



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

Estudio e implementación de herramientas públicas para el acceso, aprendizaje y desarrollo de casos de interoperabilidad.

Bastían Guillermo Fuentes Rojas

Trabajo para optar al Título de

Ingeniero Civil Biomédico

Profesor Guía:

Cesar Galindo Viaux

Julio - 2022

Valparaíso - Chile

Dedicatoria

En primer lugar, este trabajo de título está dedicado a mi **madre Jenny**, que en paz descansa, el cual fue una mujer que dedicó su vida a darme amor, grandes valores y un apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

No sabes cuánto anhelaría tenerte acá y que puedas ver como poco a poco he ido llegando al fin de esta etapa en mi vida. Como decía la canción que escuchabas: “*Ha sido largo el viaje pero al fin llegue*”, no puedo escuchar esa canción tranquilo sin que me corra alguna lágrima y mi mente se llene de recuerdos de los hermosos momentos a tu lado.

Me siento honrado y orgulloso de ser hijo de una mujer guerrera como tú, alguien que luchó y dio todo para darnos una vida digna a mi hermano menor y a mi
Hoy no podría ser el hombre que soy, si no fuera por ti y tus grandes enseñanzas
Gracias por todo el sacrificio que hiciste, siempre te tendré en mi corazón.

Agradecimientos

Agradezco a mi **tío Guillermo** por ser el pilar fundamental en mi proceso de titulación, el cual pudo mantener mi hogar mientras yo terminaba mis estudios. Si no fuera por él, no habría podido terminar con normalidad la universidad. Siempre agradecido con usted.

También a mi **tía Yohana y mi abuela Mónica**, mujeres que siempre tuvieron la preocupación de mi hermano y de mí, ayudándonos para tener una vida más sencilla y cómoda. Muchas gracias por todo.

Finalmente, a mi profesor **guía Cesar Galindo**, gracias por la ayuda brindada en mis trabajos de seminario de investigación, trabajo de título 1 y trabajo de título 2 junto a los conocimientos brindados que me han permitido formarme como un ingeniero.

Resumen

Resumen: En general en el mundo entero, los profesionales que comprenden el valor de generar sistemas interoperables en salud son escasos. Para aquellos que se ven interesados en este tema se encuentran con la barrera de no tener acceso a herramientas que le ayuden a comprender el impacto, o el alcance de las diferentes variantes de la interoperabilidad en salud.

HL7 a lo largo del mundo, para generar interés y comprensión sobre este tema desarrollan estrategias que apuntan a dichos propósitos, por lo general estrategias en colaboración con industrias y usuarios, publicando herramientas (toolings) existentes que ayuden a la comprensión de lo que es el impacto de la interoperabilidad en salud.

La idea es desarrollar esta misma política a nivel nacional, por medio de una estrategia, no solo documentando, sino que permitiendo contar con una guía de donde se puedan acceder a herramientas gratuitas y para toda la comunidad de TI en salud

Palabras clave: *HL7, interoperabilidad, FHIR, toolings*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
MARCO TEÓRICO	2
ESTADO DEL ARTE.	4
METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN	5
El estudio del estándar FHIR:	5
Definir de categorización	5
Búsqueda de herramientas,	5
Comenzar la prueba de herramientas	5
Publicación de herramientas validadas por algún organismo (Como HL7 Chile).	6
RESULTADOS	6
5.1 Herramientas de Diseño.	8
5.1.1 SUSHI.	9
5.1.2 Forge	9
5.1.3 Trifolia-on-FHIR	9
5.1.4 ClinFHIR	10
5.2 Herramientas de Validación	10
5.2.1 SUSHI.	10
5.2.2 Hammer	11
5.2.3 HL7 Java validator.	11
5.2.4 Net validation UI	12
5.3 Herramientas de Servicios.	13
5.3.1 IBM FHIR Server	13
5.3.2 hapiFHIR	14
5.4 Herramientas de Publicación	14
5.4.1 Publisher	15
5.4.2 Trifolia on-FHIR	15
5.4.3 Simplifier	16
5.5 Herramientas de conversión	17
5.5.1 FSH School	17
5.5.2 FreeForMetter	17
5.6 Herramientas de Terminologías	18
5.6.1 ApelonDTS	18
5.6.2 FHIR Terminology Service VSAC.	18
5.6.3 SNQuery	18

DISCUSIÓN	18
CONCLUSIÓN	19
REFERENCIAS	20
GLOSARIO.	22
ANEXOS	22
10.1 Anexo 1: Perfil de paciente usado	22
10.2 Anexo 2: Perfil de paciente usado en prueba con lenguaje JSON	23

Estudio e implementación de herramientas públicas para el acceso, aprendizaje y desarrollo de casos de interoperabilidad.

Bastían Guillermo Fuentes Rojas
Escuela de Ingeniería Civil Biomédica
Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: HL7, interoperabilidad, FHIR, toolings

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de salud están cada vez más digitalizados, desde perfiles de pacientes con el registro de su evolución a lo largo del proceso asistencial hasta registros de datos de situaciones simples, por poner un ejemplo. En los centros de salud chilenos se está intentando trabajar más con registros digitales, dicho avance ha demostrado solventar las necesidades locales de cualquier centro de salud, sin embargo, a nivel nacional, no poseen la capacidad de interoperar con otros sistemas ni estructuras centrales convirtiéndolas en islas de información, generando dificultad en la recolección de datos y falta de calidad de acceso a la información, debido a la poca estandarización. [1]

El término “*isla de información*” se refiere a que cada sistema informático hospitalario funciona como una isla, en otras palabras, es que cada centro de salud tiene información única que no es compartida con otros, las cuales poseen sus propias definiciones de datos mínimos de salud que puede ser igual o distinto con otros hospitales dificultando así la interoperabilidad en el país [2].

Desde las primeras digitalizaciones de salud en Chile, a partir del año del 2008, varios establecimientos cayeron en esta tendencia, pero sin una legislación reguladora, por lo tanto, cada establecimiento funciona con sus propias normas y no pueden compartir su información. [3]

Y es la razón por lo que el sistema de salud en Chile tiene como necesidad tener sus propios proyectos de interoperabilidad estandarizada, ya que el no tener acceso a herramientas que ayuden a comprender el impacto, aprendizaje y desarrollo de los diferentes aspectos de la interoperabilidad en salud, habrá más dificultades para que los sistemas informáticos de los centros de salud estén comunicados entre sí. Ver anexo 1

En general en el mundo entero, los profesionales que comprenden el valor de generar sistemas interoperables en salud son escasos. Y para aquellos que se ven interesados en este tema se encuentran con la barrera de no tener acceso a herramientas que le ayuden a comprender el impacto, o el alcance de las diferentes variantes de la interoperabilidad en salud. Es por esto por lo que teniendo herramientas que funcionen bajo estándares definidos y legislados de interoperabilidad facilitarían el aprendizaje, desarrollo y más entendimiento para los profesionales a nivel nacional.

En la actualidad existe una **fuerte demanda de sistemas que sean interoperables** entre sí. Sin embargo todos conocemos que dicha interoperabilidad no es sencilla con los protocolos, ocurriendo que al ver dos sistemas que parecen casi idénticos a primera vista son incapaces de comunicarse entre sí.

FHIR ha sido diseñado desde el punto de vista de las **necesidades de las implantaciones** y con la idea de que sea tan sencillo como sea posible

1. OBJETIVOS

Objetivo general

Hacer un estudio que ayude al aprendizaje y el desarrollo a nivel conceptual de las herramientas existentes que trabajen con los estándares de HL7 FHIR con la finalidad de generar interés y comprensión del tema.

Esto permitirá contar con información de donde se puede acceder a herramientas gratuitas para toda la comunidad de la salud

Objetivos específicos

Todo este desarrollo se estipulo para un plazo de dos semestres con los siguientes objetivos específicos:

- Definir una categorización de herramientas para así lograr tener una búsqueda más estructurada
- Identificar las herramientas existentes en el mundo y concluir si entran en la categorización establecida.
- Verificar el funcionamiento de las herramientas (toolings) con el fin de establecer si son viables para la realidad chilena o no
- Levantar una guía en versión preliminar estable

Todo este estudio tiene como finalidad mejorar la comprensión del tema en Chile para que organizaciones/empresas locales posean herramientas para impulsar el conocimiento en el área de la digitalización nacional.

MARCO TEÓRICO

Es pertinente aclarar ciertos términos básicos antes de proseguir, como lo es la interoperabilidad, el cual como su definición lo indica, es: “la capacidad que tienen los diferentes sistemas de información y aplicaciones de software de comunicarse, intercambiar datos y utilizar la información intercambiada.” [4], sirviendo esta para la optimización de recursos de los metadatos hechos por otra institución y esto sería posible mediante la utilización de estándares en el cual podemos encontrar dos principales niveles, los semánticos y sintácticos. Los estándares semánticos mínimos son el tipo, formatos, codificación, campos, tamaños, etc. Y proveen también alguna sintaxis para representar esas estructuras en un formato comunicable vía informática [5], con eso se comienza a hablar de terminologías como los dos principales que son Snomed-CT (*Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms*)[6] utilizado para distintos términos clínicos, ver figura 1 y el segundo LOINC (*Logical Observation Identifiers Names and Codes*)[7] utilizado originalmente para definir documentos y secciones de laboratorio, pero con los años ha llegado a ser utilizado en otros ámbitos clínicos.

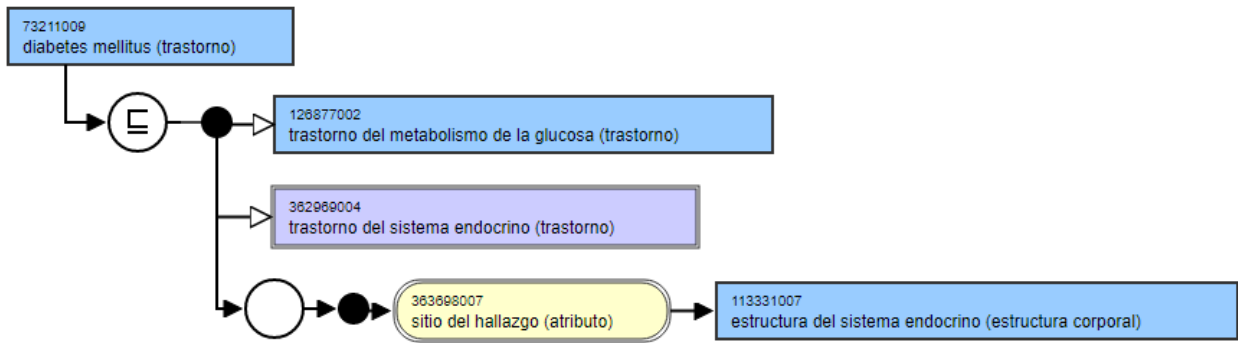


Figura 1: Ejemplo del diagramado del buscador de SNOMED-CT con los respectivos códigos de la diabetes mellitus. Código para dar uso a la interoperabilidad semántica.

La semántica es solo una parte de la interoperabilidad, ya que para ser compartida a distintos sistemas se requiere una estructura y en esto se encarga la interoperabilidad sintáctica. Según se sabe, sin interoperabilidad sintáctica no es posible implementar ningún otro tipo de interoperabilidad, ya que la sintáctica del registro es la parte que da su atención al estudio a la forma, estructura y disposición en que cada elemento debe ser descrito [8], y aquí es cuando entra HL7 con sus respectivos estándares como lo fue V2, V3, CDA y FHIR.

Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
Patient		0..*	Patient	Information about an individual or animal receiving health care services
- identifier		0..*	Identifier	Un identificador para este paciente
- use	S	0..1	code	usual official temp secondary old Required Pattern: official
- type	S	0..1	CodeableConcept	Descripcion del identificador
- system		0..1	uri	direccion del sistema del identificador Binding: https://www.registrocivil.d/RUT (required)
- value	S	0..1	string	RUN
- active		0..1	boolean	Registro de paciente activo o inactivo
- name		1..*	HumanName	Es el nombre del paciente
- use	S	1..1	code	usual official temp nickname anonymous old maiden Required Pattern: official
- family		0..1	string	Apellidos del pacientes
- Slices for extension		0..*	Extension	Extension apellidos
- url	S	1..1	uri	Slice: Unordered, Open by value:url identifies the meaning of the extension
- humanname-fathers-family		0..1	string	Portion of family name derived from father URL: http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/humanname-fathers-family
- humanname-mothers-family		0..1	string	Portion of family name derived from mother URL: http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/humanname-mothers-family
- given		0..1	string	Bastian, Fuentes
- telecom	S	0..*	ContactPoint	Detalles para contactar al paciente
- system		0..1	code	phone fax email pager url sms other Required Pattern: Phone
- value		0..1	string	+569 12345678, Pepito@gmail.com
- use		0..1	code	home work temp old mobile Required Pattern: home
- gender	S	0..1	code	male female other unknown Required Pattern: male
- birthDate	S	0..1	date	El cumpleaños del paciente
- address		0..*	Address	Direccion del paciente
- use	S	0..1	code	home work temp old billing Required Pattern: home
- type	S	0..1	code	postal physical both Required Pattern: physical

Figura 2: Como se ve la estructura del perfil de paciente hecha con los estándares de FHIR

El estándar FHIR, se trata del último estándar desarrollado y promovido por la organización internacional HL7, responsable de algunos de los protocolos de comunicaciones más utilizados hoy en día en el ámbito sanitario y además cabe decir que FHIR trata de combinar lo mejor de cada uno de los estándares actualmente en uso el cual son V2, V3 y CDA, con estándares web modernos de forma que se acelere el proceso de implementación de los estándares de interoperabilidad.

Debemos destacar que una de los estándares más modernos y con más herramientas es el estándar FHIR, el cual este funciona con una arquitectura similar a las de las páginas web convencionales llamadas API RESful [9], facilitando así el trabajo de implementación y reduciendo los costos asociados a esta en donde la información se comparte en recursos en formato JSON o XML. Y un tema importante a mencionar es el “*perfilamiento*” de FHIR, el cual es la forma en cómo adaptar un recurso por medio de un “*StructureDefinition*”. Este es un recurso FHIR que permite reglamentar otros recursos definiendo su información mínima, si requiere una terminología, incluir comentarios y observaciones, además de, crear extensiones o modificar de extensiones, para incluir información adicional no contempladas en el recurso original FHIR [10]

Finalmente los tools o tooling, dentro de la informática se define como una función en pantalla con un programa interactivo. Como un programa utilizado para el desarrollo de algún software o el mantenimiento de sistemas, así como los programas que ayudan a la edición de textos, edición de gráficos, publicación, etc. En general a todo programa que ayude al usuario a personalizar, adaptar o trabajar en un computador puede llamarse herramienta o “*tooling*” [11] [12]

ESTADO DEL ARTE.

Este es un proyecto relativamente nuevo e incluso a nivel internacional, por lo que fue difícil poder encontrar documentos en bases de datos científicas conocidas que hablen sobre guías o categorizaciones de herramientas para trabajar con FHIR, sin embargo, hubo una búsqueda en los principales core de HL7 a nivel internacional.

En cada core se hizo una búsqueda enfocada a las clases de categorías de toolings que estas tenían, y obviamente también se consideró el caso de que algunos core de HL7 de otros países no tuvieran ni una sola publicación de este aspecto.

Esta investigación se hizo en países de Norteamérica, Europa y asiáticos para estar observando las diferentes realidades de desarrollo en herramientas publicadas que ayuden al aprendizaje y desarrollo profesionales interesados en el tema.

Partiendo principalmente en Canadá se encontró que si poseen publicaciones de herramientas ordenadas en tres categorías las cuales son *herramientas de desarrollo*, *herramientas estándar* y *herramientas de colaboración*. En las herramientas estándar poseen publicaciones propias a diversos aspectos [13], se identifica publicación las terminologías FHIR API usadas constantemente en este ámbito como lo son *valueSet*, *CodeSystem*, *CapabilityStatement* y *ConceptMap* con sus códigos bases para cada uno en lenguaje JSON [14]. En las herramientas estándares de Canadá solo se pueden encontrar herramientas desarrolladas prácticamente por ellos mismos para la ayuda de profesionales interesados en el tema, además de un link a los recursos de SNOMED-CT para tener un entendimiento de la interoperabilidad semántica [15]. En la categoría de herramientas de desarrollo son toolings creados por y para el uso nacional, como el registro de FHIR y URI canadienses, además de herramientas que no son dedicadas para FHIR como tal, así que quedan descartadas de manera inmediata.[16]

En segundo lugar se destaca que casi todos los países de Europa poseen sus core de HL7 y están combinados en un único core europeo facilitando así tener un acceso más rápido a cada uno de los core de sus países por separado. Para tener una estrategia de investigación se buscó rápidamente en los países afiliados al core de HL7 Europa que aparecen en la página web de este [17], de todos los países solamente Portugal y Suiza poseían una mención para herramientas que utilizan en FHIR, pero a diferencia al buen trabajo de Canadá, estas no poseen una categorización ni especificación de las herramientas a usar como tal.

Portugal hace una mención del validador de FHIR, los servicios de hapiFHIR, Trifolia y las publicaciones de github [18], mientras que Suiza hace renombre de unos esquemas y validadores pero para CDA y V2, (el

cual son estándares con los que no es busca trabajar) también en la página suiza, hay un link que nos lleva al core suizo con todas las guías de implementación hechas por ellos mismo [19]. Cabe destacar que muchos países de la unión europea además de no tener una guía de herramientas FHIR tampoco trabajan con FHIR como tal, muchos de estos están intentando implementarlos pero ya tienen de antes implementaciones como V2 y CDA.

A nivel local, uno de los países más destacado en el desarrollo del área de HL7 es Argentina, el cual posee un core bastante avanzado y completo para su uso local en FHIR, teniendo desde las especificaciones de sus perfiles desarrollados hasta guías y terminologías usadas a su nivel nacional. Pero pese al buen desarrollo de su core, no se encuentran las clasificaciones de herramientas o softwares correspondientes que sirvan para el acceso y aprendizaje para la comprensión del tema de lo que es el estándar FHIR.[20]

Para finalizar el estado de arte se debe identificar que a nivel mundial este es un tema que recién está comenzando y que tampoco hay toolings que informen y/o motiven el entendimiento de este de lo que es entender lo que significa FHIR, pero sin duda alguna HL7 Canadá es el ejemplo realmente destacable para seguir.

METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN

La metodología para este trabajo es un enfoque principalmente al aprendizaje del estándar FHIR y su posterior implementación de una categorización de herramientas para poder generar una acceso y comprensión de casos de interoperabilidad.

Para esto tenemos los siguientes pasos a seguir.

EL ESTUDIO DEL ESTÁNDAR FHIR:

- Aprender a visualizar el sitio web de HL7 FHIR y los recursos que se considerarán
- Aprender a trabajar con las reglas y guías correspondientes a la hora de generar recursos, ya que se debe saber de las especificaciones y reglas necesarias para los casos de uso de interoperabilidad.
- Reconocer el core chileno de HL7, para entender a qué recursos específicos deben ser las herramientas.

DEFINIR DE CATEGORIZACIÓN

- Investigar diferentes categorizaciones de herramientas de HL7 en diversos países
- Definir las categorías más realistas para el uso nacional
- Definir cuáles son los requerimientos por cumplir para que la herramienta sea aceptada o rechazada.

BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS,

- Buscar en las bases de herramientas de diferentes países su core HL7 y realizar una búsqueda externa en diversas bases que publican información de estos tooling; así como github, IBM, etc.
- Definir en qué categoría entran estas herramientas seleccionadas en la búsqueda

COMENZAR LA PRUEBA DE HERRAMIENTAS

- Estudiar los usos y las clasificaciones de herramientas seleccionadas, para saber cuáles son las herramientas óptimas para el core HL7 Chile, todo esto bajo la comparativa con los requerimientos propuestos y realizar un benchmarking correspondiente.

-
- Comenzar con las pruebas de cada una de las herramientas para investigar su uso central.

PUBLICACIÓN DE HERRAMIENTAS VALIDADAS POR ALGÚN ORGANISMO (COMO HL7 CHILE).

- La guía de herramientas desarrollada será estudiada y validada por HL7, con la finalidad de que esta ayude al aprendizaje, desarrollo e implementación de casos de interoperabilidad para posteriormente ser publicada en la página web.

RESULTADOS

Una vez ya dedicado el tiempo para el estudio del estándar FHIR y de cómo trabajar en SUSHI FHIR, se trabajó directamente en cómo ver y buscar las herramientas que aporten al core de HL7 Chile.

HL7 identifica el ecosistema de las herramientas de FHIR hasta la fecha de la siguiente manera [21]:

- 1) Herramientas de validación
- 2) Herramientas de diseño
- 3) Herramientas de publicación
- 4) Herramientas de Registro
- 5) Herramientas de terminología
- 6) Herramientas de mantenimiento e instancias
- 7) Herramientas de prueba de implementación
- 8) Herramientas de conversión
- 9) Herramientas de revisión colaborativa

Pero no será utilizada todas las clasificaciones ya que a nivel nacional se necesitan herramientas que ayuden al aprendizaje y desarrollo para el manejo total de FHIR y su interoperabilidad.

Se definió la categorización de herramientas bajo el estudio metódico y comparativo de los diversos países que trabajan con FHIR, desde la Unión europea hasta los países americanos, asiáticos y oceánicos como se explica en el estado del arte, definiendo así cuales son las categorías óptimas para el desarrollo y aprendizaje de FHIR, el cual son nombradas en la figura 3.

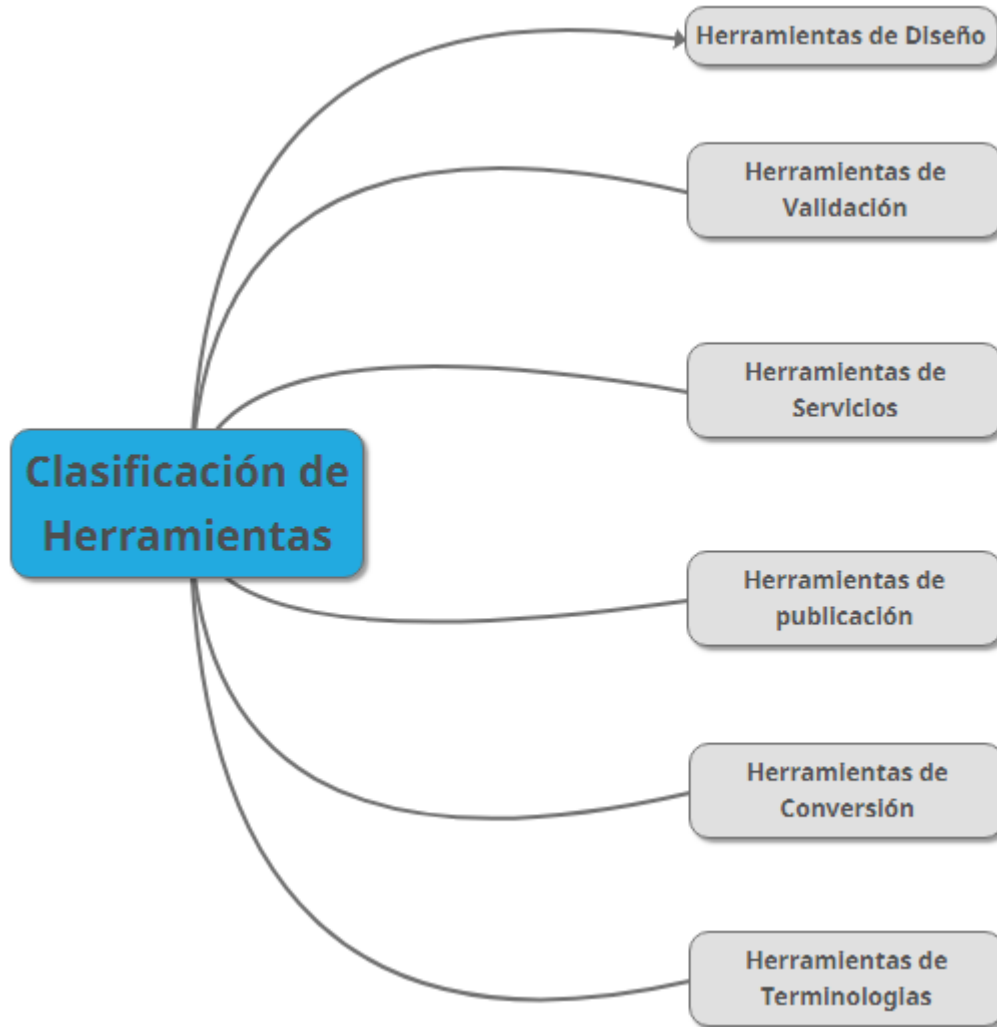


Figura 3: Tipos de herramientas seleccionadas como categorías principales en la primera etapa de búsqueda planteada.

Los tipos de herramientas enseñados anteriormente fueron seleccionados bajo los criterios de las necesidades con las que está trabajando el core de HL7 Chile y bajo la guía de cómo son las categorías de toolings a nivel internacional.

Todas las herramientas antes de ser categorizadas necesitan ser estudiadas y pasar la prueba que pone HL7. Existen nueve requerimientos/principios propuestos por HL7 internacional, el cual se consideran claves para el apoyo y aprendizaje de la comunidad en el desarrollo y uso de herramientas de FHIR [22], y estos requerimientos son:

- **Modular:** Las herramientas deben diseñarse de tal manera que sus características puedan ser aprovechadas por otros usuarios
- **Interfaz estandarizada:** Para permitir que las herramientas se integren, se necesitan interfaces y puntos de integración estándar, es decir, API's estandarizadas y de fácil uso para el usuario

-
- **Artefactos FHIR como interfaz:** Las herramientas deben consumir y/o producir artefactos que cumplan con las especificaciones FHIR. Las herramientas deben funcionar con la versión XML y JSON de los artefactos FHIR o con los archivos .zip.
 - **Extensible:** Esto significa que los usuarios pueden agregar nuevos complementos a las herramientas de manera fácil y rápida, como utilizar un archivo guardado en la computadora del usuario
 - **Independiente de la versión:** Si bien se espera que las herramientas dependan de versiones específicas (en nuestro caso la v4.0.1), también se debería poder trabajar en otras versiones específicas de FHIR
 - **Compatibilidad con varios sistemas operativos:** Idealmente, las herramientas deberían ejecutarse en Windows, Mac y Linux
 - **De uso gratuito:** HL7 se esfuerza por garantizar que haya un mínimo de barreras financieras para utilizar el estándar FHIR. Como bien sabe, se fomenta el código abierto, pero también son bienvenidos los modelos financieros “Freemium” o “pague lo que pueda”
 - **Fuente de custodia:** A los implementadores de herramientas que no son de código abierto, se les pide mantener la fuente de custodia para que esté disponible a la fundación FHIR en el caso de que el auto ya no pueda o quiera mantener esas herramientas en el futuro
 - **Multi-idioma:** Las herramientas deben estar escritas de tal manera que sus interfaces de usuario puedan admitir instrucciones en una variedad de idiomas, en caso de que la comunidad FHIR elija propiciar traducciones necesarias.

Para el uso chileno se definieron los siguientes principios:

- 1) **Modular**
- 2) **Interfaz estandarizada:**
- 3) **Artefactos FHIR como interfaz**
- 4) **Extensible**
- 5) **Independiente de la versión**
- 6) **De uso gratuito**
- 7) **Compatibilidad con varios sistemas operativos**

Se eliminó el requerimiento de **fuentes de custodia** y **multi-idioma**, ya que solamente estaremos considerando las herramientas que sean de libre acceso y gratuitas, ya que así es mejor considerado para el objetivo principal de este trabajo el cual es tener una guía con herramientas públicas para el acceso, aprendizaje y desarrollo.

Seguidamente, se comienza con la descripción de nuestras clasificaciones como tal y las herramientas que fueron consideradas a incluir. Se debe mencionar que muchas de estas herramientas entran en más de una categoría por las diversas utilidades y ayudas que aportan al usuario a desarrollarse.

5.1 HERRAMIENTAS DE DISEÑO.

Las herramientas de diseño permiten la creación y edición de los diversos aspectos que definen las especificaciones de FHIR. Sin estas herramientas los archivos deben editarse a mano bajo los lenguajes de JSON o XML, requiriendo así un aprendizaje mucho más profundo y propenso a errores. [23]

Una de las principales características de estas herramientas es que se encargan de los recursos de FHIR como tal, como el diseño perfiles para una correcta edición o creación por parte del usuario.

Las herramientas encontradas y categorizadas son las siguientes:

5.1.1 SUSHI.

SUSHI es un programa que permite el diseño de la perfilación de recursos, extensiones, guías de implementación y otras opciones necesarias a través del lenguaje FHIR Shorthand (FSH), el cual es un lenguaje de dominio específico para FHIR. [24]

5.1.2 Forge

Forge es una aplicación descargable muy bien optimizada para el escritorio de Windows, ver figura 4, esta herramienta posee una poderosa interfaz gráfica para el usuario dando un uso sencillo a la creación y edición de perfiles, extensiones y guías de implementación FHIR. [25]

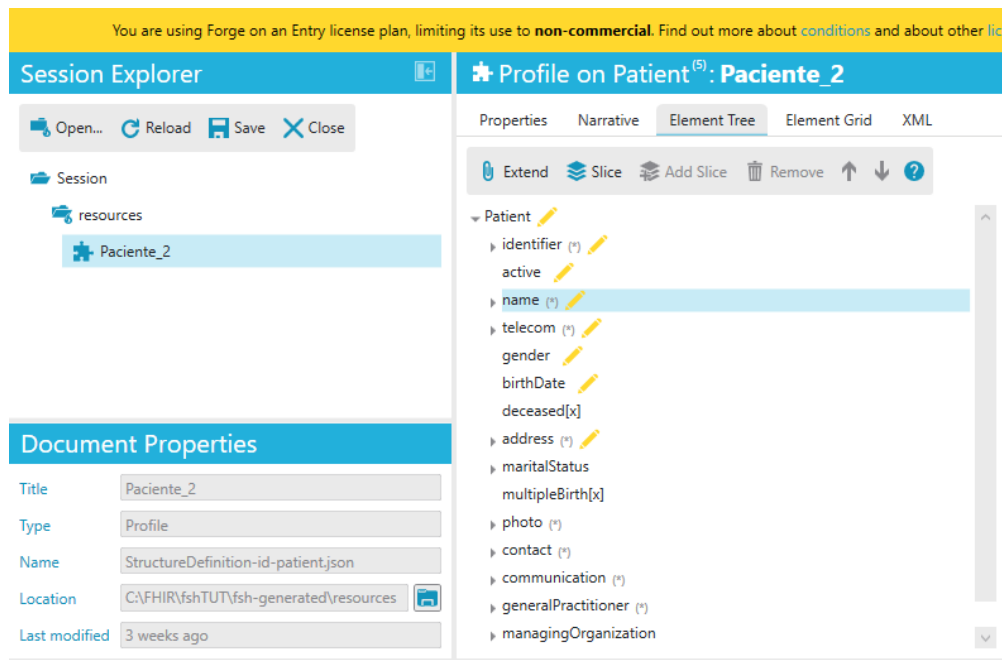


Figura 4: Ejemplo de interfaz de Forge

Forge también tiene una integración fluida con servidores FHIR y registros de Simplifier.net, para tener acceso a descargas y publicaciones de proyectos de simplifier.

5.1.3 Trifolia-on-FHIR

Es un editor de recursos que utiliza un servidor FHIR de manera nativa como back-end, con la capacidad de editar tipos de recursos de conformidad como guía de implementación, ValueSet, CodeSystem, definir operaciones, etc. Se debe destacar que trifolia trabaja en lenguaje JSON y que para tener acceso a la página web se debe registrar una cuenta nueva el cual es muy sencillo hacerlo, ya que nos permite tener un registro con nuestra cuenta de Google. [26]

Si se requiere editar archivos ya creados que están en el computador del usuario, trifolia posee la opción de subir archivos desde el equipo para ser editados en línea, Los usuarios tienen la capacidad de quien puede ver y editar los datos de su archivo a través de una ventana que dice “Permissions”.

5.1.4 ClinFHIR

ClinFHIR tiene como objetivo ayudar a los médicos a comprender HL7 FHIR y contribuir a su desarrollo, especialmente con respecto a la creación de perfiles. Las herramientas que se ofrecen dentro de ClinFHIR incluyen un visor de recursos, un generador de escenarios, un modelador lógico, un generador de CodeSystem, un generador de definiciones de extensión y una herramienta de consulta, Ver figura 5. Las herramientas utilizan tres servidores predefinidos y se pueden ampliar para utilizar otros servidores DSTU2 o STU3.

Esta herramienta está asociada al servidor público de hapiFHIR [27]

The screenshot displays the ClinFHIR editor interface. On the left, there is a table with columns 'Type', 'Text', and 'Valid'. The table contains one row: 'Patient' with 'Ejemplo de paciente' in the 'Text' column and a blue plus icon in the 'Valid' column. To the right of the table is a 'Report' button. The main interface is split into two panes. The left pane, titled 'Structure & Reference', shows a tree view of the Patient resource with elements like identifier, active, name, telecom, gender, birthDate, deceased, address, maritalStatus, multipleBirth, photo, contact, communication, generalPractitioner, managingOrganization, and link. The right pane, titled 'Current resource views', shows a text input field with 'Ejemplo de paciente', a 'Patient.name' field, and a 'Current Value' section containing a JSON snippet: {"use": "official", "given": ["Bastían"], "family": "Fuentes"}. Below this is a 'DataType/s (click to add data)' section with 'HumanName' selected. A description at the bottom reads: 'A name associated with the individual.'

Figura 5: Editor de clinFHIR con un perfil de paciente como ejemplo

5.2 HERRAMIENTAS DE VALIDACIÓN

Las herramientas de validación son aquellas que nos permiten revisar y verificar los recursos y perfilamientos de FHIR, de esta manera hay una verificación en que sus composiciones son acordes con los estándares de HL7 FHIR, comprobando la validez estructural y sintáctica de la instancia.

Las herramientas de esta rama pueden validar recursos en XML y JSON, pero nosotros nos enfocamos en los recursos hechos en JSON ya que es un sistema más nuevo y es el lenguaje con el que más se está trabajando hoy en día.

5.2.1 SUSHI.

Además de ser una necesaria herramienta de diseño, también es un increíble e indispensable herramienta de validación, con el comando “sushi” a través del “CMD” o “VisualStudioCode” se visualizará el análisis del sushi de los perfiles guardados lenguaje FSH en la carpeta específica en donde se está analizando cómo se puede ver en la Figura 6.

```

C:\FHIR\fshTUT>sushi
info Running SUSHI v2.6.0 (implements FHIR Shorthand specification v2.0.0)
info Arguments:
info C:\FHIR\fshTUT
(node:15032) Warning: Accessing non-existent property 'INVALID_ALT_NUMBER' of module exports inside circular dependency
(Use `node --trace-warnings ...` to show where the warning was created)
(node:15032) Warning: Accessing non-existent property 'INVALID_ALT_NUMBER' of module exports inside circular dependency
info path-to-fsh-defs defaulted to current working directory
info No output path specified. Output to .
info Using configuration file: C:\FHIR\fshTUT\sushi-config.yaml
info Importing FSH text...
info Preprocessed 4 documents with 0 aliases.
info Imported 4 definitions and 0 instances.
info Checking local cache for hl7.fhir.r4.core#4.0.1...
info Found hl7.fhir.r4.core#4.0.1 in local cache.
info Loaded package hl7.fhir.r4.core#4.0.1
info Converting FSH to FHIR resources...
info Converted 4 FHIR StructureDefinitions.
info Exporting FHIR resources as JSON...
info Exported 4 FHIR resources as JSON.
info Assembling ImplementationGuide sources...
info Generated ImplementationGuide-fish.json
info Assembled ImplementationGuide sources; ready for IG Publisher.

```

SUSHI RESULTS

Profiles	Extensions	Logicals	Resources
4	0	0	0

ValueSets	CodeSystems	Instances
0	0	0

It doesn't get any better than this! 0 Errors 0 Warnings

Figura 6: Resultado positivo de sushi a través de CMD, identificando 4 perfiles correctos y sin errores

5.2.2 Hammer

Corresponde a una herramienta validadora descargable para todos los sistemas operativos, que funciona por medio de lenguaje XML o JSON valida los perfiles creados en tus registros, ver figura 7. Esta herramienta de un muy sencillo uso, indica cuántos errores y warnings se detectan en el recurso analizado. Esta herramienta está desarrollada por la empresa Firely [28] el cual también se ha dedicado a desarrollar otros toolings como lo son simplifier y forge.

5.2.3 HL7 Java validator.

Este tools es un validador oficial de HL7 FHIR, el cual está completamente vinculado con los servidores de hapiFHIR para su correcto funcionamiento.

Como simple observación es una herramienta que funciona exclusivamente con el “CMD” y no posee una interfaz de uso muy sencilla, realmente se necesitan algo de experiencia en los tooling para poder utilizar esta; se recomienda otro validador en caso de ser novato en el área.



Figura 7: Resultado con errores de un perfilado de paciente en lenguaje JSON, mostrado los errores que este posee con programa Hammer

5.2.4 Net validation UI

Es una herramienta de validación demasiado sencilla para el uso de cualquier usuario, ver figura 8. Es una herramienta de uso online el cual nos permite escribir directamente para validar si el perfil escrito está correcto, como también nos permite subir perfiles ya creado desde nuestro computador para ver saber si hay una correcta escritura en estos. Cabe destacar que esta tooling funciona solamente para lenguaje JSON.

Este tooling al igual que los otros validadores nos indica cuantos errores y warnings existen, y en qué líneas están.

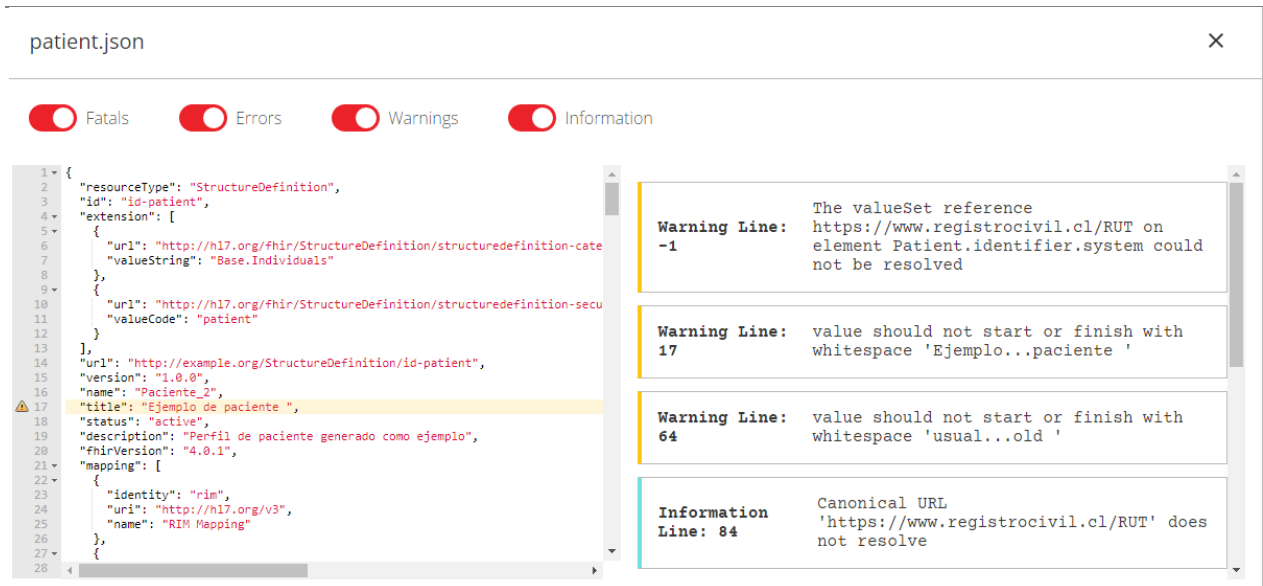


Figura 8: Respuesta de la herramienta validadora, indicando los errores y warning en ejemplo de paciente en lenguaje JSON.

5.3 HERRAMIENTAS DE SERVICIOS.

Son herramientas que no están diseñadas para usarse de forma independiente, sino que brindan características que son útiles para el usuario en el uso de otras herramientas, ya que estas poseen una complejidad suficientemente mayor. [29]

Una característica de estas puede ser la validación y evaluación de los FHIRpath. Esto se usa para verificar que los FHIRpath sean válidos frente a las definiciones de estructuras que se pretende aplicar

Los FHIRPath's mencionados recientemente, son diferentes tipos de "restricciones" programadas y automatizadas, es decir, en los puntos específicos en los que trabaja, el cual son los siguientes:

- Restricciones de cardinalidad (elementos obligatorios y elementos prohibidos)
- Restricciones de valor fijo (datos tipo códigos y Uri)
- Restricciones de valor de patrón (datos tipo CodeableConcept e Identifier)
- Restricciones de tipo de referencias (funciones FHIRPath "resolver/is/conforms")
- Restricciones de extensiones
- Restricciones de vocabulario

Y finalmente cabe recalcar que estos FHIRPath serán diferentes unos con otros según sea el perfilado.

5.3.1 IBM FHIR Server

IBM server FHIR que es un servidor con funcionamiento mediante API's de Java, que toman la anotación JAVA. ver figura 9

El módulo de reconocimiento proporciona API's de java para validar todos los recursos FHIR, utilizando restricciones especificadas en las definiciones de las estructuras, siguiendo el patrón correspondiente de los perfiles FHIR a reconocer.

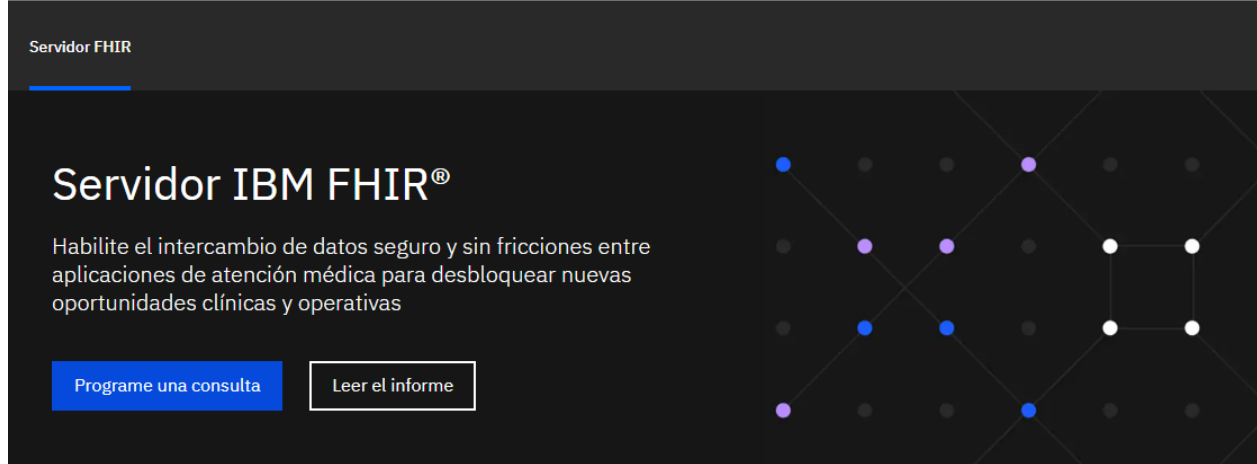


Figura 9: Página web del ya nombrado IBM server FHIR

Muchas otras herramientas trabajan con API's que se conectan a los servidores como los de IBM para poder comprobar la existencia del componente, como por ejemplo tenemos que el componente a reconocer, recoge la anotación de Java, extrae la expresión FHIRPath, y la pasa al IBM FHIR Server para evaluarse. Si la invariante se evalúa como "false" entonces el validador FHIR generará una respuesta con severidad, entregando donde está fallando en la "regla" de la estructura o una "advertencia" de escritura del recurso [30].

Se debe recordar que el IBM server FHIR es de uso gratuito y abierto. Como bien se sabe, HL7 pide que sus herramientas sean de uso gratuito, para poder tener apoyo entre la comunidad y tener un gran desarrollo de interoperabilidad en salud.

5.3.2 hapiFHIR

Al igual que la herramienta anterior, hapiFHIR es una herramienta del cual entrega el servicio de ser una implementación del estándar FHIR. Una implementación hecha para la interoperabilidad del cuidado de la salud en JAVA, siendo un producto de la empresa SmileCDR [31]

Muchas de las herramientas mencionadas anteriormente trabajan de manera automática con los servidores HAPI, ya que estos son gratuitos y bien conocidos en la comunidad de FHIR. También están los servidores de pruebas el cual son útiles para el aprendizaje de futuros profesionales interesados en el área.

5.4 HERRAMIENTAS DE PUBLICACIÓN

Las publicaciones de FHIR deben tener un aspecto de conformidad que genere una vista legible para un humano. Este ecosistema de herramientas debe tener la finalidad de empaquetar y publicar la información central de FHIR como por ejemplo publicar un perfil, guía de implementación, extensiones, etc.

Por lo general estas publicaciones se hacen por HTML, pero en PDF, wiki y otras especificaciones también son posibles. Cabe destacar que antes de hacer una publicación de algún contenido, éste debe ser validado, y es por eso que se mencionaron anteriormente las herramientas de validación.

Fish Implementation Guide

0.1.0 - ci-build

[IG Home](#) [Table of Contents](#) [Artifacts Summary](#) [Other Resources](#) ▾

[Table of Contents](#) > [Artifacts Summary](#)

Fish Implementation Guide - Local Development build (v0.1.0). See the [Directory of published versions](#).

2 Artifacts Summary

This page provides a list of the FHIR artifacts defined as part of this implementation guide.

2.0.1 Structures: Resource Profiles

These define constraints on FHIR resources for systems conforming to this implementation guide

Contents:

- [Structures: Resource Profiles](#)
- [Terminology: Value Sets](#)
- [Terminology: Code Systems](#)

Diagnostico	Un Diagnostico muy Bkn
Medico	Información del medico
Paciente	Paciente de la actividad

2.0.2 Terminology: Value Sets

These define sets of codes used by systems conforming to this implementation guide

Set de Valores para diagnosticos	BLA AAAAAAAAAA
Clase	

Figura 10: Guía de implementación hecha por Publisher con el comando “_genonce” Mostrando tres perfiles de ejemplo, el cuales son Diagnóstico, Médico y Paciente

5.4.1 Publisher

Puede ser considerada una de las mejores herramientas a trabajar, ya que esta tooling con API's de JAVA, nos entrega una completa guía de implementación con los respectivos recursos a usar y los perfiles de ejemplos creados para cada uno de estos recursos, ver figura 10. Publisher funciona de la mano con SUSHI y el lenguaje correspondiente a FHIR Shorthand o mejor conocido como FSH

Para su correcto funcionamiento, por medio del “CMD”, se selecciona la carpeta en la que está instalado el publisher y sushi, se hace el comando “_genonce” y listo, de manera automática solo se dedicará a crear una guía de implementación con su link que nos permitirá ver la publicación con los perfiles creados por el usuario de manera muy clara y ejemplar. ver figura 11

5.4.2 Trifolia on-FHIR

Además de ser una herramienta de diseño también nos ayuda como herramienta de publicación publicando los proyectos deseados. Además de los archivos diseñados desde cero en la página de la herramienta, también se puede publicar los archivos ya creados desde la computadora, siempre y cuando los archivos a publicar sean en formato JSON o XML.

2.2.1.1 Formal Views of Profile Content

Description of Profiles, Differentials, Snapshots and how the different presentations work.



This structure is derived from [Practitioner](#)

Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
Practitioner		0..*	Practitioner	A person with a formal responsibility in the provisioning of healthcare or related services
identifier		1..1	Identifier	El RUN del medico
use		0..1	code	usual official temp secondary old Binding: IdentifierUse (required) Required Pattern: official
type		0..1	CodeableConcept	Tipo de documento de identificación Binding: Identifier Type Codes (required)
active		1..1	boolean	True False
name		1..1	HumanName	Ingresar el nombre del Medico
use		0..1	code	usual official temp nickname anonymous old maiden Binding: NameUse (required) Required Pattern: official
text		0..1	string	Texto del nombre completo
qualification		1..*	BackboneElement	Certificado y/o titulos del medico
code				
text		0..1	string	Texto libre del certificado pedido

Figura 11: Vista del perfil del médico de ejemplo publicado en la misma guía de implementación hecha por publisher

5.4.3 Simplifier

Una herramienta desarrollada por la empresa “firely” dedicada a publicar todas las guías, perfiles, paquetes, proyectos y ejemplos que desee el usuario. Se genera como un registro con todos los recursos publicados dentro de su página Web. ver figura 12

Esta herramienta posee un servicio gratis para publicar el primer proyecto con sus respectivos recursos, pero si uno quiere tener una cuenta de simplifier con múltiples proyectos, se debe generar un plan de pago anual, tiene 3 diferentes tipos de planes de pago que van desde los 2.600 a 26.250 euros anuales. [31]

La herramienta de diseño Forge, también de la empresa “firely” funciona en conjunto con simplifier, por medio de la aplicación Forge hay un sincronizado con el perfil en la página de simplifier para poder publicar todos el/los proyectos desarrollados a través de la herramienta de diseño ya mencionada.

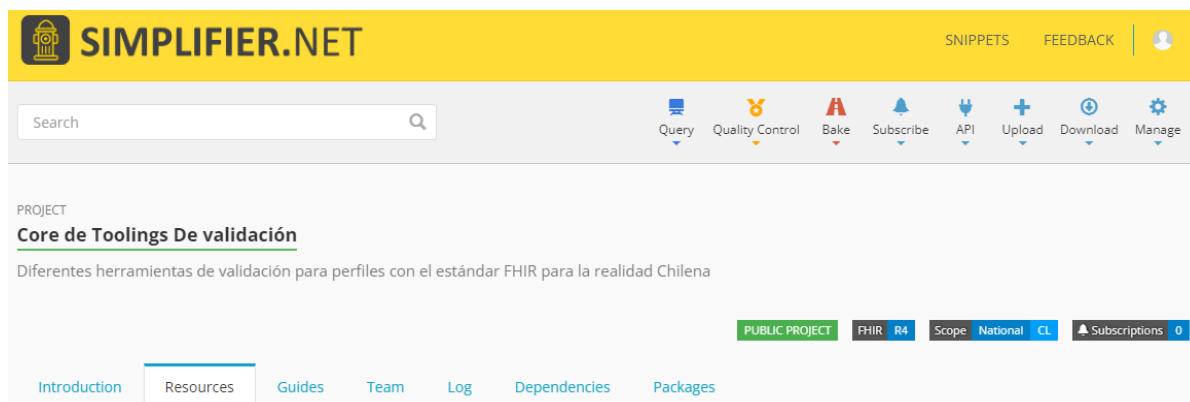


Figura 12: Ejemplo de proyecto creado por mí, por medio de un registro de plan básico

5.5 HERRAMIENTAS DE CONVERSIÓN

La implementación de FHIR a menudo implica la conversión de otras sintaxis como HL7 v2 o CDA, así también como formatos de otro tipo; como mapeos por poner un ejemplo. Cabe destacar que estas herramientas son positivas para el uso, aplicación y aprendizaje de usuarios que no estén familiarizados con FHIR. Un médico que no tenga mucho conocimiento con HL7 FHIR o HL7 CDA puede desenvolverse por medio de mapeos o gráficos según la situación lo amerite.

5.5.1 FSH School

Herramienta sencilla pero demasiado útil para los usuarios que trabajan con SUSHI, ya que esta herramienta tiene la sencilla tarea de traducir los perfiles del lenguaje FSH a lenguaje JSON

Se debe recalcar que FSH es un lenguaje específico de dominio para definir el contenido de los recursos y las guías de implementación de FHIR [32].

5.5.2 FreeForMetter

Es una herramienta exclusivamente conversora, puede transformar archivos del lenguaje JSON a XML y viceversa. Se puede escribir directamente en un cuadro como “option 1” lo que se desea traducir, y como “option 2” el archivo que está en el computador que se desea traducir, ver figura 13. Esta herramienta gratuita, está dedicada para desarrolladores porque además posee diferentes tipos de opción para trabajar, como por ejemplo es un validador de escritura, no válida si está bien escrito nuestro perfil, solo valida si la escritura de JSON o XML es correcta.

The screenshot shows the 'JSON to XML Converter' web application. At the top right, there is a breadcrumb trail: 'Converters / JSON to XML Converter'. Below the title, a descriptive paragraph states: 'This online tool allows you to convert a JSON file into an XML file. This process is not 100% accurate in that XML uses different item types that do not have an equivalent JSON representation.' A bulleted list of features follows: 'A default root element is created', 'JSON array entries are converted to individual XML elements', and 'All JSON property values will be converted to #text item types'. The interface is divided into two main options. 'Option 1: Copy-paste your JSON here' features a large text area with the placeholder text 'Copy-paste your JSON here'. 'Option 2: Or upload your JSON file' includes a file selection button labeled 'Seleccionar archivo', a text box showing 'Ninguno archivo selec.', and a 'File encoding' dropdown menu set to 'UTF-8'. Below these are three more configuration fields: 'Indentation level' (set to '3 spaces per indent level'), 'Name of root element' (set to 'root'), and 'Element name for JSON arrays' (set to 'element'). At the bottom, there are two blue buttons: 'Convert JSON to XML' and 'Convert JSON to XML in new window'.

Figura 13: Opciones de cómo querer traducir del lenguaje JSON a XML

5.6 HERRAMIENTAS DE TERMINOLOGÍAS

Los estándares de FHIR en gran medida dependen de terminologías (incluyendo las terminologías complejas como las de SNOMED-CT. Muchos servicios de terminologías realizan el trabajo pesado en la validación, traducción y determinación de qué códigos están permitidos.

5.6.1 ApelonDTS

DTS (Distributed Terminology System) o en español sería “sistema de terminología distribuida”. Es un servidor de terminologías de código abierto el cual permite organizar diversas terminologías estándar. Sin dejar fuera que también es de fácil implementación e instalación.

La arquitectura DTS es flexible y permite cargar términos locales, cruces y conjuntos de valores. Proporcionando acceso con un solo clic a todos los estándares que se necesiten, como ICD-10, SNOMED CT, LOINC y RxNorm. Y unas pocas docenas más. [33]

Unas características claves que ofrece Apelon DTS son: [33]

- Que es un servidor de código abierto,
- Incluye Desktop Editor, Servicios web y API de Java
- Acceso basado en roles para mayor seguridad y comodidad
- Importa, exporta y personaliza cualquier terminología
- Posee además un servicio de suscripción de contenidos y contratos de soporte técnico disponible

5.6.2 FHIR Terminology Service VSAC.

El VSAC por sus siglas “Vermont Student Assistance Corporation” o en español “Corporación de asistencia estudiantil de Vermont” es una herramienta de depósito y creación de conjuntos de valores públicos creados por programas externos [34]. Los conjuntos de valores son listas de códigos y términos correspondientes de vocabularios clínicos estándar como SNOMED CT, LOINC y otros que definen conceptos clínicos para respaldar un intercambio de información de salud, posee terminologías FHIR para los recursos en un servicio de API REST. Solamente cabe destacar que para acceder a esta herramienta se debe obtener una licencia gratuita de la UML “Unified Medical Language”, esta licencia es requerida debido a restricciones de uso de alguno de los códigos. [35]

5.6.3 SNQuery

Es una herramienta online que muestra y ayuda a la construcción de una expresión para luego ser validada su terminología correspondiente. El motor SNQuery incluye SNOMED-CT el cual se utiliza con la autorización de la IHTSDO. [36]

Esta herramienta es de muy sencilla utilización y además se puede encontrar en inglés tanto como en español, también posee ejemplos de usos para tener una mejor experiencia de uso y aprendizaje.

DISCUSIÓN

En un inicio la motivación era llegar a desarrollar una guía con herramientas más completa, pero al realizar el estudio del estado de arte, se vio que a nivel mundial la mayoría de toolings son desarrollados y utilizados para sus realidades locales e implementaciones interoperables, dejando así un acceso limitado para las herramientas y más limitado aún para el objetivo de que profesionales interesados en el tema aprendan de forma gratuita.

Pero pese a los resultados obtenidos en el estado de arte, se pudo identificar diversos aspectos que se necesitan dentro de los ecosistemas de herramientas y las categorizaciones a considerar para un aprendizaje, desarrollo y comprensión en los casos de interoperabilidad.

Cualquiera podría decir que las herramientas nombradas y descritas fueron pocas, pues quizás sí, pero las horas de aprender e instruirse con el estándar FHIR, la lectura de documentos e investigación los core de diversos países fueron demasiadas y de mucho esfuerzo. Además se debe considerar que esta es un área muy nueva en desarrollo a nivel mundial, y no hay publicaciones en bases de datos oficiales que hablen del tema en sí, por ende se debe llevar a cabo otro tipo de investigación muy rigurosa para ver si realmente la información encontrada se debe considerar o no.

Otras herramientas encontradas no fueron consideradas para el trabajo ya que se encontraban en páginas de dudosa procedencia y otros tooling aún pedían el uso de Adobe Flash Player, y como bien ya se sabe Flash es un peligro como tal para Windows hoy en día, por el cierre de las puertas definitivas de la empresa Adobe.

También cabe destacar que además de identificar una buena categorización de toolings para el objetivo propuesto, se pudo señalar los requerimientos esenciales que deben cumplir las herramientas desarrolladas por profesionales para las realidades chilenas en el ámbito de la interoperabilidad en salud.

Finalmente, este trabajo para ser oficial debe ser evaluado por HL7 Chile o algún ente que oficialice la categorización de toolings. Lamentablemente sin esa oficialización no puede considerarse una guía de herramientas oficial, pero sin embargo, se espera que este trabajo sirva como guía o inspiración para los futuros colegas o cualquier profesional interesado en el área, deseando aprender y desarrollarse en la informática en salud.

CONCLUSIÓN

Con base a lo expuesto en el trabajo, se establece la búsqueda de crear una guía de herramientas que funcione bajo el estándar FHIR con la finalidad de generar interés y comprensión del tema en el área de interoperabilidad en salud para otros profesionales. Pudiendo decir que si se cumplió el objetivo general, el cual es el de establecer un estudio documentado que ayude al aprendizaje y comprensión de las herramientas existentes. Al igual que el objetivo general, casi todos los objetivos específicos se cumplieron con gran conformidad tanto como para futuros colegas, como para profesionales que se vean interesados en trabajar en esta área, excepto el de levantar una guía preliminar que sea validada por HL7 Chile.

Se debe mencionar que en los países avanzando en la interoperabilidad en salud, diversas instituciones y empresas han tenido una participación importante en el desarrollo de herramientas para los profesionales que trabajan en el área, lo cual sería ideal tener un apoyo parecido para nuestra realidad chilena, teniendo un gran aporte en la ayuda con el problema de la escasez de profesionales interesados en el tema y así disponer de más herramientas para casos de interoperabilidad en salud a nivel nacional.

Y finalmente se debe identificar que la interoperabilidad en la salud crea una paradoja:

Es complejo compartir los datos, porque son confidenciales y requieren un alto nivel de privacidad y seguridad, pero sin embargo, la incapacidad de acceder a ellos cuando es necesario puede causar daños significativos. La falta de interoperabilidad puede dar lugar a una comprensión incompleta de las necesidades de salud de una persona o de la población, lo que puede conducir a resultados más deficientes y costosos, que los mismos costos de las implementaciones.

REFERENCIAS

- [1] IBM, “¿Qué es FHIR?”, 2022 [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/topics/interoperability-in-healthcare> [Último acceso: 2022 Julio 18]
- [2] Trendtic, «TRENDTIC,» 15 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.trendtic.cl/2019/10/salud-digital-en-chile-estamos-aprovechando-el-big-data-clinico/>. [Último acceso: 2022 Julio 23].
- [3] Dpto. Gestión sectorial TIC, “Informatización de las redes asistenciales. La hora del balance”, Unidad de gestión de proyectos, MINSAL, 8, 2015
- [4] J. M. Gomez Montón, «ehCOS,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ehcos.com/interoperabilidad-los-sistemas-salud/>. [último acceso: 30 de noviembre de 2021]
- [5] Zafalon e Santos, 2012 [En línea], “Interoperabilidad semántica y sintáctica para garantizar calidad de los datos provenientes de otras bases de datos”, https://lilacs.bvsalud.org/wp-content/uploads/2014/02/reuniao2_interoperabilidad_semantica_final1.pdf, pagina 5, [ultimo acceso: 30 de noviembre de 2021]
- [6] Snomed-CT, «El Navegador de SNOMED CT» Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://browser.ihtsdotools.org/> [Último acceso: 2022 Julio 18]
- [7] LOINC, «LOINC,» 17 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://loinc.org/> [Ultimo acceso: 2022 Julio 18]
- [8] Zafalon e Santos, 2012 [En línea], “Interoperabilidad semántica y sintáctica para garantizar calidad de los datos provenientes de otras bases de datos”, https://lilacs.bvsalud.org/wp-content/uploads/2014/02/reuniao2_interoperabilidad_semantica_final1.pdf, pagina 10, [ultimo acceso: 30 de noviembre de 2021]
- [9] Servictonic, «API REST: Lenguaje», 2019, [En línea]. Available: <https://www.servictonic.com/es/service-desk/que-es-api-definicion-y-ejemplos/> [Último acceso: 2022 Julio 18]
- [10] HL7 International, «HL7 FHIR Structure Definition», 1 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/structuredefinition.html>
- [11] LWP, Comunidad de programadores, «Definición de Tools», 2022 [En línea]. Available: <https://www.lawebdelprogramador.com/diccionario/Tool/#:~:text=Programa%20utilizado%20para%20el%20desarrollo,un%20computador%20puede%20denominarse%20herramienta.> [Último acceso: 2022 julio 22]
- [12] Alesga, Diccionario de informática y tecnología, «Definición de tools», 2021 [En línea]. Available: <https://www.alesga.com.ar/Dic/tools.php>, [Último acceso: 2022 Julio 22]
- [13] HL7 Canadá, «Herramientas Estándares», 2022 [En línea]. Available: <https://infocentral.infoway-inforoute.ca/en/tools/standards-tools> [Último acceso: 2022 Junio 29]

-
- [14] HL7 Canadá, «Herramientas de terminologías FHIR API», 2022 [En línea]. Available: <https://termapi.infoway-inforoute.ca/fhir/fhir-apidocs/v1/swagger-ui/#!/ValueSet/findValueSets>, [Último acceso: 2022 Junio 29]
- [15] HL7 Canadá, «Navegador SNOMED-CT, explorar contenido internacional» 2022 [En línea]. Available: <https://infocentral.infoway-inforoute.ca/en/tools/standards-tools/snomed-ct-browser>, [Último acceso: 2022 Junio 29]
- [16] HL7 Canadá, «Herramientas de desarrollo de interoperabilidad que permiten implementar interfaces para los sistemas de información» 2022 [En línea]. Available: <https://infocentral.infoway-inforoute.ca/en/tools/developer-tools> [Último acceso: 2022 Junio 29]
- [17] HL7 Europa, 2022 [En línea]. Available: <http://www.hl7.eu/> [Último acceso: 2021 Noviembre 30]
- [18] HL7 Portugal, «Recursos técnicos y herramientas públicas», 2022 [En línea]. Available: <https://www.hl7.pt/ferramentas/> [Último acceso: 2022 Julio 5]
- [19] HL7 Suiza, «HL7 Tools», 2022 [En línea]. Available: <https://www.hl7.pt/ferramentas/> [Último acceso: 2022 Julio 5]
- [20] HL7 Argentina, «Core HL7 Argentina», 2021 [En línea]. Available: <https://bus.msar.gov.ar/fhir/ar/core/site/index.html> [Último acceso: 2022 Julio 22]
- [21] Joshua Procius, «Ecosistemas de herramientas FHIR», 2020 [En línea]. Available: <https://confluence.hl7.org/display/FHIR/FHIR+Tooling+Ecosystem#FHIRTToolingEcosystem-TheToolingEnvironments>, [Último acceso: 2021 Diciembre 12]
- [22] Joshua Procius, «Ecosistemas de herramientas FHIR», 2020 [En línea], Available: <https://confluence.hl7.org/display/FHIR/FHIR+Tooling+Ecosystem#FHIRTToolingEcosystem-Thearchitecture>, [Último acceso: 2021 Diciembre 12]
- [23] Joshua Procius, «Ecosistemas de herramientas FHIR», 2020 [En línea]. Available: <https://confluence.hl7.org/display/FHIR/FHIR+Tooling+Ecosystem#FHIRTToolingEcosystem-DesignTooling> [Último acceso: 2022 Julio 22]
- [24] HL7 International. «FHIR Shorthand», 2020, [En línea]. Available: <http://hl7.org/fhir/uv/shorthand/2020May/sushi.html>, [Último acceso: 2022 Julio 22]
- [25] Firely, «Forge», 2022 [En línea]. Available: <https://fire.ly/products/forge/>, [Último acceso: 2022 Julio 23]
- [26] Trifolia-on-FHIR, 2021 [En línea]. Available: https://trifolia-fhir.lantanagroup.com/lantana_hapi_r4/home, [Último acceso: 2022 Julio 23]
- [27] ClinFHIR Launcher, [En línea]. Available: <http://clinfhir.com/> [Último acceso: 2022 Julio 23]
- [28] Github, «Health-validator, Hammer», 2022, [En línea]. Available: <https://github.com/health-validator/Hammer>, [Último acceso: 2022 Julio 22]

[29] Joshua Procius, «Ecosistemas de herramientas FHIR», 2020 [En línea]. Available: <https://confluence.hl7.org/display/FHIR/FHIR+Tooling+Ecosystem#FHIRTToolingEcosystem-SupportServices> [Último acceso: 2022 Julio 23]

[30] International Business Machines Corporation, «» (IBM), 2019, “FHIR Validation Guide”, [En línea]. Available: <https://ibm.github.io/FHIR/guides/FHIRValidationGuide>. [Último acceso: 12 de diciembre de 2021]

[31]Simplifier, «Choose your Simplifier Plan», 2022 [En línea]. Available: <https://simplifier.net/pricing> [Último acceso: 2022 Julio 23]

[32] Mitre, «FSH School», 2022 [En línea]. Available: <https://fshschool.org/> [Último acceso: 2022 Julio 23]

[33] Apelon, «Terminology Tooling», 2022, [En línea]. Available: <https://www.apelon.com/solutions/terminology-tooling/dts>, [Último acceso: 2022 Julio 22]

[34] National library of medicine, «VSAC Support Center», 2021, [En línea], Available: <https://www.nlm.nih.gov/vsac/support/index.html>, [Último acceso: 2022 Julio 22]

[35] National library of medicine, «FHIR Terminology service for VSAC Resource» <https://www.nlm.nih.gov/vsac/support/usingvsac/vsacfhirapi.html>

[36] SNQuery, «Implementation in the EHRServer», 2022, [En línea], Available: https://www.cabolabs.com/blog/article/openehr_snomed_ct_a_perfect_combination_for_data_querying-5a440acd0f763.html, [Último acceso: 2022 Julio 22]

GLOSARIO.

JSON: Abreviatura de JavaScript Object Notation, Utilizado para almacenar datos en líneas de código
XML:

FHIRpath: Son diferentes tipos de “restricciones” programadas y automatizadas, es decir, en los puntos específicos en los que trabaja, el cual son los siguientes:

XML: eXtensible Markup Language. Metalenguaje utilizado para almacenar información en líneas de código

ANEXOS

10.1 ANEXO 1: PERFIL DE PACIENTE USADO

En este anexo se publicará el perfil de paciente usado para las pruebas de los toolings en lenguaje FSH

Profile: Paciente

Parent: Patient

Description: "Paciente de ejemplo"

//nombre cardinalidad

* identifier 1..1 //se ajusta cardinalidad

```

* identifier ^short = "El RUN del paciente"
* use ^short = "Este es el oficial"
* use from http://hl7.org/fhir/ValueSet/identifier-use (required)
* use = #official
* type ^short = "Tipo de documento de identificación"
* type from http://hl7.org/fhir/ValueSet/identifier-type (required)
* text 1..1
* text ^short = "El texto libre que permite describir la Cédula de Identidad"
* coding ^short = "Códigos para el sistema de terminología"
* system ^short = "CodeSystem que represeta la terminología usada, de donde
proviene el ValueSet"
* system = "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v2-0203"
* code ^short = "Código que describe el tipo de doc. Debe estar en el VS que debe
provenir del system"
* display ^short = "El texto que en el VS sale como descripción del código"
* system ^short = "en este caso es el endpoint que me valida el valor del RUN o
número de identificación"
* value ^short = "Valor del identificador (numero run o de pasaporte o lo que sea)"

* name ^slicing.discriminator.path = "use"
* name ^slicing.discriminator.type = #value
* name ^slicing.rules = #open

* name ^slicing.description = "Este slice se genera para diferenciar el nombre
registrado Versus el nombre social"
* name contains NombreOficial 1..1 MS and NombreSocial 0..1 MS

* name[NombreOficial].family.extension contains
http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/humanname-mothers-family named 2apell 0..1
* name[NombreOficial].family.extension[2apell] ^short = "bla"
* name[NombreOficial].family.extension[2apell] ^definition = "Somos los mas Mejol"
* name[NombreOficial].use = #official

* gender ^short = "Codigos: male|female|other|unknown"
* gender from http://hl7.org/fhir/ValueSet/administrative-gender (required)

```

10.2 ANEXO 2: PERFIL DE PACIENTE USADO EN PRUEBA CON LENGUAJE JSON

Acá se hace otro anexo del perfil paciente usado como ejemplo para las pruebas de toolings, pero esta vez en lenguaje JSON.

```

{
  "resourceType": "StructureDefinition",
  "id": "Paciente",
  "extension": [
    {
      "url": "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/structuredefinition-category",
      "valueString": "Base.Individuals"
    },
    {
      "url": "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/structuredefinition-security-
category",
      "valueCode": "patient"
    }
  ]
}

```

```
    }
  ],
  "url": "http://example.org/StructureDefinition/Paciente",
  "version": "1.0.0",
  "name": "Paciente",
  "status": "active",
  "description": "Paciente de ejemplo",
  "fhirVersion": "4.0.1",
  "mapping": [
    {
      "identity": "rim",
      "uri": "http://hl7.org/v3",
      "name": "RIM Mapping"
    },
    {
      "identity": "cda",
      "uri": "http://hl7.org/v3/cda",
      "name": "CDA (R2)"
    },
    {
      "identity": "w5",
      "uri": "http://hl7.org/fhir/fivews",
      "name": "FiveWs Pattern Mapping"
    },
    {
      "identity": "v2",
      "uri": "http://hl7.org/v2",
      "name": "HL7 v2 Mapping"
    },
    {
      "identity": "loinc",
      "uri": "http://loinc.org",
      "name": "LOINC code for the element"
    }
  ],
  "kind": "resource",
  "abstract": false,
  "type": "Patient",
  "baseDefinition": "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/Patient",
  "derivation": "constraint",
  "differential": {
    "element": [
      {
        "id": "Patient.identifier",
        "path": "Patient.identifier",
        "short": "El RUN del antipaciente",
        "min": 1,
        "max": "1"
      },
      {
        "id": "Patient.identifier.use",
        "path": "Patient.identifier.use",
        "short": "Este es el oficial",
        "patternCode": "official",
      }
    ]
  }
}
```

```

    "binding": {
      "strength": "required",
      "valueSet": "http://hl7.org/fhir/ValueSet/identifier-use"
    }
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type",
    "path": "Patient.identifier.type",
    "short": "Tipo de documento de identificación",
    "binding": {
      "strength": "required",
      "valueSet": "http://hl7.org/fhir/ValueSet/identifier-type"
    }
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type.coding",
    "path": "Patient.identifier.type.coding",
    "short": "Códigos para el sistema de terminología"
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type.coding.system",
    "path": "Patient.identifier.type.coding.system",
    "short": "CodeSystem que represeta la terminología usada, de donde proviene el
ValueSet",
    "patternUri": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v2-0203"
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type.coding.code",
    "path": "Patient.identifier.type.coding.code",
    "short": "Código que describe el tipo de doc. Debe estar en el VS que debe
provenir del system"
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type.coding.display",
    "path": "Patient.identifier.type.coding.display",
    "short": "El texto que en el VS sale como descripción del código"
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.type.text",
    "path": "Patient.identifier.type.text",
    "short": "El texto libre que permite describir la Cédula de Identidad",
    "min": 1
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.system",
    "path": "Patient.identifier.system",
    "short": "en este caso es el endpoint que me valida el valor del RUN o numero
de identificación"
  },
  {
    "id": "Patient.identifier.value",
    "path": "Patient.identifier.value",
    "short": "Valor del identificador (numero run o de pasaporte o lo que sea"
  },

```

```

    {
      "id": "Patient.name",
      "path": "Patient.name",
      "slicing": {
        "discriminator": [
          {
            "path": "use",
            "type": "value"
          }
        ],
        "rules": "open",
        "description": "Este slice se genera para diferenciar el nombre registrado
Versus el nombre social"
      },
      "min": 1
    },
    {
      "id": "Patient.name:NombreOficial",
      "path": "Patient.name",
      "sliceName": "NombreOficial",
      "min": 1,
      "max": "1",
      "mustSupport": true
    },
    {
      "id": "Patient.name:NombreOficial.use",
      "path": "Patient.name.use",
      "min": 1,
      "patternCode": "official"
    },
    {
      "id": "Patient.name:NombreOficial.family.extension",
      "path": "Patient.name.family.extension",
      "slicing": {
        "discriminator": [
          {
            "type": "value",
            "path": "url"
          }
        ],
        "ordered": false,
        "rules": "open"
      }
    },
    {
      "id": "Patient.name:NombreOficial.family.extension:2apell",
      "path": "Patient.name.family.extension",
      "sliceName": "2apell",
      "short": "bla",
      "definition": "Somos los mas Mejol",
      "min": 0,
      "max": "1",
      "type": [
        {

```

```
    "code": "Extension",
    "profile": [
      "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/humanname-mothers-family"
    ]
  }
]
},
{
  "id": "Patient.name:NombreSocial",
  "path": "Patient.name",
  "sliceName": "NombreSocial",
  "min": 0,
  "max": "1",
  "mustSupport": true
},
{
  "id": "Patient.gender",
  "path": "Patient.gender",
  "short": "Codigos: male|female|other|unknown",
  "binding": {
    "strength": "required",
    "valueSet": "http://hl7.org/fhir/ValueSet/administrative-gender"
  }
}
]
}
}
```