

Hospital Universitario UAX – INFOBANCO-UAX

By: Diego Fabian Ordonez Ontaneda



Introduccion

Diseñar una plataforma de datos sanitarios capaz de modelar, almacenar, intercambiar y explotar la información clínica de forma estandarizada para propósitos asistenciales y secundarios, facilitando además la migración desde sistemas de información locales existentes.

1 Componente de Modelado, Persistencia y Consulta Multipropósito de Datos Sanitarios

Tecnología propuesta:

- **openEHR** como modelo de información clínica estandarizado y reutilizable
- **Better Platform** para la persistencia de datos clínicos openEHR.
- **Arquetipos y plantillas** desarrollados con herramientas como Archetype Editor.
- **Consultas clínicas** realizadas mediante **AQL (Archetype Query Language)** para la extracción flexible y semánticamente coherente de información.

Modelado clínico con openEHR

openEHR proporciona una **arquitectura dual** que separa el modelo de información (estructura de los datos) del modelo de conocimiento clínico (contenido médico específico), lo cual facilita una evolución más ágil del sistema a medida que cambian las necesidades clínicas. Esto se logra a través del uso de **arquetipos y plantillas**, que actúan como bloques reutilizables y configurables por clínicos o especialistas en datos de salud. Los arquetipos definen unidades clínicas de información (como signos vitales, diagnósticos o alergias), mientras que las plantillas permiten combinar varios arquetipos en estructuras más amplias, como informes de consulta o registros de ingreso hospitalario.

Para la creación y gestión de estos elementos, se utilizarán herramientas como el **Archetype Editor** y el acceso al Clinical Knowledge Manager (CKM), donde ya existen cientos de arquetipos validados internacionalmente, los cuales pueden ser reutilizados o adaptados al contexto local del hospital.

Persistencia con Better Platform

La plataforma seleccionada para alojar esta información es **Better EHR Platform**, una solución robusta y ampliamente adoptada para la implementación de repositorios clínicos basados en openEHR. Better proporciona no solo almacenamiento eficiente y seguro, sino también herramientas de versionado, control de acceso y auditoría, asegurando que cada modificación en los datos quede registrada de forma trazable.

Una de las grandes ventajas de esta plataforma es que permite que la estructura clínica no dependa directamente del sistema informático. Esto quiere decir que si en el futuro se decide cambiar la interfaz, tecnología o proveedor, los datos seguirán siendo válidos y compatibles gracias al uso del estándar openEHR.

Consulta con AQL: el lenguaje del conocimiento clínico

Para poder recuperar la información almacenada de manera semánticamente coherente, se emplea el lenguaje de consulta **AQL (Archetype Query Language)**. Este lenguaje, similar al SQL pero adaptado a la lógica de arquetipos, permite realizar consultas sobre los datos clínicos sin comprometer la integridad del modelo ni requerir un conocimiento técnico profundo por parte de los profesionales de la salud.

Gracias a AQL, se pueden obtener listados de pacientes con ciertas condiciones, buscar observaciones clínicas específicas o generar paneles de indicadores asistenciales, todo esto de forma estructurada y vinculada a las definiciones clínicas contenidas en los arquetipos.

Ventajas principales

- **Separación entre el modelo clínico y la lógica del software:** esto facilita el mantenimiento y la escalabilidad del sistema.
- **Interoperabilidad semántica:** el uso de estándares compartidos y terminologías clínicas como SNOMED CT o LOINC permite que la información tenga un significado clínico uniforme dentro y fuera del hospital.
- **Versionado y trazabilidad:** cada cambio en el dato clínico queda registrado, permitiendo reconstruir el historial completo de la evolución de un paciente, elemento clave tanto para el uso clínico como para fines legales o investigativos.

2. Componente de Persistencia para Uso Secundario de Datos Sanitarios

Una correcta gestión y estructuración de estos datos permite su posterior explotación para fines secundarios, como la investigación, la gestión sanitaria, la vigilancia epidemiológica o la evaluación de la calidad asistencial. Para posibilitar este uso secundario de los datos en INFOBANCO-UAX, es imprescindible transformar y almacenar la información de forma adecuada.

Tecnología propuesta:

- **OMOP-CDM (Common Data Model)** como estructura para la reutilización secundaria de datos.
- **ETL** desde openEHR a OMOP mediante scripts personalizados y herramientas como **WhiteRabbit/Rabbit-In-A-Hat**.
- Codificación terminológica con **SNOMED CT y LOINC** para asegurar interoperabilidad semántica.

Modelo de datos : OMOP-CDM

La solución planteada consiste en la adopción de **OMOP-CDM (Observational Medical Outcomes Partnership – Common Data Model)**, un modelo de datos ampliamente utilizado en la comunidad científica internacional (especialmente dentro de la red OHDSI – Observational Health Data Sciences and Informatics). OMOP proporciona una estructura normalizada que facilita el análisis masivo de datos clínicos de múltiples instituciones, garantizando comparabilidad y reproducibilidad de estudios.

Este modelo transforma los registros clínicos en tablas homogéneas que representan conceptos clave como condiciones médicas, procedimientos, medicamentos, resultados de laboratorio, entre otros. Además, facilita el uso de vocabularios estandarizados que permiten interpretar los datos de manera coherente a nivel global.

Procesos de ETL: Desde openEHR hacia OMOP

Para trasladar los datos almacenados en el repositorio openEHR a la estructura OMOP, se requiere un proceso de **ETL (Extract, Transform, Load)** bien definido.

Este proceso consta de tres fases:

- **Extract:** Extracción de datos clínicos estructurados en arquetipos openEHR.
- **Transform:** Mapeo de los datos a los estándares conceptuales de OMOP, ajustando las estructuras y codificando los términos clínicos.
- **Load:** Inserción de los datos transformados en un repositorio OMOP-CDM.

El desarrollo de estos procesos puede apoyarse en herramientas especializadas como **WhiteRabbit** (análisis de fuentes de datos) y **Rabbit-In-A-Hat** (diseño visual de los flujos ETL), complementadas con scripts personalizados que aseguren la correcta semántica entre los modelos.

Este enfoque permite automatizar la carga periódica de datos en OMOP, asegurando que la plataforma de datos secundarios esté siempre actualizada y lista para análisis avanzados.

Normalización terminológica: SNOMED CT y LOINC

Un aspecto fundamental para garantizar que los datos secundarios mantengan su valor semántico es la codificación utilizando **terminologías clínicas estandarizadas**. Se propone la utilización de:

- **SNOMED CT:** Para la codificación de condiciones médicas, procedimientos, hallazgos y signos clínicos.
- **LOINC:** Para la codificación de resultados de laboratorio y observaciones clínicas cuantitativas.

La normalización terminológica no solo facilita el análisis interno, sino que también habilita la comparación de resultados con estudios internacionales y la participación en proyectos colaborativos multicéntricos.

Aplicaciones del uso secundario de los datos

La implementación de un repositorio OMOP abre múltiples posibilidades para el Hospital Universitario UAX:

- **Investigación clínica:** Permite realizar estudios de cohortes, ensayos observacionales y validar hipótesis de investigación biomédica.
- **Vigilancia epidemiológica:** Facilita la monitorización de enfermedades, identificación de brotes y análisis de tendencias de salud pública en tiempo real.

- **Evaluación de calidad asistencial:** Permite medir indicadores de calidad, eficiencia de tratamientos y seguridad del paciente a partir de datos reales (real-world data).

3. Componente de Intercambio de Datos Sanitarios

Tecnología propuesta:

- **FHIR (HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources)** como estándar de interoperabilidad de datos.
- **Mirth Connect** (NextGen Integration Engine) como motor de integración HL7 para transformar, mapear y enrutar mensajes entre sistemas.

Uso de FHIR para la interoperabilidad clínica

La propuesta para el Hospital Universitario UAX es basar el intercambio de datos en el estándar **FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)** desarrollado por HL7.

FHIR combina lo mejor de los estándares previos (como HL7 v2, CDA) con tecnologías web modernas (REST, JSON, XML), permitiendo la creación de **APIs RESTful** que facilitan un acceso rápido y seguro a la información clínica.

Cada entidad clínica —como un paciente, una observación o una medicación— es representada mediante un recurso FHIR, que puede ser leído, creado, actualizado o eliminado mediante operaciones estándar sobre la web.

Esta estructura basada en recursos hace que la integración de nuevas aplicaciones móviles, portales de paciente o plataformas de telemedicina sea mucho más sencilla y escalable.

Integración de sistemas mediante Mirth Connect

Para facilitar el intercambio de información entre los sistemas locales existentes y la plataforma centralizada basada en openEHR/FHIR, se utilizará **Mirth Connect** como **motor de integración**.

Mirth permite recibir mensajes en múltiples formatos (HL7 v2.x, CDA, XML, JSON), transformarlos y adaptarlos al formato FHIR o directamente al repositorio openEHR.

Además, Mirth Connect permite definir flujos de trabajo complejos, aplicar reglas de negocio, validar datos y garantizar que los mensajes cumplan con los requisitos de seguridad y normativos antes de ser aceptados por el sistema.

Perfiles personalizados de interoperabilidad

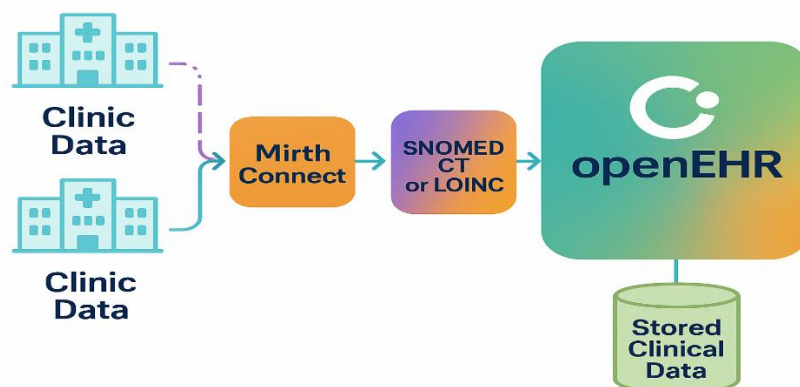
En caso necesario, se desarrollarán **perfiles FHIR personalizados**, adaptados al contexto clínico y regulatorio español o europeo (por ejemplo, conforme al proyecto X-eHealth o MyHealth@EU).

Esto asegurará que el intercambio de información no solo sea técnico, sino que cumpla con los requisitos clínicos y legales vigentes.

Beneficios clave de este componente

- **Comunicación estandarizada:** FHIR proporciona una base sólida para conectar cualquier nuevo sistema que el hospital quiera incorporar en el futuro.
- **Flexibilidad en formatos:** Mirth Connect permite interoperar con sistemas que aún utilicen formatos más antiguos como HL7 v2.
- **Preparación para el futuro:** APIs basadas en FHIR abren la puerta a la innovación, como apps móviles, wearables, telemonitorización o inteligencia artificial aplicada a la salud.

4. Flujo de Datos Propuesto entre Componentes

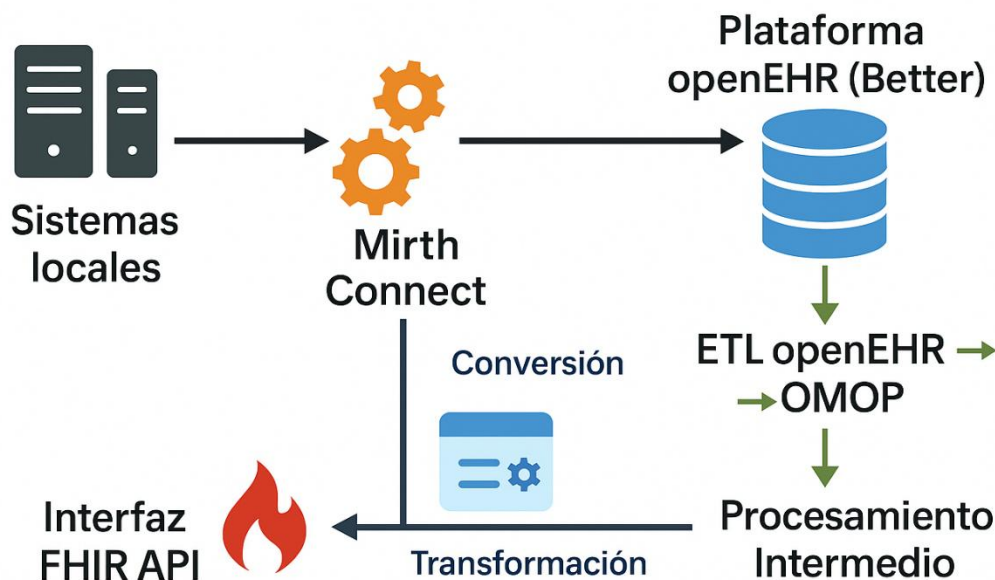


El flujo de datos para la plataforma INFOBANCO-UAX sería el siguiente:

Descripción del flujo

1. **Sistemas locales de información** (como HIS, LIS, RIS, sistemas de laboratorio o imagen médica) generan datos clínicos estructurados o semiestructurados en formatos diversos (HL7 v2.x, XML, JSON, CDA, etc.).
2. **Mirth Connect** recibe estos mensajes y se encarga de:
 - Validar la estructura y contenido de los mensajes.
 - Transformarlos hacia formatos compatibles (FHIR o estructuras openEHR).
 - Aplicar reglas de enrutamiento, validaciones semánticas y normalizaciones necesarias.
3. **Plataforma Better openEHR** almacena de forma estructurada los datos clínicos codificados, respetando la semántica y asegurando la integridad de la información longitudinal del paciente.
4. De manera periódica o en función de eventos, se lanza un proceso **ETL** que:
 - Extrae la información clínica de openEHR.
 - La transforma adaptándola a la estructura OMOP-CDM.
 - La carga en un repositorio independiente para su explotación secundaria.
5. De forma paralela, la **API FHIR** expone los datos clínicos para aplicaciones externas que lo requieran (apps, portales, sistemas de prescripción electrónica, etc.), cumpliendo siempre los requisitos de seguridad y control de acceso.

Este flujo de datos asegura que la información asistencial esté disponible de forma inmediata para el cuidado del paciente, y también de forma estructurada y anonimizada para su análisis secundario.



Flujo de Datos Propuesto entre Componentes

1. **Ingreso:** Datos desde sistemas existentes llegan a través de Mirth Connect (HL7/FHIR/XML).
2. **Persistencia:** Datos clínicos se almacenan en Better/openEHR con semántica estructurada.
3. **Extracción secundaria:** ETL transforma los datos hacia el modelo OMOP para análisis.
4. **Consulta:** Vía AQL (asistencial) y SQL (investigación/BI).

5. Herramientas Utilizadas en la Implementación del Flujo de Datos

La complejidad de una plataforma como INFOBANCO-UAX exige el uso de un conjunto de herramientas especializadas, cada una diseñada para resolver tareas concretas dentro del flujo de modelado, integración, almacenamiento y explotación de los datos clínicos. La correcta elección y combinación de estas herramientas permite garantizar que el sistema sea escalable, seguro, interoperable y alineado con los estándares internacionales.

Resumen de herramientas por función

Herramienta	Función principal
Mirth Connect	Motor de integración para transformar y enrutar datos clínicos en múltiples formatos (HL7, XML, JSON, FHIR)
Better EHR Platform	Repositorio clínico basado en openEHR para almacenamiento longitudinal y semántico de la historia clínica
Archetype Designer / CKM	Herramientas para la creación, edición y reutilización de arquetipos y plantillas clínicas openEHR
AQL (Archetype Query Language)	Lenguaje de consulta específico para extraer datos desde el repositorio openEHR respetando la semántica clínica

Herramienta	Función principal
WhiteRabbit / Rabbit-In-A-Hat	Herramientas del ecosistema OHDSI para analizar fuentes de datos y diseñar procesos ETL hacia OMOP-CDM
FHIR Server (ej. HAPI o SmileCDR)	Servidor que permite exponer la información clínica estructurada como recursos FHIR mediante APIs RESTful
SNOMED CT / LOINC	Terminologías clínicas estandarizadas utilizadas para codificar y normalizar conceptos médicos y de laboratorio
OMOP-CDM + ATLAS	Modelo común de datos para análisis secundario, y herramienta gráfica de explotación de datos a través de cohortes y dashboards

Estas herramientas no funcionan de forma aislada, sino que se articulan como parte de un ecosistema. Mirth actúa como conector e intérprete de mensajes; Better proporciona la lógica y almacenamiento clínico; FHIR ofrece acceso moderno vía APIs; y OMOP permite transformar el conocimiento clínico en valor investigativo.

Este enfoque modular garantiza que el sistema pueda adaptarse a cambios futuros: si se desea reemplazar un componente (por ejemplo, cambiar el motor FHIR o el servidor de base de datos), es posible hacerlo sin tener que rehacer toda la plataforma.

6. Equipo de Trabajo Implicado en su Implementación y Operación

Importancia del enfoque colaborativo

Un proyecto de esta envergadura no puede abordarse desde una sola perspectiva. El éxito de INFOBANCO-UAX radica en la colaboración entre perfiles técnicos y clínicos, la participación activa del personal sanitario en el diseño del modelo, y una visión clara de los objetivos a corto, medio y largo plazo. Solo así se puede garantizar que la plataforma no sea solo técnicamente correcta, sino también clínicamente útil y sosteniblemente operativa.

