

Explorando Fronteras: Investigación en Instrumentación Biomédica Avanzada

Ingeniería | Aprendizaje Basado en Investigación

Descripción

Este plan de clase está diseñado para que los estudiantes universitarios de Ingeniería se sumerjan en el fascinante campo de la Instrumentación Biomédica Avanzada a través de la metodología de Aprendizaje Basado en Investigación (ABI). Durante seis sesiones de dos horas cada una, los estudiantes investigarán, analizarán y diseñarán soluciones instrumentales aplicadas a la salud, enfocándose en el uso del método científico y fuentes primarias de información.

Los estudiantes aprenderán a identificar problemas reales en el diagnóstico y monitoreo biomédico, formulando preguntas de investigación que guiarán sus indagaciones. Esta experiencia fomenta habilidades críticas y analíticas, preparando a los futuros ingenieros para contribuir con innovaciones tecnológicas que impacten positivamente en la medicina y la calidad de vida.

La relevancia de este plan radica en la integración de conocimientos técnicos con aplicaciones prácticas en el área biomédica, promoviendo el desarrollo de competencias profesionales y éticas. Además, conecta con la vida real al mostrar cómo la instrumentación avanzada es clave en la detección temprana, tratamiento y monitoreo de enfermedades, un área en constante evolución y demanda.

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar principios y tecnologías fundamentales en instrumentación biomédica avanzada.
- Formular preguntas de investigación pertinentes para problemas en instrumentación biomédica.
- Investigar y evaluar fuentes primarias para sustentar proyectos de diseño y mejora de instrumentos biomédicos.
- Diseñar prototipos conceptuales o propuestas basadas en evidencia que respondan a necesidades biomédicas específicas.
- Comunicar resultados y reflexiones científicas de manera clara, coherente y fundamentada.

Recursos Necesarios

- Laboratorio de instrumentación con sensores biomédicos (al menos 3 kits de sensores de ECG, EEG, presión arterial, etc.)
- Computadoras con acceso a bases de datos científicas (PubMed, IEEE Xplore, ScienceDirect)
- Software de análisis de señales biomédicas (MATLAB, LabVIEW o similar)
- Proyector y pantalla para presentaciones
- Documentos y artículos científicos recientes impresos y digitales

- Materiales para prototipado básico (placas de circuito, cables, microcontroladores Arduino o Raspberry Pi, componentes electrónicos)
- Cuadernos de laboratorio o bitácoras de investigación
- Acceso a internet estable

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos en electrónica y señales eléctricas.
- Familiaridad con conceptos de fisiología humana aplicada a la instrumentación.
- Experiencia previa en metodología científica y redacción técnica.
- Manejo básico de software para análisis de datos (MATLAB, Excel, etc.).
- Habilidades básicas en trabajo colaborativo y comunicación científica.

Actividades

Sesión 1: Introducción y formulación de preguntas de investigación en Instrumentación Biomédica

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 20 minutos

Propósito de la sesión:

Presentar el campo de Instrumentación Biomédica Avanzada y motivar a los estudiantes a identificar problemas relevantes mediante preguntas de investigación que guiarán su aprendizaje e indagación.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Presenta un breve caso real donde un dispositivo biomédico avanzado ha mejorado el diagnóstico médico (ejemplo: un nuevo sensor para monitoreo cardíaco remoto).
- **Estudiantes:** Discuten en parejas: ¿Qué dispositivos biomédicos conocen y qué problemas podrían mejorarse con tecnología avanzada?

Motivación y enganche:

Docente: Muestra un video corto (3 min) que ilustra la evolución de los dispositivos biomédicos y un dato impactante sobre la demanda mundial de innovaciones en el área.

Estudiantes: Reflexionan individualmente sobre cómo podrían contribuir con soluciones innovadoras.

Contextualización:

Docente: Conecta el tema con la realidad de los estudiantes explicando cómo la instrumentación biomédica afecta la salud pública y la ingeniería actual.

Estudiantes: Comparten ejemplos de su entorno o experiencias personales relacionadas con dispositivos biomédicos.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 85 minutos

Presentación del contenido:

Introducción a principios básicos y tecnologías clave en instrumentación biomédica avanzada mediante lectura guiada de artículos científicos seleccionados.

Actividades de aprendizaje activo:

• Actividad 1: Análisis crítico de artículos científicos

- **Objetivo:** Analizar y comprender tecnologías actuales en instrumentación biomédica.
- **Instrucciones:** El docente divide a los estudiantes en grupos de 4. Cada grupo recibe un artículo científico reciente con enfoque en un tipo de instrumento biomédico (ej: sensores de oxígeno, sistemas de imagen, biosensores). Deben identificar el problema abordado, la tecnología utilizada y las limitaciones.
- **Producto:** Resumen grupal de 1 página y presentación oral de 5 minutos.
- **Tiempo:** 50 minutos (30 para lectura y análisis, 20 para preparación y presentación).
- **Rol del docente:** Facilita la selección de artículos, guía con preguntas clave (“¿Qué innovación aporta?”, “¿Qué desafíos quedan?”) y supervisa el trabajo en equipo.

• Actividad 2: Formulación de preguntas de investigación

- **Objetivo:** Formular preguntas de investigación relevantes para la mejora o innovación en instrumentación biomédica.
- **Instrucciones:** En parejas, los estudiantes generan al menos tres preguntas de investigación basadas en los desafíos identificados en su artículo. Se les proporciona una guía para que las preguntas sean claras, específicas y viables.
- **Producto:** Lista de preguntas con justificación breve para cada una.
- **Tiempo:** 35 minutos.
- **Rol del docente:** Apoya con retroalimentación inmediata, motiva a profundizar en la formulación y verifica la pertinencia y claridad de las preguntas.

Diferenciación:

- Estudiantes que terminan antes: investigan brevemente en bases de datos científicas un artículo complementario para enriquecer las preguntas.
- Estudiantes con dificultades: reciben un listado de preguntas modelo para modificar y practicar formulación.

Transición:

Docente: Resume las preguntas de investigación formuladas y conecta con la siguiente sesión donde se buscarán y analizarán fuentes primarias para responderlas.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 15 minutos

Síntesis:

Realización de un mapa mental colectivo en la pizarra con las principales tecnologías y preguntas de investigación surgidas en la sesión.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Qué tecnología biomédica entendí mejor hoy y por qué?
- ¿Cómo formulé preguntas que podrían guiar una investigación real?
- ¿Qué desafíos encontré en el análisis de los artículos científicos?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona comentarios inmediatos sobre las presentaciones y preguntas, destacando fortalezas y áreas de mejora.

Transferencia:

Se anticipa que en la próxima sesión se realizará búsqueda y evaluación crítica de fuentes primarias para responder las preguntas formuladas.

Sesión 2: Búsqueda y evaluación crítica de fuentes científicas en Instrumentación

Biomédica

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 15 minutos

Propósito de la sesión:

Contextualizar la importancia de la búsqueda y evaluación crítica de fuentes científicas para fundamentar investigaciones en instrumentación biomédica.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Presenta de manera breve los principales repositorios y bases de datos científicas especializadas en ingeniería biomédica.
- **Estudiantes:** En plenaria, comentan experiencias previas buscando artículos o información técnica.

Motivación y enganche:

Docente: Muestra un ejemplo real donde una mala interpretación de una fuente científica llevó a fallos en un diseño biomédico.

Contextualización:

Docente: Relaciona la habilidad de evaluar fuentes con la credibilidad y éxito de sus futuros proyectos de instrumentación biomédica.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 95 minutos

Presentación del contenido:

Los estudiantes aprenden criterios para evaluar la calidad, relevancia y actualidad de fuentes científicas y técnicas, aplicándolos a sus preguntas de investigación.

Actividades de aprendizaje activo:

• Actividad 1: Taller de búsqueda en bases de datos científicas

- **Objetivo:** Capacitar en búsqueda avanzada y filtrado de artículos científicos.
- **Instrucciones:** En grupos de 3-4, los estudiantes buscan artículos que respondan a una de las preguntas formuladas en sesión 1, aplicando operadores booleanos y filtros de fecha y tipo de documento.
- **Producto:** Lista de 3-5 artículos relevantes con breve justificación de su selección.
- **Tiempo:** 45 minutos.
- **Rol del docente:** Asiste en la navegación de bases, corrige búsquedas y fomenta el uso de términos técnicos precisos.

• Actividad 2: Evaluación crítica de artículos seleccionados

- **Objetivo:** Evaluar la calidad y pertinencia de las fuentes para responder preguntas de investigación.
- **Instrucciones:** Cada grupo discute y evalúa dos artículos de su lista usando una rúbrica proporcionada que considera autoría, metodología, resultados y limitaciones.
- **Producto:** Informe grupal con evaluación crítica y justificación de la utilidad de cada artículo.
- **Tiempo:** 50 minutos.
- **Rol del docente:** Modera las discusiones, aclara dudas y guía la aplicación de la rúbrica evaluativa.

Diferenciación:

- Estudiantes adelantados: Elaboran una síntesis comparativa entre artículos para detectar tendencias en la instrumentación biomédica.

- Estudiantes que requieren apoyo: Trabajan con artículos resumidos y reciben acompañamiento más cercano del docente.

Transición:

Docente: Conecta la evaluación crítica con la necesidad de diseñar propuestas fundamentadas en evidencia científica, que será el foco de la siguiente sesión.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos

Síntesis:

Realización de un cuadro comparativo colectivo con criterios clave para evaluar fuentes científicas.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo seleccioné la fuente más adecuada para mi investigación?
- ¿Qué criterios me ayudaron a evaluar la calidad de un artículo científico?
- ¿Qué dificultades encontré en la búsqueda y evaluación de fuentes?

Retroalimentación:

Docente: Comenta los informes entregados, destacando fortalezas y sugerencias para mejorar la evaluación crítica.

Transferencia:

Se avanza hacia la aplicación práctica: en la próxima sesión iniciarán el diseño basado en la evidencia recopilada.

Sesión 3: Diseño conceptual de prototipos en Instrumentación Biomédica

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 15 minutos

Propósito de la sesión:

Conectar la revisión bibliográfica con el diseño de prototipos para resolver problemas biomédicos identificados.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Repasa brevemente ejemplos de diseños exitosos en instrumentación biomédica y los principios básicos de prototipado.
- **Estudiantes:** En plenaria, comparten ideas preliminares para sus prototipos basados en sus investigaciones.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un reto: diseñar un prototipo conceptual que pueda mejorar un aspecto específico del monitoreo biomédico.

Contextualización:

Docente: Explica cómo el diseño conceptual es el primer paso clave para innovar y desarrollar tecnología real.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 90 minutos

Presentación del contenido:

Los estudiantes trabajan en grupos para diseñar un prototipo conceptual basado en la evidencia recopilada, definiendo sus componentes principales y funcionalidad.

Actividades de aprendizaje activo:

• Actividad 1: Lluvia de ideas y selección de enfoque

- **Objetivo:** Definir claramente el problema y enfoque del prototipo.
- **Instrucciones:** En grupos, los estudiantes listan posibles mejoras o aplicaciones, seleccionan una idea concreta y la justifican con la evidencia científica.
- **Producto:** Documento con problema definido y justificación.
- **Tiempo:** 30 minutos.
- **Rol del docente:** Facilita discusión, fomenta el pensamiento crítico y asegura la alineación con la evidencia.

• Actividad 2: Diseño conceptual y esquema funcional

- **Objetivo:** Elaborar un esquema funcional del prototipo con sus principales componentes y funciones.
- **Instrucciones:** Utilizando materiales de dibujo o software básico, diseñan el esquema y describen brevemente cada módulo.
- **Producto:** Diagrama y descripción técnica del prototipo.
- **Tiempo:** 60 minutos.
- **Rol del docente:** Asesora en aspectos técnicos, plantea preguntas para profundizar el diseño.

Diferenciación:

- Estudiantes adelantados: Proponen mejoras innovadoras o integran tecnologías emergentes.
- Estudiantes con dificultades: Reciben plantillas de esquemas para completar y ejemplos de diseños conceptuales.

Transición:

Docente: Indica que en la próxima sesión se trabajará en la validación técnica y análisis de factibilidad del prototipo diseñado.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 15 minutos

Síntesis:

Presentación rápida (3 minutos por grupo) de los diseños conceptuales para retroalimentación entre pares.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo relacioné la evidencia científica con el diseño de mi prototipo?
- ¿Qué consideraciones técnicas fueron clave para definir los componentes?
- ¿Qué aspectos debo mejorar para avanzar en el desarrollo?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona comentarios constructivos y orientaciones para la siguiente fase.

Transferencia:

Prepara a los estudiantes para el análisis cuantitativo y validación técnica en la siguiente sesión.

Sesión 4: Validación técnica y análisis de factibilidad de prototipos

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 15 minutos

Propósito de la sesión:

Introducir los conceptos de validación técnica y análisis de factibilidad para garantizar la viabilidad de los prototipos diseñados.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Pregunta dirigida: ¿Qué factores técnicos y prácticos deben considerarse para que un prototipo funcione en la realidad?
- **Estudiantes:** Plenaria con aportaciones basadas en experiencias previas y conocimiento técnico.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un caso de éxito y otro de fracaso en instrumentación biomédica por falta de validación técnica.

Contextualización:

Docente: Explica cómo este análisis es fundamental para la innovación responsable y segura.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 90 minutos

Presentación del contenido:

Se introduce el análisis de parámetros técnicos, costos y recursos necesarios para validar y producir el prototipo.

Actividades de aprendizaje activo:

- **Actividad 1: Evaluación de parámetros técnicos y funcionales**

- **Objetivo:** Identificar y analizar parámetros clave para la validación técnica del prototipo.
- **Instrucciones:** En grupos, analizan aspectos como precisión, sensibilidad, seguridad y compatibilidad con normas biomédicas, apoyándose en literatura científica.
- **Producto:** Informe técnico con análisis de parámetros y posibles mejoras.
- **Tiempo:** 50 minutos.
- **Rol del docente:** Orienta la búsqueda de normativas y parámetros, formula preguntas para profundizar análisis.

- **Actividad 2: Análisis de factibilidad económica y recursos**

- **Objetivo:** Estimar costos y recursos necesarios para la producción del prototipo.
- **Instrucciones:** Utilizando tablas y referencias de mercado, los estudiantes calculan costos aproximados y evalúan disponibilidad de materiales y equipos.
- **Producto:** Tabla de costos y recursos con recomendaciones.
- **Tiempo:** 40 minutos.
- **Rol del docente:** Proporciona referencias y asesora en cálculos económicos.

Diferenciación:

- Estudiantes adelantados: Incluyen análisis de impacto ambiental y social.
- Estudiantes con dificultades: Reciben ejemplos y guías paso a paso para el análisis.

Transición:

Docente: Conecta la validación técnica con la construcción de prototipos físicos que se desarrollará en la próxima sesión.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 15 minutos

Síntesis:

Discusión guiada para consolidar los criterios de validación y factibilidad.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Qué parámetros técnicos son indispensables para validar un prototipo biomédico?
- ¿Cómo afectan los costos y recursos a la factibilidad de un proyecto?
- ¿Qué aspectos debo reforzar antes de la construcción física?

Retroalimentación:

Docente: Evalúa informes y resuelve dudas, sugiriendo ajustes para el prototipo.

Transferencia:

Preparación para la construcción y pruebas experimentales en la próxima sesión.

Sesión 5: Construcción y pruebas experimentales de prototipos biomédicos

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 15 minutos

Propósito de la sesión:

Introducir las técnicas y procedimientos para la construcción y prueba inicial de prototipos biomédicos.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Repaso de seguridad en laboratorio y manejo de herramientas electrónicas.
- **Estudiantes:** Comparten experiencias previas con prototipos o experimentos técnicos.

Motivación y enganche:

Docente: Presenta un prototipo funcional y describe su proceso de construcción.

Contextualización:

Docente: Resalta la importancia de la experimentación para validar hipótesis y ajustar diseños.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 90 minutos

Presentación del contenido:

Los estudiantes construyen prototipos con materiales disponibles y realizan pruebas básicas de funcionamiento.

Actividades de aprendizaje activo:

- **Actividad 1: Construcción guiada del prototipo**
 - **Objetivo:** Aplicar conocimientos técnicos para ensamblar un prototipo funcional.

- **Instrucciones:** En grupos, siguen un plan de trabajo detallado para montar el prototipo con supervisión del docente, asegurando seguridad y precisión.
 - **Producto:** Prototipo construido listo para pruebas.
 - **Tiempo:** 60 minutos.
 - **Rol del docente:** Supervisa, ofrece asistencia técnica y garantiza cumplimiento de normas de seguridad.
- **Actividad 2: Pruebas experimentales y registro de resultados**
 - **Objetivo:** Evaluar el desempeño inicial del prototipo mediante pruebas controladas.
 - **Instrucciones:** Ejecutan pruebas específicas, recopilan datos y documentan resultados en la bitácora.
 - **Producto:** Registro experimental con análisis preliminar.
 - **Tiempo:** 30 minutos.
 - **Rol del docente:** Observa, formula preguntas para profundizar en la interpretación de resultados y asegura rigurosidad.

Diferenciación:

- Estudiantes adelantados: Proponen pruebas adicionales o mejoras en el montaje.
- Estudiantes con dificultades: Trabajan con prototipos simplificados y reciben apoyo individualizado.

Transición:

Docente: Indica que en la última sesión se realizará el análisis final, presentación y reflexión sobre los proyectos.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 15 minutos

Síntesis:

Comparan resultados experimentales y discuten ajustes necesarios para mejorar prototipos.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Qué funcionó bien en la construcción y qué no?
- ¿Cómo interpreté los resultados experimentales?
- ¿Qué cambios consideraría para la siguiente iteración?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona comentarios específicos y orienta al seguimiento.

Transferencia:

Preparación para la presentación científica y reflexión final en la sesión de cierre.

Sesión 6: Presentación, reflexión y retroalimentación final de proyectos en Instrumentación Biomédica

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos

Propósito de la sesión:

Preparar a los estudiantes para la presentación formal de sus proyectos y la reflexión crítica sobre su aprendizaje.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Explica criterios claros para presentaciones efectivas y evaluación entre pares.
- **Estudiantes:** Organizan sus materiales y preparan una breve presentación.

Motivación y enganche:

Docente: Recuerda la importancia del aporte científico y la comunicación clara para la ingeniería biomédica.

Contextualización:

Docente: Relaciona la presentación con competencias profesionales y laborales.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 90 minutos

Actividades de aprendizaje activo:

- **Actividad 1: Presentación formal de proyectos**
 - **Objetivo:** Comunicar resultados de investigación y prototipo de forma clara y fundamentada.
 - **Instrucciones:** Cada grupo presenta durante 10 minutos, seguido de 5 minutos de preguntas y retroalimentación de compañeros y docente.
 - **Producto:** Presentación oral y diapositivas o material visual.
 - **Tiempo:** 75 minutos (aprox. 4 grupos).
 - **Rol del docente:** Modera, evalúa y fomenta preguntas constructivas.
- **Actividad 2: Reflexión metacognitiva grupal**
 - **Objetivo:** Evaluar el proceso de aprendizaje y las competencias desarrolladas.
 - **Instrucciones:** En plenaria, responden preguntas específicas sobre el aprendizaje, dificultades y logros.
 - **Producto:** Registro de reflexiones compartidas.
 - **Tiempo:** 15 minutos.
 - **Rol del docente:** Facilita la discusión y sintetiza las conclusiones.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 20 minutos

Síntesis:

Elaboración de un organizador gráfico colectivo que resuma aprendizajes clave y competencias desarrolladas en el curso.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo aplicaría lo aprendido en un entorno profesional real?
- ¿Qué habilidades científicas y técnicas mejoré durante este plan?
- ¿Qué recomendaría para mejorar futuras investigaciones en instrumentación biomédica?

Retroalimentación:

Docente: Ofrece retroalimentación final personalizada y general, destacando logros y áreas de mejora.

Transferencia:

Invita a los estudiantes a explorar oportunidades de investigación o desarrollo profesional en instrumentación biomédica.

Tarea o reto:

Preparar un breve artículo o reporte técnico basado en su proyecto para posible publicación o presentación en congresos estudiantiles.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- Diagnóstica: Actividad de activación en la sesión 1 para conocer conocimientos previos.
- Formativa: Evaluación continua durante actividades de análisis, formulación, diseño, búsqueda, validación y construcción (sesiones 1 a 5).
- Sumativa: Presentación final del proyecto y reflexión metacognitiva en sesión 6.

Criterios de evaluación:

- Capacidad para formular preguntas de investigación claras y relevantes (Objetivo 2).
- Habilidad para buscar y evaluar críticamente fuentes científicas (Objetivo 3).
- Creatividad y rigor técnico en el diseño conceptual del prototipo (Objetivo 4).
- Calidad en la construcción y pruebas experimentales del prototipo (Objetivo 4).
- Claridad y coherencia en la comunicación de resultados y reflexiones (Objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Rúbricas para presentación oral y escrita.
- Lista de cotejo para análisis crítico de artículos y formulación de preguntas.
- Observación directa durante actividades prácticas.
- Portafolio de evidencias que incluye bitácoras, informes y productos de cada sesión.
- Autoevaluación y coevaluación en reflexiones metacognitivas.

Evidencias de aprendizaje:

- Listas de preguntas de investigación formuladas.
- Informes de evaluación crítica de fuentes.
- Diseños conceptuales y esquemas funcionales.
- Prototipos contruidos y registros experimentales.
- Presentaciones orales y documentos reflexivos finales.