

Historial de salud personal único, confiable y ubicuo

Jesús Romero, Pablo López, José L. Vázquez, Cristian Cappo, Diego P. Pinto-Roa, y Cynthia Villalba. Facultad Politécnica - UNA

María Esther Gómez. Sociedad Paraguaya de Pediatría

{jromero, pjlopez, jlvazquez, ccappo, dpinto, cvillalba}@pol.una.py



Resumen

Existen centros asistenciales que continúan registrando los datos de la historia clínica del paciente de manera autónoma generando información fragmentada. Aquellos que cuentan con un sistema de Historia Clínica Electrónica (HCE) generalmente no poseen mecanismos de interoperabilidad, o bien existen implementaciones de manera ad-hoc entre sistemas. En consecuencia el historial clínico se encuentra distribuido en los centros asistenciales en los cuales consultó el paciente. Este trabajo propone una arquitectura interoperable de sistema de Historial de Salud Personal (HSP) centralizado en la nube para la unificación de historiales clínicos y el acceso ubicuo a los datos junto con los mecanismos de privacidad y seguridad de datos. Se presenta la implementación de un prototipo para el área de pediatría, el cual se encuentra en fase de evaluación por profesionales de la Sociedad Paraguaya de Pediatría (SPP).

Introducción

La información de salud de los pacientes se encuentra distribuida en las diferentes instituciones médicas donde el paciente consultó. Aquellos que cuentan con un sistema HCE, generalmente, no poseen mecanismos de interoperabilidad o bien existen implementaciones de manera ad-hoc entre sistemas [2]. Las HCE utilizan diversos modelos de información y representación de datos, en muchos casos de formato propietario [1], lo que dificulta el intercambio de la información. En consecuencia, la información clínica tiende a permanecer fragmentada, dificultando su trazabilidad, unificación y seguimiento.

El Proyecto HSP busca mejorar la organización y el acceso al historial de salud de pacientes en el Paraguay a través de un sistema de historial de salud personal confiable, único y ubicuo (ver Figura 1).



Figura 1: Características del sistema HSP. Fuente: www.cc.pol.una.py/hsp/proyecto.html

Como objetivos específicos, el proyecto HSP pretende:

1. Diseñar la arquitectura de un sistema HSP confiable, único y ubicuo.
2. Desarrollar e implementar un plan piloto de un sistema HSP aplicado al área de Pediatría.

Avances y resultados preliminares

A continuación se presentan el diseño de la arquitectura del sistema de HSP confiable, único y ubicuo. Luego se describe la implementación del prototipo, junto con los primeros avances en su evaluación.

Arquitectura propuesta

La propuesta consiste en integrar la información proveniente de distintos centros asistenciales. Estos centros asistenciales pueden tener implementado un sistema HCE, en cuyo caso la información se envía a un repositorio central de alta disponibilidad. La integración se realiza mediante la conversión de la información recabada a un modelo de información estandarizado, que es el correspondiente a las entidades llamadas *recursos* en FHIR. También se contempla el caso de integrar información proveniente de centros asistenciales que no posean una HCE implementada, a través de un servicio con interfaz web mediante la modalidad de computación en la nube conocida como *Software as a Service* (SaaS) [4]. El repositorio central y los servicios proveídos por la arquitectura son mantenidos en una infraestructura en la nube. Esto asegura la disponibilidad y escalabilidad gracias a las características ofrecidas por esta tecnología [4].

La arquitectura debe adaptarse a los posibles cambios que se produzcan en el modelo de información, para ello se utilizan los arquetipos y plantillas definidos en el estándar OpenEHR en el modelado de los recursos de FHIR. Además, se utiliza la capa del modelo de referencia de OpenEHR, lo que permite almacenar la información de forma consistente a las variaciones producidas. La arquitectura propuesta puede observarse en la Figura 2.

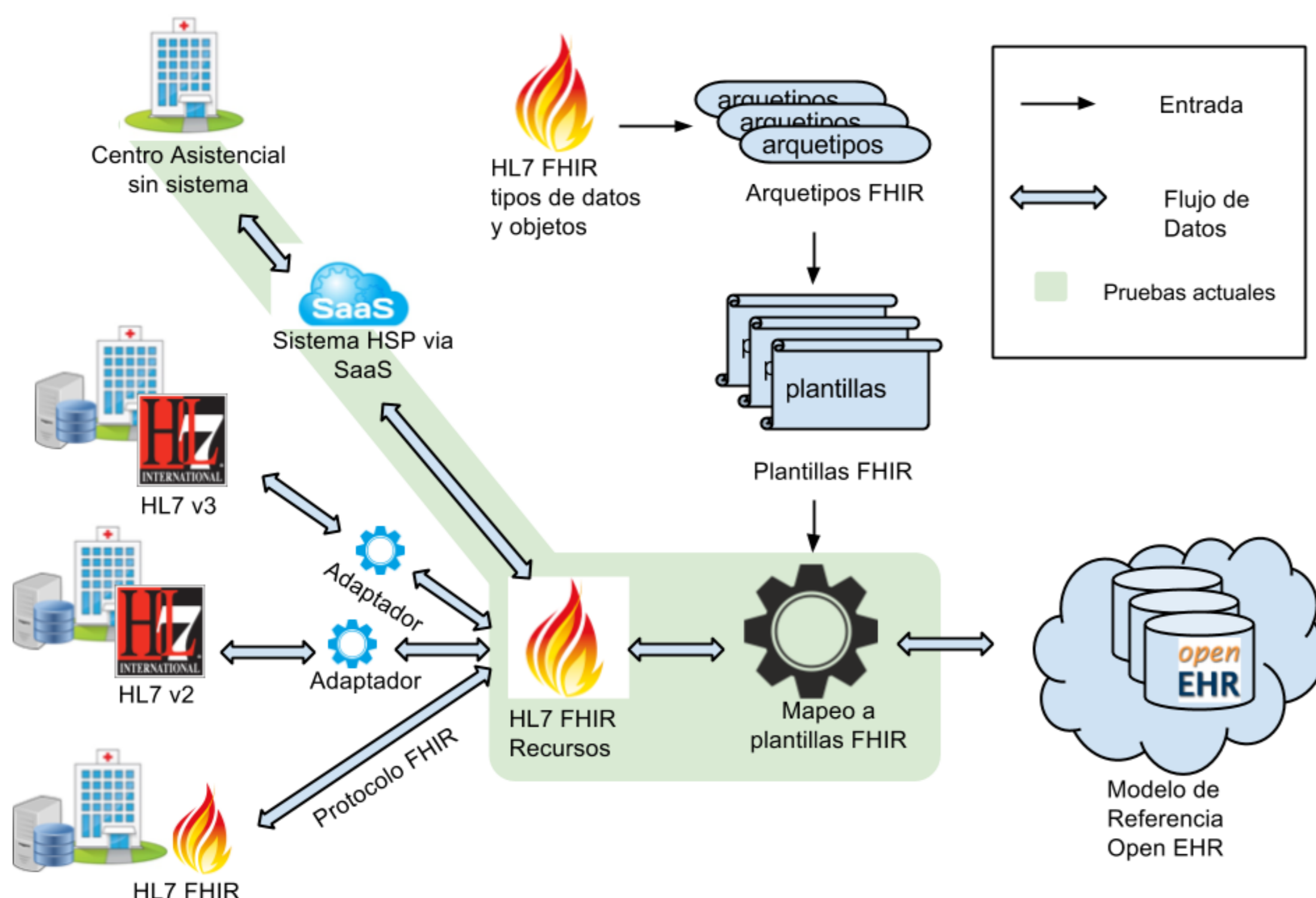


Figura 2: Arquitectura propuesta para integración de información.

La arquitectura propuesta se compone de: adaptadores al modelo de información FHIR, las plantillas OpenEHR para representar recursos de FHIR, el mapeo de la información estandarizada al modelo de referencia OpenEHR y finalmente un sistema HCE de modalidad SaaS. En la Figura 2 se observan estos componentes.

Implementación del prototipo

La implementación del prototipo se llevó a cabo en componentes principales: servidor repositorio central de información, y el cliente SaaS.

El conjunto mínimos de datos (CMD) [3] elegido para este proyecto fue la Agenda Pediátrica propiedad de la SPP, debido a que esta información ya se encuentra consensuada por los profesionales pediatras.

Servidor repositorio central de información

El servidor HSP prototipo incluye una interfaz FHIR mediante la cual sistemas clientes pueden comunicarse al servidor. Contempla la infraestructura necesaria para almacenar los datos y proveer acceso a los mismos de manera escalable, asegurando la disponibilidad del sistema mediante el empleo de servicios en la nube. La implementación de este se encuentra segmentada en distintas capas. La pila de capas de software implementada se detalla en la Figura 3, como así las tecnologías utilizadas en cada capa. Estas tecnologías están basada principalmente en los siguientes componentes: Java 8, Apache maven, Postgres, Hibernate ORM, HAPI-FHIR para Java, Spring, Spring Security. El modelo de datos utilizados implementado se basó en el CMD elegido.

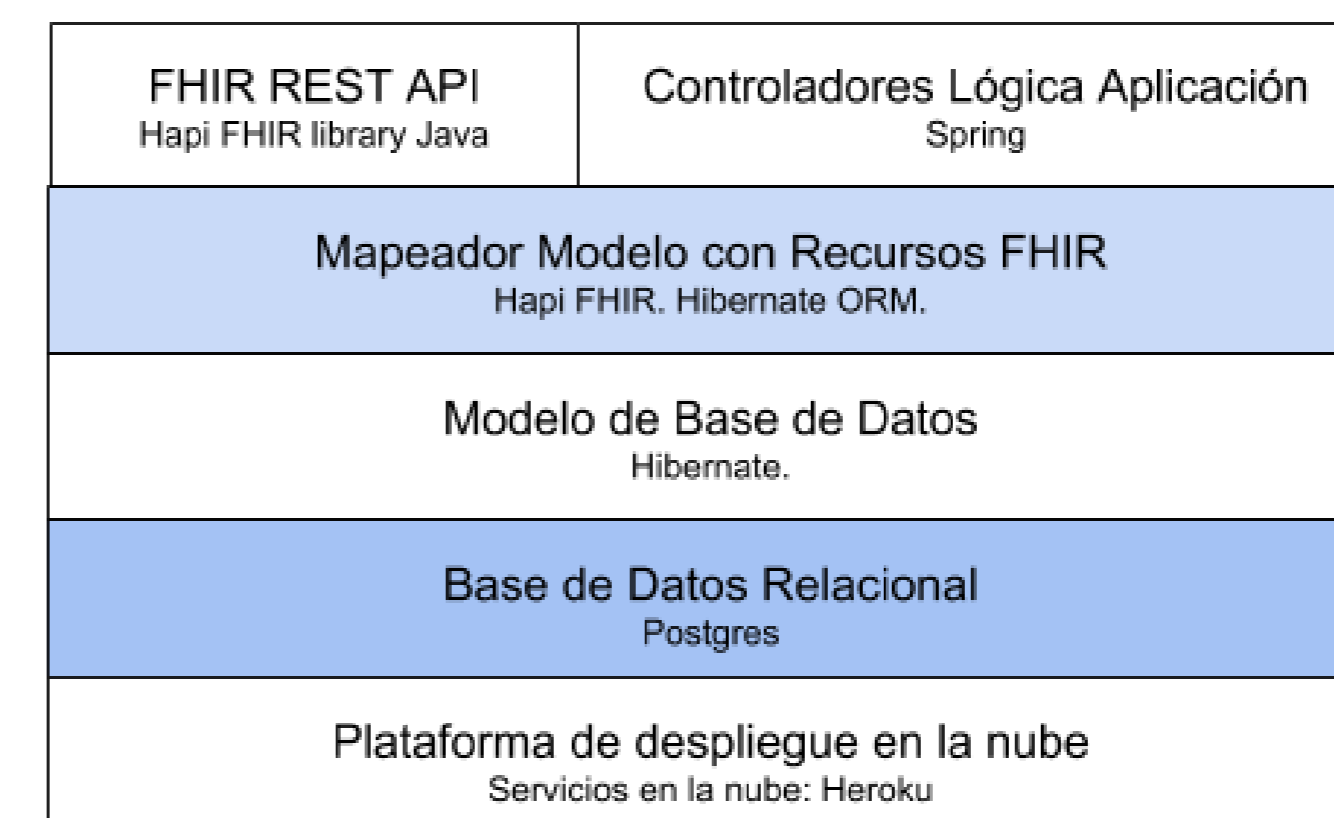


Figura 3: Pila de implementación del servidor repositorio central de información.

Cliente SaaS

El cliente HSP fue desarrollado para los centros asistenciales que no cuentan con un sistema propio que permita realizar interoperabilidad con el servidor. El cliente HSP prototipo es una aplicación web basada en la Agenda Pediátrica de la SPP que puede ser accedido desde navegadores de los ordenadores, como también desde dispositivos móviles de los usuarios (médicos, enfermería y pacientes).

Para el desarrollo del prototipo, se realizó el análisis de la Agenda Pediátrica de la SPP con la pediatra representante de la SPP y el equipo técnico del proyecto. Los módulos del cliente HSP fueron organizados de acuerdo a la misma agenda, y se agregaron otros necesarios para la gestión del sistema. En general la propuesta del sistema cuentan con dos grupos de módulos:

- **Información de la agenda pediátrica:** datos del recién nacido, vacunas, controles periódicos, exámenes y patologías.
- **Lógica del cliente SaaS:** comprobación de email, autenticación, asignación de tutores y médicos, registro de usuario, perfil de usuario, perfil del paciente, y auditoría.

Se utilizaron tecnologías actuales para desarrollo adaptables a las interfaces de navegadores, entre las cuales se citan: Javascript, React JS, React Bootstrap 3.0, Node.js, HTML5.

La imagen muestra una interfaz de usuario para el 'Esquema Regular de Vacunación'. Incluye un menú superior con 'Esquema Regular: < 1 año', 'Esquema Regular: > 1 año' y 'Vacunas Recomendadas'. La tabla principal muestra las vacunas y sus dosis recomendadas por meses:

Vacunas	Al Nacer	1	2	4	6	7	9	12
Antihpatitis B	HEPAT B	HEPAT B			HEPAT B			
BCG		BCG						
DTP			DTP	DTP	DTP			
Haemophilus Influenza Tipo B			INFLU B	INFLU B	INFLU B			
OPV/IPV			IPV/OPV	OPV	OPV			
anti Rotavirus			ROTA	ROTA	ROTA			
Neumococo			PCV10	PCV10	PCV10			PCV10
Meningococo							MENIN	MENIN
Anti influenza					INFLUE	INFLUE		

Figura 4: Imagen del módulo de vacunación del cliente SaaS

El módulo correspondiente propiamente a la Agenda de la SPP desarrollado fue el módulo de vacunación, el cual cuenta con un *Esquema Regular de Vacunación* (ver Figura 4). Esta tabla presenta parte de la lista de vacunas agenda pediátrica junto con las aplicaciones y dosis recomendadas, dando noción de las inmunizaciones faltantes o aplicadas a la vez que indica una línea de tiempo en meses y/o años.

Evaluación del prototipo desarrollado

Actualmente el proyecto se encuentra en fase de evaluación del prototipo SaaS. En la Figura 2 se encuentran sombreados los componentes ya desarrollados hasta la fecha. Se está trabajando con pediatras de la SPP quienes se encuentran utilizando el sistema a través del Cliente SaaS. Posterior a la etapa de finalización del proceso de evaluación, se tiene por objetivo realizar ajustes a partir del análisis de las recomendaciones de los profesionales médicos.

Conclusión

La primera etapa del diseño del proyecto finalizó con el diseño de la arquitectura del HSP confiable, único y ubicuo. El proyecto se encuentra en la etapa de evaluación del prototipo, en el área de pediatría, llevada a cabo por profesionales de salud de la SPP.

Actualmente, se está realizando la investigación sobre la fusión de los estándares OpenEHR y FHIR de manera a generar un modelo dinámico y adaptable del modelo de datos que pueda adaptarse a las necesidades de los centros asistenciales y profesionales médicos. Además, se prevee la evaluación de los servicios FHIR desarrollados a través de una herramienta middleware canal de comunicación denominado "MirthConnect" [5]. Esta herramienta cuenta con su versión de código abierto que nos permitiría transformar peticiones a los diferentes tipos de mensajes soportados por MirthConnect.

Referencias

- [1] Funmi Adebisi, Rosemary Foster, Paula Kotzé, and Darelle Van Greunen. A review of interoperability standards in e-health and imperatives for their adoption in africa. *South African Computer Journal*, 50:55–72, 2013.
- [2] J Bisbal, D Berry, et al. An analysis framework for electronic health record systems. *Methods of information in medicine*, 48(1), 2009.
- [3] Esteban Carrillo, Sebastián Juncosa, Bonaventura Bólibar, David Parkin, Allen Hutchinson, and Phil J Fisher. Conjuntos mínimos de datos en la atención ambulatoria. *Gaceta Sanitaria*, 5(26):225–230, 1991.
- [4] Peter Mell and Tim Grance. The nist definition of cloud computing. 2011.
- [5] Mirth. Mirth connect. <https://www.mirth.com>.

"Este Proyecto es financiado por el CONACYT través del Programa PROCIENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia de la Educación e Investigación – FEEI del FONACIDE".