

# **Tema 5**

# **Sistemas de Información Sanitaria**

**Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación**

*Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada*

Universidad Rey Juan Carlos

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- Un **Sistema de Información Sanitaria** u Hospitalaria (*Health Information System, HIS*) es un conjunto de **tecnologías informáticas** diseñadas para **gestionar, almacenar, procesar y compartir información** relacionada con la **atención médica** y la **administración hospitalaria**.
- Por tanto, los HIS son **herramientas digitales** que abarcan tanto la **gestión clínica** (como el historial médico de los pacientes) como la **gestión administrativa** (como la facturación y la asignación de recursos).

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

Antes



Después



# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- **Objetivos del HIS:**
  - Objetivos **clínicos**
  - Objetivos **administrativos**
  - Objetivos **estratégicos**

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- **Objetivos clínicos:**

- **Mejorar la calidad de la atención al paciente:** Permiten a los profesionales de la salud acceder rápidamente a información precisa y actualizada sobre los pacientes, como su historial médico, resultados de pruebas diagnósticas y tratamientos previos. Esto facilita diagnósticos más precisos y decisiones más informadas.
- **Facilitar la continuidad de la atención:** Al centralizar la información del paciente, los HIS aseguran que todos los profesionales involucrados en su cuidado (médicos, enfermeros, especialistas, etc.) tengan acceso a los mismos datos, evitando duplicidades o errores.
- **Reducir errores médicos:** Los HIS pueden incluir alertas automáticas para prevenir errores, como interacciones de medicamentos peligrosas o dosis incorrectas.
- **Promover la medicina basada en evidencia:** Los HIS pueden integrar guías clínicas y protocolos médicos, ayudando a los profesionales a seguir las mejores prácticas basadas en evidencia científica.

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- **Objetivos administrativos:**

- **Optimizar la gestión de recursos hospitalarios:** Los HIS ayudan a gestionar de manera eficiente los recursos disponibles, como camas, quirófanos, personal médico y equipos. Esto reduce tiempos de espera y mejora la utilización de los recursos.
- **Automatizar procesos administrativos:** Tareas como la facturación, la programación de citas y la gestión de inventarios (por ejemplo, medicamentos o material quirúrgico) se pueden automatizar, reduciendo la carga administrativa y los costos operativos.
- **Cumplir con normativas y regulaciones:** Los HIS ayudan a los hospitales a cumplir con las normativas legales y estándares de calidad, como la protección de datos personales.

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- **Objetivos estratégicos:**

- **Soporte a la toma de decisiones:** Los HIS recopilan y analizan grandes volúmenes de datos, proporcionando informes y estadísticas que ayudan a los gestores hospitalarios a tomar decisiones estratégicas, como la planificación de recursos o la evaluación de la calidad del servicio.
- **Fomentar la investigación médica:** Los datos almacenados en los HIS pueden ser utilizados para estudios clínicos, análisis epidemiológicos y desarrollo de nuevas terapias.
- **Mejorar la experiencia del paciente:** Al digitalizar procesos como la programación de citas o el acceso a resultados de pruebas, los SIH hacen que la experiencia del paciente sea más cómoda y eficiente.
- **Reducir costes a largo plazo:** Aunque la implementación de un HIS puede ser costosa, su uso eficiente puede reducir costes operativos y mejorar la sostenibilidad financiera del hospital.

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- En la Comunidad de Madrid, **Selene** es el HIS utilizado en muchos los hospitales públicos gestionados por el Servicio Madrileño de Salud (SERMAS). Otros hospitales usan **HCIS**.
- En Castilla y León, por ejemplo, emplean un desarrollo propio del sistema de salud llamado **Jimena**. Y en Andalucía, otro denominado **Diraya**.

El programa informático que trae de cabeza a los médicos en España: “Es una desesperación”.



# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- Algunos **módulos** de un HIS:
  - **Historia Clínica Electrónica** (*Electronic Health Record, EHR*): Es uno de los módulos más importantes, ya que almacena toda la información médica del paciente de manera digital, permitiendo un acceso rápido y seguro a los datos clínicos.
  - **Gestión de citas y programación**: Este módulo permite gestionar las citas médicas de los pacientes y optimizar los horarios de los profesionales sanitarios y los recursos hospitalarios.
  - **Gestión de inventarios**: Este módulo controla el stock de medicamentos, materiales médicos y otros recursos hospitalarios, asegurando su disponibilidad y reduciendo desperdicios.

# Introducción a los Sistemas de Información Sanitaria

- **Evolución hacia los HIS:**
  - **PACS (*Picture Archiving and Communication System*)**: Los PACS fueron uno de los primeros sistemas digitales implementados en hospitales. Su función principal era almacenar, gestionar y compartir imágenes médicas (radiografías, tomografías, resonancias, etc.). El problema era que estaban aislados del resto de los sistemas hospitalarios.
  - **RIS (*Radiology Information System*)**: Los RIS surgieron como una evolución de los PACS, añadiendo funcionalidades administrativas y de gestión para los departamentos de radiología. Seguían siendo sistemas específicos y no integrados con otros departamentos.
  - **EHR (*Electronic Health Record*)**: Los EHR marcaron un cambio significativo al centralizar toda la información clínica del paciente en un único sistema digital. No gestiona aspectos administrativos ni operativos del hospital.
  - **HIS (*Hospital Information System*)**: El HIS representa la evolución hacia sistemas integrados que gestionan tanto la información clínica como la administrativa de un hospital.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- La **EHR** es una **fuentes** rica **de datos** clínicos que puede ser aprovechada por técnicas de **Machine Learning (ML)** para **mejorar la atención médica, optimizar procesos hospitalarios y apoyar la toma de decisiones clínicas.**
- Los datos de la EHR incluyen **información estructurada** (como diagnósticos, resultados de laboratorio y medicación) y **no estructurada** (como notas médicas y textos libres, imágenes, señales como ECG, EEG, etc.), lo que abre un amplio abanico de posibilidades para aplicar ML.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Predicción de resultados clínicos:** El ML puede analizar los datos históricos de los pacientes en la EHR para predecir resultados clínicos futuros, lo que permite a los médicos tomar decisiones más informadas.
    - Predicción de readmisiones hospitalarias: identificar pacientes con alto riesgo de ser readmitidos en el hospital dentro de un período determinado (por ejemplo, 30 días). Esto permite implementar intervenciones preventivas.
    - Predicción de complicaciones: Detectar pacientes con riesgo de desarrollar complicaciones, como infecciones, insuficiencia renal o eventos cardiovasculares.
    - Predicción de mortalidad: Modelos que estiman la probabilidad de mortalidad en pacientes hospitalizados, ayudando a priorizar recursos.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Detección de enfermedades y diagnósticos:** El ML puede analizar patrones en los datos de la EHR para identificar enfermedades o condiciones médicas que podrían pasar desapercibidas.
    - Diagnóstico precoz de enfermedades crónicas: Identificar pacientes en etapas tempranas de enfermedades como diabetes, hipertensión o insuficiencia cardíaca.
    - Detección de cáncer: Analizar datos clínicos y resultados de pruebas para detectar signos tempranos de cáncer.
    - Diagnóstico de enfermedades raras: Usar ML para encontrar patrones en datos complejos que puedan indicar enfermedades poco comunes.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Sistemas de apoyo a la decisión clínica (CDSS):** Los sistemas de apoyo a la decisión clínica basados en ML pueden proporcionar recomendaciones personalizadas a los médicos basándose en los datos de la EHR.
    - Recomendación de tratamientos: Sugerir opciones de tratamiento basadas en el historial del paciente y en datos de otros pacientes con condiciones similares.
    - Alertas de seguridad: Detectar interacciones medicamentosas peligrosas o alergias basándose en los datos de la EHR.
    - Optimización de dosis de medicamentos: Ajustar las dosis de medicamentos como anticoagulantes o insulina según los datos clínicos del paciente.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Análisis de texto clínico con NLP:** Gran parte de la información en la EHR está en formato no estructurado, como notas médicas, informes de alta y resultados de pruebas. El procesamiento de lenguaje natural (NLP) permite extraer información útil de estos textos.
    - Extracción de diagnósticos y síntomas: Identificar automáticamente diagnósticos, síntomas y hallazgos relevantes en las notas médicas.
    - Análisis de sentimientos: Evaluar el tono de las notas médicas para identificar posibles problemas, como pacientes con riesgo de depresión o ansiedad.
    - Codificación automática: Asignar códigos de diagnóstico (ICD-10) a partir de las notas médicas.

# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Agrupamiento y segmentación de pacientes:** El ML no supervisado puede agrupar pacientes con características similares, lo que es útil para personalizar tratamientos y diseñar estrategias de salud pública.
    - Segmentación de pacientes crónicos: Identificar subgrupos de pacientes con enfermedades crónicas para diseñar intervenciones específicas.
    - Identificación de patrones de uso de recursos: Agrupar pacientes según su consumo de recursos hospitalarios (por ejemplo, visitas a urgencias, hospitalizaciones).
    - Detección de anomalías: Identificar pacientes con patrones de datos inusuales que podrían indicar errores en los registros o condiciones médicas raras.

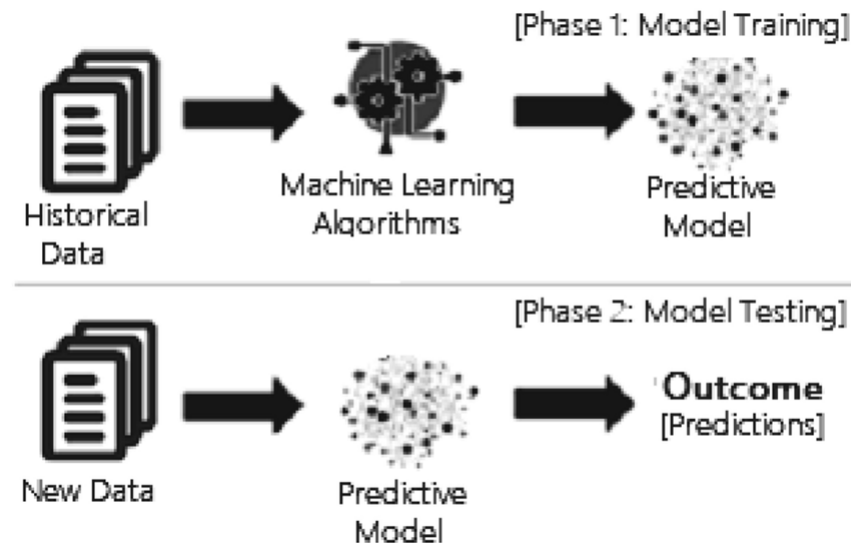


# Machine Learning en la Historia Clínica Electrónica

- Ejemplos:
  - **Optimización de flujos hospitalarios:** El ML puede analizar los datos de la EHR para optimizar la gestión de recursos hospitalarios y mejorar la eficiencia operativa.
    - Predicción de demanda de camas: Estimar la ocupación de camas hospitalarias en función de los datos históricos.
    - Optimización de horarios: Ajustar los horarios de médicos y quirófanos según la demanda prevista.
    - Gestión de urgencias: Predecir picos de demanda en los servicios de urgencias para asignar recursos de manera eficiente.

# Machine Learning

- **Machine Learning** (ML), o aprendizaje automático, es una rama de la inteligencia artificial (IA) que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que **aprenden automáticamente a partir de los datos**, sin necesidad de ser programadas explícitamente para realizar tareas específicas.



# Machine Learning

- Tipos de métodos de *Machine Learning*:
  - **Supervisados**: son aquellos en los que se tienen variables de entrada (X) y una variable de salida (Y) y se utiliza un algoritmo para aprender la función de asignación de la entrada a la salida.

$$Y = f(X)$$

- **Clasificación**: La variable de salida es una categoría.
- **Regresión**: La variable de salida es un número real.

# Machine Learning

- Tipos de métodos de *Machine Learning*:
  - **No supervisados**: son aquellos en los que sólo se dispone de datos de entrada (X) y ninguna variable de salida, y cuyo objetivo es modelar la estructura o distribución subyacente de los datos para aprender más sobre ellos.
    - Se denominan también algoritmos de **clustering**.

# Machine Learning

- Algunos métodos para **regresión** son:
  - Linear Regression
    - LASSO Regression
    - Ridge Regression
  - Decision Tree Regression
  - Random Forest Regression
  - Support Vector Regression
  - K-nearest neighbors (KNN) for regression
  - Neural Networks for regression
  - Extreme Gradient Boosting (XGBoost) [Gradient boosting algorithm] for regression

# Machine Learning

- Algunas métricas para métodos de **regresión** son:
  - Mean Squared Error
  - Root Mean Squared Error
  - Mean Absolute Error

# Machine Learning

- Algunos métodos para **clasificación** son:
  - Logistic Regression
  - Decision Tree
  - Random Forest
  - Support Vector Machine
  - K-nearest neighbors (KNN)
  - Naïve Bayes
  - Neural Networks
  - Extreme Gradient Boosting (XGBoost) [Gradient boosting algorithm]

# Machine Learning

- Algunas métricas para métodos de **clasificación** son:
  - Accuracy
  - Confusion matrix
  - F1 score
  - ROC curve
  - AUC



# Machine Learning

- Algunos métodos para **clustering** son:
  - K-Means
  - Mean-Shift Clustering
  - Mixture of Gaussians

# Machine Learning

## Aplicación de métodos de *Machine Learning* a datos biomédicos

- La práctica consistirá en aplicar métodos de ML a datos biomédicos usando librerías de Python. En concreto, el alumno tendrá que seleccionar un mínimo de 2 métodos de regresión y 2 métodos de clasificación. Los métodos de regresión se utilizarán en el dataset *peruvian\_blood\_pressures.csv* para predecir la variable *systol* y la variable *diastol*. Los métodos de clasificación se utilizarán en el dataset *south\_africa\_chd.csv* para predecir la variable *chd*. Tanto en los métodos de regresión como en los métodos de clasificación se utilizarán, como mínimo, 2 métricas.