**

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Este ejercicio tiene una aplicación directa en la bioingeniería, ya que la fermentación láctica es un proceso clave en la producción de compuestos bioquímicos mediante microorganismos. El ácido láctico es utilizado en la fabricación de bioplásticos como el ácido poliláctico (PLA), en la industria alimentaria y farmacéutica. Los bioingenieros optimizan las condiciones de cultivo y modifican genéticamente cepas bacterianas para maximizar la producción de ácido láctico. El análisis estequiométrico permite predecir rendimientos, diseñar biorreactores eficientes y evaluar la viabilidad económica y ambiental del proceso, conectando así los fundamentos de la química general con aplicaciones reales en la bioingeniería moderna.

EJERCICIO

En un proceso de fermentación láctica llevado a cabo por bacterias del ácido láctico (como son *Lactobacillus*), la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) se convierte en ácido láctico ($C_3H_6O_3$) según la siguiente reacción:



Un bioingeniero desea calcular cuántos gramos de ácido láctico se pueden obtener a partir de 180 gramos de glucosa, suponiendo un rendimiento del 100% en condiciones ideales.

SOLUCIÓN

Balanceo de ecuación



Balanceo por componente:

$$C: 6a = 2b$$

$$H: 12a = 6b$$

$$O: 6a = 3b$$

Se escribe la matriz para hacer la solución del sistema de ecuaciones lineales

$$\begin{pmatrix} 6 & -2 & 0 \\ 12 & -6 & 0 \\ 6 & -3 & 0 \end{pmatrix}$$

Se soluciona por el método de Gauss

$$\begin{pmatrix} 6 & -2 & 0 \\ 12 & -6 & 0 \\ 6 & -3 & 0 \end{pmatrix} F_2 - 2F_1 \rightarrow F_2 \quad \begin{pmatrix} 6 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 6 & -3 & 0 \end{pmatrix} F_3 - F_1 \rightarrow F_3$$

$$\begin{pmatrix} 6 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} F_3 - \frac{1}{2}F_2 \rightarrow F_3 \quad \begin{pmatrix} 6 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} 6a - 2b = 0 \\ -2b = 0 \end{cases}$$

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

En Bioingeniería se aborda la fermentación láctica, un proceso clave en la producción de ácido láctico mediante microorganismos como *Lactobacillus*. Este compuesto es ampliamente utilizado en la fabricación de bioplásticos, productos farmacéuticos y alimentos funcionales. A través del análisis estequiométrico, los estudiantes aplican principios de química general para comprender y optimizar procesos biotecnológicos, fortaleciendo así su formación en el diseño y control de sistemas biológicos aplicados a la industria y la sostenibilidad.



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Juan Alejandro Rubio Rodríguez

Pág. 9

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Química General

Asignaturas relacionadas del Programa

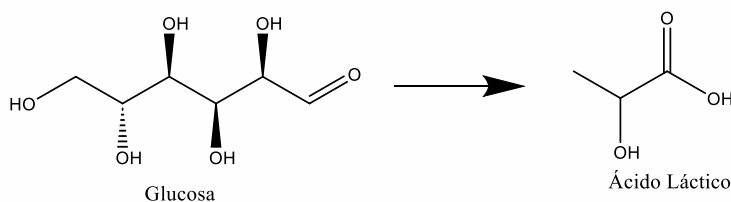
- Biología General
- Biología celular y molecular
- Microbiología y biología de sistemas
- **Ingeniería de los materiales**
- **Fisiología de sistemas**
- **Procesamiento de la información biológica**

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Este ejercicio tiene una aplicación directa en la bioingeniería, ya que la fermentación láctica es un proceso clave en la producción de compuestos bioquímicos mediante microorganismos. El ácido láctico es utilizado en la fabricación de bioplásticos como el ácido poliláctico (PLA), en la industria alimentaria y farmacéutica. Los bioingenieros optimizan las condiciones de cultivo y modifican genéticamente cepas bacterianas para maximizar la producción de ácido láctico. El análisis estequiométrico permite predecir rendimientos, diseñar biorreactores eficientes y evaluar la viabilidad económica y ambiental del proceso, conectando así los fundamentos de la química general con aplicaciones reales en la bioingeniería moderna.

EJERCICIO

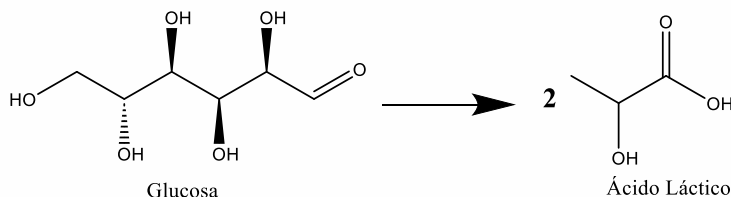
En un proceso de fermentación láctica llevado a cabo por bacterias del ácido láctico (como son *Lactobacillus*), la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) se convierte en ácido láctico ($C_3H_6O_3$) según la siguiente reacción:



Un bioingeniero desea calcular cuántos gramos de ácido láctico se pueden obtener a partir de 180 gramos de glucosa, suponiendo un rendimiento del 100% en condiciones ideales.

SOLUCIÓN

Obteniendo que la ecuación balanceada es



Calcular la masa molar de cada compuesto:

Glucosa ($C_6H_{12}O_6$): $(6 \times 12.01) + (12 \times 1.008) + (6 \times 16.00) = 180.16 \text{ g/mol}$

Ácido láctico ($C_3H_6O_3$): $(3 \times 12.01) + (6 \times 1.008) + (3 \times 16.00) = 90.08 \text{ g/mol}$

Relación molar de la reacción:

1 mol de glucosa produce 2 moles de ácido láctico

moles de glucosa = $180 \text{ g} / 180.16 \text{ g/mol} \approx 0.999 \text{ mol}$

Calcular los moles de ácido láctico producidos:
moles de ácido láctico = $0.999 \text{ mol} \times 2 = 1.998 \text{ mol}$

Calcular la masa de ácido láctico producida:
masa = $1.998 \text{ mol} \times 90.08 \text{ g/mol} \approx 179.9 \text{ g}$

A partir de 180 gramos de glucosa, se pueden obtener aproximadamente 179.9 gramos de ácido láctico en condiciones ideales

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

En Bioingeniería se aborda la fermentación láctica, un proceso clave en la producción de ácido láctico mediante microorganismos como *Lactobacillus*. Este compuesto es ampliamente utilizado en la fabricación de bioplásticos, productos farmacéuticos y alimentos funcionales. A través del análisis estequiométrico, los estudiantes aplican principios de química general para comprender y optimizar procesos biotecnológicos, fortaleciendo así su formación en el diseño y control de sistemas biológicos aplicados a la industria y la sostenibilidad.

**Paralelo de
Espacio Académico Ciencias Básicas
vs. Asignaturas del Programa**

Materia Ciencias Básicas

Física Mecánica

**Asignaturas relacionadas
del Programa**

Electiva Médica

- Fisiología de sistemas
- Ingeniería Materiales
- Biomecánica
- Equipos de Instrumentación biológica

Electiva Agrícola

- Ecología
- biomecánica
- Instrumentación y automatización

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Electiva Médica: Se enfoca en la biomecánica y dinámica de fluidos del cuerpo humano para diseñar prótesis, exoesqueletos, stents, bombas cardíacas y ventiladores mecánicos. También estudia fuerzas, torques y energía en músculos y articulaciones, aplicados en la marcha, rehabilitación y neuroprótesis. Además, analiza la resistencia y fatiga de biomateriales e implantes que soportan cargas repetitivas.

Electiva Agrícola: Aplica la física al cálculo de la caída de semillas, la resistencia y elasticidad de materiales como biopolímeros, y al diseño de sistemas de automatización agrícola (actuadores, válvulas, pistones). También se usa en la construcción y análisis de maquinaria pesada como tractores, cosechadoras y sistemas hidráulicos para mejorar la producción en el campo.

EJERCICIO

EJERCICIO DE APLICACIÓN

• **ESPACIO ACADÉMICO:** Este ejercicio usa física mecánica, termodinámica y electricidad y magnetismo aplicado al diseño de un dispositivo médico

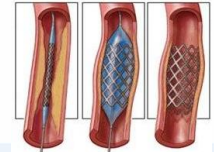
• **TEMA:** Diseño de Dispositivos para aplicaciones Médicas

• **ESTRATEGIA DE CONTEXTUALIZACIÓN:** Proyecto de Aula, que se pueda desarrollar en fases, según la asignatura que se esté viendo.

EJERCICIO: Se diseña un dispositivo médico experimental para asistir el flujo sanguíneo en una arteria parcialmente obstruida (estenosis del 50%) mediante un sistema magneto-hemodinámico. Este sistema emplea un campo magnético externo y electrodos que inducen un campo eléctrico en el fluido (sangre), con el objetivo de reducir la resistencia al flujo y mejorar la perfusión distal (se refiere a circulación en extremidades con ayuda). La arteria tiene un diámetro normal de 6 mm, y en la zona obstruida se reduce a 3 mm. Se conoce que el flujo sanguíneo es de 20 mL/s en condiciones normales, y que la viscosidad de la sangre es de 3.5×10^{-3} Pa·s.

Se aplican los siguientes campos:

- Un campo magnético constante de 0.4 T perpendicular al flujo.
- Unos electrodos generan un campo eléctrico de 10 V/m en sentido ortogonal al flujo.



SOLUCIÓN

Mecánica (fuerza y presión en la arteria estrechada) ¿Cuál es la variación de presión necesaria para mantener el flujo en la zona obstruida sin asistencia externa?

Fuerza: Es lo que hace que los objetos se muevan, se detengan o cambien de forma. Es una de las terceras leyes de Newton y la presión es un esfuerzo un isotrópico que se ejerce sobre un líquido en un área determina.

$$\Delta P = \frac{F}{A}, \text{ unidades } \frac{N}{m^2}$$

Mecánica de Fluidos. Utilizando la ecuación de Poiseuille, ¿Determina la diferencia de presión necesaria para que fluya la sangre por la región estrechada? Utilizando la ecuación de Poiseuille, que permite la diferencia de presión necesaria para que fluya la sangre por la región estrechada. Pero para entender este tema nos toca arrancar por principio de continuidad el cual afirma que la cantidad de masa que entra en un tubo ancho es la misma que debe salir en el mismo tubo con salida estrecha, que se puede medir a través de los caudales, el cual nos habla que entre menos área se tenga mayor velocidad tendrá el fluido, ejemplo cuando tenemos una manguera con baja presión, nosotros medio tapamos la manguera con el dedo (disminuimos el área) y aumentamos la velocidad para aumentar la presión.

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Este principio se aplica a líquidos no viscosos; pero la sangre es un fluido viscoso (resistencia a fluir), se usa el principio de Poiseuille, que tiene en cuenta la longitud del tubo, el diámetro y viscosidad del fluido (Pa·s), para la sangre es de $\mu = 3.5 \times 10^{-3}$ Pa·s

$$\text{Ley de Poiseuille: } \Delta P = \frac{8\mu L Q}{\pi r^4}$$

$$Q = 20 \text{ mL/s} \text{ o } 20 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 0.05 \text{ m (longitud asumida de la zona obstruida)}$$

$$D = 3 \text{ mm} \text{ o } r = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Resultado: } \Delta P = 1760.53 \text{ Pa} \text{ o } \frac{N}{m^2} \text{ (Presión necesaria para mantener el flujo en la obstrucción)}$$

Si una arteria se estrecha (disminuye su radio), el flujo de sangre baja mucho porque el radio está elevado a la cuarta potencia. Esto ayuda a entender problemas como la hipertensión o el diseño de stents en bioingeniería

Aplicación: Estimar la velocidad promedio y el área de la sección estrecha.

Ecuaciones:

$$\text{Área transversal: } A = \pi r^2$$

$$\text{Caudal } Q = Av \text{ donde la velocidad } v = 0.2829 \frac{m}{s}, \text{ (velocidad media del flujo en la estenosis)}$$

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Aplicar de manera crítica y consciente los principios de las ciencias básicas en estudiantes de bioingeniería, para fortalecer su desempeño en simulaciones, diseño de dispositivos cardiovasculares y modelado biomédico.

Integrar conocimientos de física para simular el comportamiento del flujo sanguíneo en condiciones de enfermedad y evaluar tecnologías de asistencia como campos electromagnéticos para mejorar el flujo



FACULTAD DE BIOINGENIERÍA

Docente: Sully Segura Peña

Pág. 11

Paralelo de Espacio Académico Ciencias Básicas vs. Asignaturas del Programa

Materia Ciencias Básicas

Electricidad y Magnetismo

Asignaturas relacionadas del Programa

- Señales y Sistemas
- Bioinstrumentación
- Equipos Soporte Vital
- Sistema Digital
- Automatización
- Equipos de Instrumentación Medica
- Instrumentación y Automatización

Aplicación / Uso en Bioingeniería

Los equipos biomédicos desempeñan funciones fundamentales en el diagnóstico y tratamiento médico. El electrocardiograma (ECG) mide las señales eléctricas del corazón mediante la detección de potenciales bioeléctricos. La resonancia magnética nuclear (RM o MRI) emplea campos magnéticos y radiofrecuencias para obtener imágenes detalladas de tejidos blandos. El electroencefalograma (EEG) detecta la actividad eléctrica cerebral a través de electrodos superficiales. El desfibrilador administra una descarga eléctrica controlada para restablecer el ritmo cardíaco en casos de arritmia. Los robots quirúrgicos, por su parte, utilizan motores, sensores magnéticos y retroalimentación para realizar procedimientos con alta precisión. Los sistemas de control de temperatura o flujo en laboratorios emplean sensores térmicos y eléctricos para mantener condiciones ideales para cultivos celulares. Los instrumentadores para análisis de señales biológicas como EMG, EEG y ECG capturan y filtran señales eléctricas del cuerpo humano mediante sistemas automatizados.

EJERCICIO

EJERCICIO DE APLICACIÓN

• **ESPACIO ACADÉMICO:** Este ejercicio usa física mecánica, termodinámica y electricidad y magnetismo aplicado al diseño de un dispositivo médico

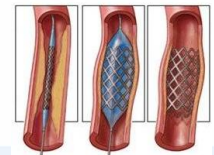
• **TEMA:** Diseño de Dispositivos para aplicaciones Médicas

• **ESTRATEGIA DE CONTEXTUALIZACIÓN:** Proyecto de Aula, que se pueda desarrollar en fases, según la asignatura que se esté viendo.

EJERCICIO: Se diseña un dispositivo médico experimental para asistir el flujo sanguíneo en una arteria parcialmente obstruida (estenosis del 50%) mediante un sistema magneto-hemodinámico. Este sistema emplea un campo magnético externo y electrodos que inducen un campo eléctrico en el fluido (sangre), con el objetivo de reducir la resistencia al flujo y mejorar la perfusión distal (se refiere a circulación en extremidades con ayuda). La arteria tiene un diámetro normal de 6 mm, y en la zona obstruida se reduce a 3 mm. Se conoce que el flujo sanguíneo es de 20 mL/s en condiciones normales, y que la viscosidad de la sangre es de 3.5×10^{-3} Pa·s.

Se aplican los siguientes campos:

- Un campo magnético constante de 0.4 T perpendicular al flujo.
- Unos electrodos generan un campo eléctrico de 10 V/m en sentido ortogonal al flujo.



SOLUCIÓN

Electricidad y Magnetismo ¿Calcula la fuerza de Lorentz generada por el campo eléctrico y magnético sobre los iones de la sangre (usa una densidad de carga efectiva aproximada de 1×10^3 C/m³)?

Fuerza de Lorentz describe la **fuerza que siente una carga eléctrica cuando se mueve dentro de un campo eléctrico o magnético**. ejercida por los campos sobre los iones de la sangre, esta fuerza es máxima cuando el campo magnético es perpendicular el flujo de carga.

Ecuación:

$$F_{Lorentz} = \rho_q (E + vB)$$

Datos:

$$E = 10 \text{ V/m}$$

$$B = 0.4 \text{ T}$$

$$\rho_q = 1 \times 10^3 \text{ C/m}^3 \text{ (densidad de carga volumétrica)}$$

Resultado:

$$F_{Lorentz} = 11131.77 \text{ N/m}^3$$

Esto representa la fuerza que el sistema electromagnético ejerce sobre el flujo sanguíneo cargado.

EXPLICACIÓN - RELACIÓN CONTEXTO EJERCICIO CON EL PROGRAMA

Aplicar de manera crítica y consciente los principios de las ciencias básicas en estudiantes de bioingeniería, para fortalecer su desempeño en simulaciones, diseño de dispositivos cardiovasculares y modelado biomédico.

Integrar conocimientos de física para simular el comportamiento del flujo sanguíneo en condiciones de enfermedad y evaluar tecnologías de asistencia como campos electromagnéticos para mejorar el flujo

