

Sistema de información para el registro y la consulta de exámenes del Panel para seguimiento de la diabetes en los hospitales del Departamento del Huila - Colombia

Information system to record and consult Diabetes tracking panel tests in the Huila Department's hospitals - Colombia

Albeiro Cortés Cabezas^{1*}

RESUMEN

Los hospitales del Departamento del Huila en Colombia necesitan sistemas de información hospitalarios que les permitan garantizar la integridad y legibilidad de la información de los pacientes; además, de hacer posible que la información sobre salud esté disponible en el punto de atención donde se encuentra, independientemente de la institución prestadora de servicios de atención donde sea atendido. Lastimosamente, los hospitales del Huila no cuentan aún con estos sistemas de información; razón por la cual, el personal de atención en salud hace uso de métodos anticuados, complejos y poco estructurados, para almacenar datos sobre todo tipo de resultados y de exámenes practicados, para que posteriormente sean examinados y analizados por algún médico encargado y entonces tomar las decisiones pertinentes. En este proyecto se implementó un sistema de información para optimizar el proceso de realización de los exámenes del panel para seguimiento de la diabetes en los hospitales del Huila con el fin de mejorar la organización de los resultados, logrando que el acceso sea mucho más cómodo y eficiente. Se utilizó el conjunto de estándares HL7 como guía para obtener una buena interoperabilidad y lograr que el sistema sea escalable. El acceso se puede realizar a través de cualquier navegador web y cualquier dispositivo ya que se utilizó un diseño web responsivo. El sistema de información permite acceder a los datos de un paciente determinado y es posible exportar información desde la base de datos para obtener diferentes estadísticas.

Palabras clave: Sistema de Información; panel para seguimiento de la diabetes; servicios web, HL7-FHIR

ABSTRACT

Hospitals in the Department of Huila in Colombia need hospital information systems to ensure the integrity and legibility of patient information; in addition, to make it possible for health information to be available at the point of care where it is located, regardless of the institution providing care services where it is attended. Unfortunately, hospitals in Huila do not yet have these information systems, which is why health care staff use outdated, complex and unstructured methods to store data on all types of results and tests performed, for later examination and analysis by a physician in charge and then make the relevant decisions. In this project an information system was implemented to optimize the process of conducting diabetes tracking panel tests in Huila hospitals in order to improve the organization of the results, making the access much more comfortable and efficient. The HL7 standard set was used as a guide to good interoperability and to make the system scalable. Access can be made through any web browser and any device since a responsive web design was used. The information system allows access to the data of a specific patient and it is possible to export information from the database to obtain different statistics.

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana. Calle 1, Av. Pastrana. Neiva, Colombia. E-mail: albecor@usco.edu.co

INTRODUCCIÓN

La diabetes es una enfermedad crónica en la cual el cuerpo no puede regular la cantidad de azúcar en la sangre. La insulina es una hormona producida por el páncreas para controlar el azúcar en la sangre. La diabetes puede ser causada por muy poca producción de insulina, resistencia a la insulina o ambas. [1]

Para comprender la diabetes, es importante entender primero el proceso normal por medio del cual el alimento se transforma y es empleado por el cuerpo para obtener energía. Suceden varias cosas cuando se digiere el alimento:

- Un azúcar llamado glucosa entra en el torrente sanguíneo. La glucosa es una fuente de energía para el cuerpo.
- Un órgano llamado páncreas produce la insulina. El papel de la insulina es transportar la glucosa del torrente sanguíneo hasta el músculo, la grasa y las células hepáticas, donde puede almacenarse o utilizarse como fuente de energía.

Las personas con diabetes presentan niveles altos niveles de azúcar en sangre debido a que su cuerpo no puede movilizar el azúcar desde la sangre hasta el músculo y a las células de grasa para quemarla o almacenarla como energía, y dado que el hígado produce demasiada glucosa y la secreta en la sangre. Esto se debe a que:

- El páncreas no produce suficiente insulina
- Las células no responden de manera normal a la insulina
- Ambas razones anteriores

Hay dos tipos principales de diabetes. Las causas y los factores de riesgo son diferentes para cada tipo:

Diabetes tipo 1. Puede ocurrir a cualquier edad, pero se diagnostica con mayor frecuencia en niños, adolescentes o adultos jóvenes. En esta enfermedad, el cuerpo no produce o produce poca insulina. Esto se debe a que las células del

páncreas que producen la insulina dejan de trabajar. Se necesitan inyecciones diarias de insulina. La causa exacta se desconoce.

Diabetes tipo 2. Es mucho más común. Generalmente se presenta en la edad adulta, pero, debido a las tasas altas de obesidad, ahora se está diagnosticando con esta enfermedad a niños y adolescentes. Algunas personas con diabetes tipo 2 no saben que padecen esta enfermedad. Con la diabetes tipo 2, el cuerpo es resistente a la insulina y no la utiliza con la eficacia que debería.

Hay otras causas de diabetes, y algunas personas no se pueden clasificar como tipo 1 ni 2.

La diabetes gestacional es el nivel alto de azúcar en la sangre que se presenta en cualquier momento durante el embarazo en una mujer que no tiene diabetes.

Si uno de sus padres, hermanos o hermanas tiene diabetes, usted puede tener mayor probabilidad de padecer esta enfermedad.

Síntomas

Un nivel alto de azúcar en la sangre puede causar diversos síntomas, por ejemplo [2]:

- Visión borrosa
- Sed excesiva
- Fatiga
- Orina frecuente
- Hambre
- Pérdida de peso

Debido a que la diabetes tipo 2 se desarrolla lentamente, algunas personas con el nivel alto de azúcar en la sangre no presentan síntomas.

Los síntomas de la diabetes tipo 1 se desarrollan en un periodo de tiempo corto. Las personas pueden estar muy enfermas para el momento del diagnóstico.

Después de muchos años, la diabetes puede llevar a otros problemas serios. Estos problemas se conocen como complicaciones de la diabetes e incluyen:

- Problemas oculares, como dificultad para ver (especialmente por la noche), sensibilidad a la luz y ceguera
- Úlceras e infecciones en la pierna o el pie, que, de no recibir tratamiento, pueden llevar a la amputación de la pierna o el pie
- Daño a los nervios en el cuerpo causando dolor, hormigueo, pérdida de la sensibilidad, problemas para digerir el alimento y disfunción eréctil
- Problemas renales, los cuales pueden llevar a insuficiencia renal
- Debilitamiento del sistema inmunitario, lo cual puede llevar a infecciones más frecuentes.
- Aumento de la probabilidad de sufrir un ataque cardíaco o un accidente cerebrovascular

Pruebas y exámenes

Un análisis de orina puede mostrar niveles altos de azúcar en la sangre. Pero un examen de orina solo no diagnostica la diabetes.

Su proveedor de atención médica puede sospechar que usted tiene diabetes si su nivel de azúcar en la sangre es superior a 200 mg/dl (11.1 mmol/l). Para confirmar el diagnóstico, se deben hacer uno o más de los siguientes exámenes.

Exámenes de sangre:

- Glucemia en ayunas. Se diagnostica diabetes si el nivel de glucosa en ayunas es mayor a 126 mg/dl (7.0 mmol/l) en dos exámenes diferentes. Los niveles entre 100 y 126 mg/dl (5.5 y 7.0 mmol/l) se denominan alteración de la glucosa en ayunas o prediabetes. Dichos niveles son factores de riesgo para la diabetes tipo 2.
- Examen de hemoglobina A1c (A1C). Lo normal es menos de 5.7%, prediabetes es entre 5.7% y 6.4%, y diabetes es 6.5% o más alto.
- Prueba de tolerancia a la glucosa oral. Se diagnostica diabetes si el nivel de glucosa es superior a 200 mg/dl (11.1 mmol/l) luego de

2 horas de tomar una bebida azucarada (esta prueba se usa con mayor frecuencia para la diabetes tipo 2).

Las pruebas de detección de diabetes tipo 2 en personas que no presentan síntomas se recomiendan para:

- Niños con sobrepeso que tengan otros factores de riesgo de padecer diabetes, a partir de la edad de 10 años y se repite cada 3 años
- Adultos con sobrepeso (IMC de 25 o superior) que tengan otros factores de riesgo
- Adultos de más de 45 años, se repite cada 3 años

Tratamiento

La diabetes tipo 2 se puede contrarrestar con cambios en el estilo de vida, especialmente bajando de peso con ejercicio y comiendo alimentos más saludables. Algunos casos de diabetes tipo 2 se pueden mejorar con cirugía para bajar de peso.

No hay cura para la diabetes tipo 1.

El tratamiento tanto de la diabetes tipo 1 como de la diabetes tipo 2 consiste en medicamentos, dieta y ejercicio para controlar el nivel de azúcar en la sangre.

Todas las personas con diabetes deben recibir una educación adecuada y apoyo sobre las mejores maneras de manejar su diabetes. Pregunte a su proveedor sobre la posibilidad de consultar a un enfermero educador en diabetes.

Lograr un mejor control del azúcar en la sangre, el colesterol y los niveles de la presión arterial ayuda a reducir el riesgo de enfermedad renal, enfermedad ocular, enfermedad del sistema nervioso, ataque cardíaco y accidente cerebrovascular.

Para prevenir las complicaciones de la diabetes, visite al proveedor por lo menos de 2 a 4 veces al año. Coméntele acerca de los problemas que esté teniendo.

En este artículo se presenta el diseño e implementación de un sistema de información para el registro, organización y análisis de los resultados de los exámenes del panel para seguimiento de la diabetes en los hospitales del Huila. El objetivo principal del trabajo es crear un SIH que permita almacenar los datos de los pacientes, personal médico y personal de laboratorios para que puedan registrar, consultar o autorizar los exámenes para las pruebas del panel para seguimiento de la diabetes. Los datos podrán ser alimentados dentro de la red de área local del Hospital como también desde cualquier computadora remota o dispositivo (*Smart phone o Tablet*) conectado a Internet. El SIH diseñado sigue los lineamientos del estándar HL7 FHIR, el más difundido a nivel mundial lo que garantiza su fácil interoperabilidad con casi cualquier otro sistema de información hospitalario. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud – OMS, si se cuenta con mejor información se tomarán mejores decisiones y la población podrá tener mejor salud; esto es lo que justifica la necesidad de SIHs más robustos para los hospitales del Huila.

A medida que los sistemas informáticos fueron evolucionando, aparecieron sistemas de información capaces de presentar informes relacionados con la salud de cada paciente, estadísticas sobre los datos obtenidos en los exámenes practicados, así como también los medicamentos y tratamientos formulados por los médicos. Ejemplos de estos sistemas son el Care2x (Sistema de Información Hospitalaria de Código Abierto), publicado por primera vez en 2002 por Elpidio Latorilla y el Sistema de Información para la Gerencia Hospitalaria (SIGHO) del Gobierno Mexicano, el cual se inició apenas en 2005 [4-5]. En el Departamento del Huila esta tecnología apenas está empezando a implementarse; por lo tanto, este trabajo puede ser considerado como un aporte inicial en el área.

METODOLOGÍA

Diseño general de la plataforma

Para el desarrollo de la plataforma se propone el sistema descrito en la figura 1, en el cual se define una base de datos MySQL donde se almacenan los datos, el servidor web que entrega la páginas

realizando el control de la plataforma y los clientes que solicitan la conexión; los clientes web pueden solicitar al servidor el envío de páginas desde cualquier dispositivo con navegador web y conexión a internet como ordenadores de escritorio, portátiles, tablets o smartphones.

En las etapas del proceso de desarrollo del proyecto, primero se diseña la base de datos tomando las variables y registros necesarios para el correcto funcionamiento del sistema; luego se define el control y el servicio de las páginas web a través del servidor junto con el diseño visual de las páginas que se entregan. El sistema toma en cuenta el estándar HL7-FHIR para el envío de información médica, con lo cual las herramientas como MirthConnet pueden acceder a la información usando sus protocolos de conexión basados en el estándar.

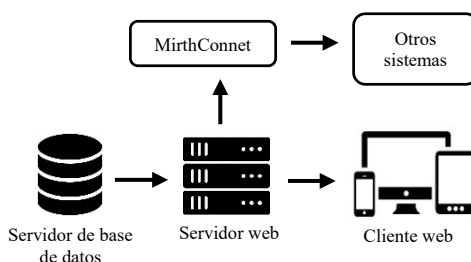


Figura 1. Diagrama de interoperabilidad

El estándar HL7-FHIR

HL7-FHIR (Health Level 7 – Fast Healthcare Interoperability Resources) es un estándar que describe los “recursos”, formatos de datos y elementos para el intercambio de registros electrónicos de la salud (EHR, por sus siglas en inglés). El estándar fue creado por la organización internacional de estándares de la salud HL7. Uno de los objetivos de HL7-FHIR es facilitar la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de atención de salud, para que sea fácil proporcionar información sobre el cuidado de la salud a los proveedores de atención médica y a los individuos en una amplia variedad de dispositivos, desde computadoras hasta tabletas y teléfonos celulares, y para permitir a los desarrolladores de aplicaciones de terceros desarrollar aplicaciones médicas que se puedan integrar fácilmente con los sistemas de información existentes. HL7-FHIR es

relativamente fácil de implementar, debido a que utiliza una moderna suite tecnológica basada en la web, incluyendo RESTful, HTML y hojas de estilo en cascada (CSS por sus siglas en inglés) para la integración de la interfaz de usuario, una selección de JSON o XML para la representación de datos y OAuth para autorización [3].

En este trabajo se eligió JSON para la representación de los datos, esto quiere decir que la interoperabilidad con otros sistemas de información que utilicen esta misma tecnología para el intercambio de EHRs será sencilla y estará garantizada. No obstante, la interoperabilidad con sistemas de información que utilicen una tecnología diferente para representar los datos, como XML u otras, se puede lograr a través de una herramienta de gestión de integración de múltiples sistemas de información de salud, como por ejemplo MirthConnect [6]. Cabe anotar, que el presente trabajo hace parte de un proyecto más ambicioso para el Departamento del Huila, en el que se pretende sistematizar toda el área de salud, por lo que la interoperabilidad entre diferentes sistemas de información en salud debe ser garantizada.

Servidor de bases de datos

MySQL es la base de datos en código abierto más popular del mundo, convirtiéndola en una opción confiable y segura [7]. Además, tiene características como alta escalabilidad, fácil manejo, alto rendimiento entre otras, haciéndola la opción ideal para las necesidades del sistema de información.

Para el proyecto se define la tabla que almacena información sobre los usuarios, una tabla de sesión y otra que almacena la información correspondiente a los exámenes. En la figura 2 se puede visualizar el diagrama de base de datos descrito. Para las tablas user y exam, los campos son contruidos en formato JSON usando el estándar HL7. A continuación, se muestra una descripción de cada tabla realizada:

- **User:** Tabla donde se almacena la información correspondiente a los usuarios de la plataforma. En ella se definen los siguientes campos:

- *id*: Campo tipo INT que identifica el registro.
- *password*: Campo tipo String que contiene la contraseña cifrada del usuario.
- *identifier*: Campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el identificador del usuario,
- *name*: Campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el nombre del usuario.
- *telecom*: Campo tipo JSON que almacena información de contacto.
- *gender*: campo String que almacena el género.
- *birthdate*: Campo tipo String que almacena la fecha de nacimiento.
- *address*: Campo tipo JSON que almacena la dirección.
- *maritalStatus*: Campo tipo JSON que almacena el estado civil.
- *contact*: Campo tipo JSON que almacena la información de un contacto al cual acudir.
- *communication*: Campo tipo JSON que define el lenguaje de interpretación de la información.
- *managingOrganization*: Campo tipo String que almacena la entidad de salud.
- *bloodtype*: Campo tipo String que almacena el tipo de sangre.
- *practitionerRole*: Campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el cargo de un usuario del personal médico.
- *entitylab*: Campo tipo String que almacena la entidad que presta los servicios para el laboratorio.

- **roles:** Tabla de relación muchos a muchos entre la tabla user y la tabla role que contiene los roles de usuario. En ella se definen los siguientes campos:

- *user_id*: Campo tipo INT que contiene el id de la tabla usuario.
- *role_id*: Campo tipo INT que contiene el id de la tabla role.

- **role:** Tabla que contiene los roles de usuario de la plataforma. Los roles de usuario en la plataforma se muestran a continuación:

- ADMIN: rol para el administrador.
- PATIENT: rol para el paciente.
- PERSONAL: rol para el personal.
- LAB: rol para el laboratorista.

En la tabla **role** se definen los siguientes campos:

- *id*: Campo tipo INT que contiene el id del rol.
- *type*: Campo tipo String que contiene el rol de usuario.

- **exams:** Tabla de relación muchos a muchos entre la tabla **user** y la tabla **exam** que contiene los exámenes del usuario. En ella se definen los siguientes campos:

- *user_id*: Campo tipo INT que contiene el id de la tabla usuario.
- *exam_id*: Campo tipo INT que contiene el id de la tabla exam.

- **exam:** Tabla que almacena la información correspondiente a los exámenes médicos del perfil hepático. Para los exámenes se definen los siguientes campos en la base de datos:

- *id*: Campo tipo INT que identifica el registro.
- *code*: Campo tipo JSON que almacena el tipo de examen del perfil hepático.
- *subject*: Campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 la información del paciente.
- *referenceRange*: Campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el rango de referencia de la variable a medir.
- *interpretation*: campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 la interpretación del valor tomado de la variable a medir.

- *valueQuantity*: campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el valor tomado de la variable a medir.
- *labComments*: campo tipo String que almacena los comentarios del laboratorista sobre el examen.
- *performerComments*: campo tipo String que almacena los comentarios del médico sobre el examen.
- *issued*: campo tipo String que almacena la fecha y hora de realización del examen.
- *performer*: campo tipo JSON que almacena de acuerdo al estándar HL7 el usuario del personal médico que solicita el examen.
- *done*: campo tipo Boolean que almacena 1 si se realizó el examen.

- **organization:** Tabla que almacena la entidad prestadora de servicios. Para esta tabla se definen los siguientes campos:

- *id*: Campo tipo INT que identifica el registro.
- *name*: Campo tipo String que almacena el nombre de la entidad.
- *address*: Campo tipo String que almacena la ubicación física de la entidad.
- *phone*: Campo tipo String que almacena el teléfono de la entidad.
- *email*: Campo tipo String que almacena el correo electrónico de la entidad.

- **persisten_logins:** Tabla que almacena las sesiones que se recuerdan en el navegador. Para esta tabla se definen los siguientes campos:

- *series*: Identificador del registro.
- *token*: Campo tipo String que almacena un token o llave de sesión.
- *username*: campo tipo String que identifica el usuario para el inicio de sesión que corresponde al número de documento.

- *last used*: Campo tipo **TIMESTAMP** que almacena la fecha y hora de la última sesión recordada.

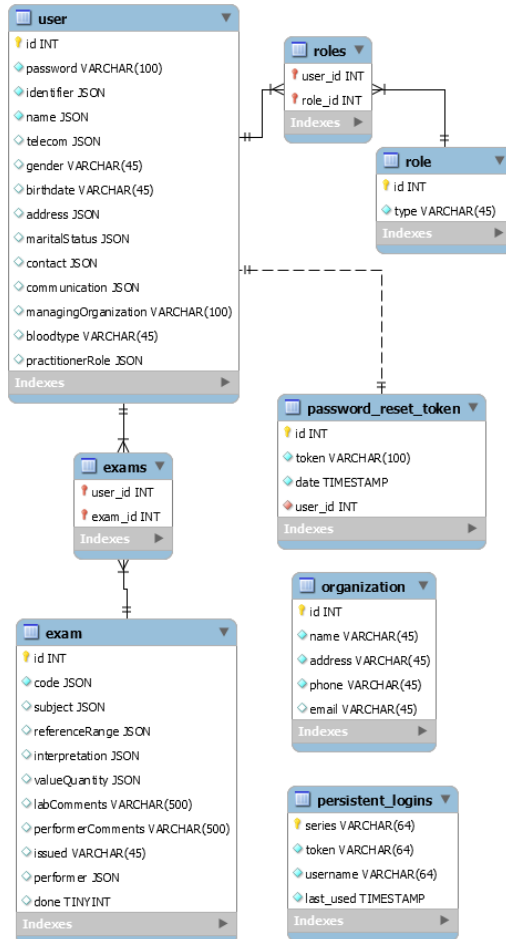


Figura 2. Diagrama de base de datos

HL7 – fhir en la base de datos

A continuación, se define la información contenida en cada campo de acuerdo a la estandarización del mensaje para protocolo HL7 [5].

- **identifier**: Define el identificador único de usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *system*: Establece un espacio de nombres definidos para el valor, es decir una URI que describe a un conjunto de valores únicos.
- *value*: Identificador relevante para el usuario y que es única dentro del contexto del sistema.
- *display*: Describe el tipo de valor para el identificador.

- **name**: El nombre de Usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *family*: Apellidos del usuario.
- *given*: Nombre del usuario.

- **telecom**: Un detalle de información de contacto para el usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

Para teléfono móvil:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *value*: Numero móvil.
- *system*: Código que describe el tipo de identificador.

Para teléfono de casa:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *value*: Número de teléfono
- *system*: Código que describe el tipo de identificador

Para teléfono de oficina:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *value*: Número de teléfono.
- *system*: Código que describe el tipo de identificador.

Para correo electrónico:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *value*: correo electrónico.
- *system*: código que describe el tipo de identificador.

- **address**: El nombre de Usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *use*: Permite un apropiado identificador para un contexto particular de uso que es seleccionado entre un conjunto de identificadores.
- *city*: Ciudad.
- *line*: Dirección.
- *country*: País.

- **maritalStatus**: Define el estado civil del usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *code*: Código de referencia del estado civil.
- *system*: Referencia de información de la variable.
- *display*: Descripción de referencia del estado civil.

- **contact**: Define la información de una persona a contactar para el usuario. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *name*: Descrito anteriormente.

- *telecom*: Descrito anteriormente.
- *relationship*: Contiene las variables:
- *code*: Código que define el tipo de relación del contacto con el usuario, que puede ser “family”, “partner” o “friend”.
- *system*: Información de referencia de la variable.

- **communication**: Define el idioma en que se encuentra la información. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *lenguaje - text*: descripción del idioma.
- *lenguaje - coding*: este campo se representa con las siguientes variables:
- *code*: código de idioma.
- *system*: información de referencia de la variable.
- *display*: descripción de información del idioma.

- **practitionerRole**: Define la profesión del personal y entidad prestadora de servicios. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *coding - code*: código que define la profesión del personal médico.
- *coding - system*: información de referencia de la variable.
- *coding - display*: información descriptiva de la profesión.
- *managingOrganization*: información de entidad prestadora de servicios.

- **code**: Define la información del examen a realizar. Este campo se representa con las siguientes variables:

- *coding - code*: código de referencia del examen.
- *coding - system*: referencia de información del examen.
- *coding - display*: descripción del examen.

- **subject:** Define información del paciente al que le fue realizado el examen. Este campo se representa con las siguientes variables:
 - *display*: nombre del paciente.
 - *reference*: identificador del paciente.
 - *code*: Código de referencia de la variable.
 - *unit*: Unidad de medida.
 - *value*: Valor medido de la variable.
 - *system*: Información de referencia de la variable.
- **referenceRange:** Define el rango de referencia de la variable. Este campo se representa con las siguientes variables:
- **Performer:** Información del personal médico. Este campo se representa con las siguientes variables:

Para el valor mínimo del rango:

- *low – code*: Código de referencia de la variable.
- *low – unit*: Unidad de medida.
- *low – value*: Valor de medida.
- *low – system*: Información de referencia de la variable.

Para el valor máximo del rango:

- *high – code*: Código de referencia de la variable.
- *high – unit*: Unidad de medida.
- *high – value*: Valor de medida.
- *high – system*: Información de referencia de la variable.

- **interpretation:** Interpretación de la variable medida. Este campo se representa con las siguientes variables:
 - *coding – code*: Código de referencia del estado de la medición.
 - *coding – system*: Información de referencia de la variable.
 - *coding – display*: Descripción del estado de la medición.
- **ValeQuantity:** Define el valor medido de la variable del examen. Este campo se representa con las siguientes variables:

Plataforma web

La plataforma web permite a los usuarios realizar funciones para el manejo de la información registrada en el sistema. Hay cuatro tipos de usuarios, los cuales se definen a continuación:

- *Administrador*: Es registrado a través de la página web. Tiene la función de registrar, modificar o eliminar a los demás usuarios de la plataforma.
- *Personal*: Puede ver su información básica y modificar sus datos, además tiene acceso a los datos del paciente, lo que le permite autorizar los exámenes y consultar el historial de exámenes.
- *Paciente*: Puede ver su información personal y modificar sus datos. La plataforma le permite consultar el historial de exámenes que le fueron realizados.
- *Laboratorista*: Puede ver su información personal, modificar sus datos y los de la entidad que presta los servicios de laboratorios. La plataforma le permite registrar los valores arrojados en la realización del examen médico cuando es autorizado.

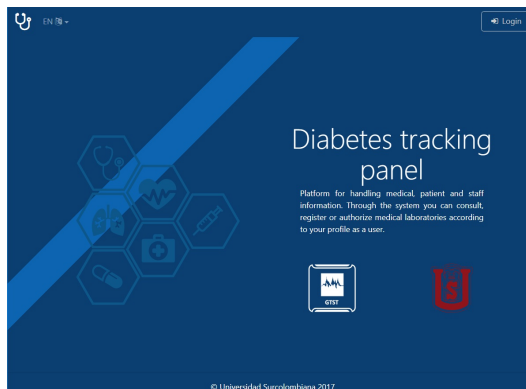


Figura 3. Página inicial

La plataforma tiene soporte en el idioma inglés y español.

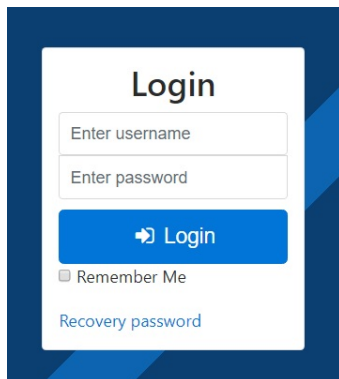


Figura 4. Inicio de sesión.

Los usuarios pueden acceder con su número de identificación personal y la contraseña; la plataforma puede recordar la sesión de usuario y recuperar su contraseña si no la recuerda.

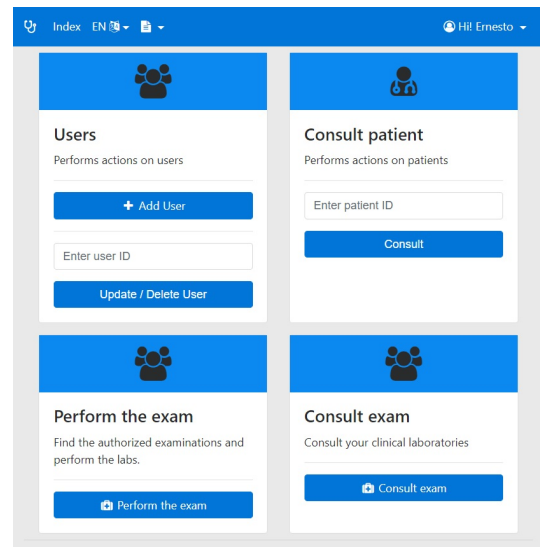


Figura 5. Página inicial del usuario.

Los usuarios pueden realizar algunas funciones que son específicas de cada perfil:

- Los administradores pueden agregar, actualizar o eliminar cualquier tipo de usuario.
- Los usuarios del personal médico pueden consultar la información de los pacientes y autorizar los exámenes.
- Los pacientes pueden revisar su información personal y los exámenes autorizados.
- Los laboratoristas realizan los exámenes de laboratorio autorizados por el personal médico.

Cada usuario puede actualizar su información personal desde la plataforma. Se debe acudir al administrador si se desea cambiar el número de documento de identidad del usuario.

New user

Hi! Please record user information.

Personal information

Identification type

Passport Card

Identification number

Enter the identification number

First name

Enter the first name

Last name

Enter the last name

Email

Enter the email

General information

Birthdate

dd/mm/aaaa

Gender

Male

Blood type

A+

Marital status

Unmarried

Managing Organization

Enter the managing organization

Contact information

Relationship

Next-of-Kin

First name

Enter the first name

Last name

Enter the last name

Contact phone

Enter the contact phone

Location data

Home phone

Enter the home phone

Mobile phone

Enter the mobile phone

Work phone

Enter the work phone

Address

Enter the address

City

Enter the city

Session information

Password

Enter the password

Confirm Password

Confirm the password

User roles

Patient

Administrator

Personal

Laboratorist

Profession

Practitioner role

Other

Add

Figura 6. Formulario de usuario.

La figura 6 contiene toda la información que se almacena del usuario. El número de documento de identidad y los roles de usuario solo pueden ser actualizados por el administrador, los demás datos pueden actualizarse desde la plataforma por el mismo usuario.

Personal information

Identification type

2222

Name

LORENA CLARIOS

Email

lorenacarlos@example.com

Age

50 years

Birthdate

1967-07-01

Gender

Male

Marital status

Unmarried

Blood type

A+

Managing Organization

entidad

Contact information

Relationship

Next-of-Kin

Contact name

LUJANA MARTINEZ

Contact phone

85236

Location data

Home phone

Work phone

31125

Mobile phone

31125

Address

CALLE 96

City

Districto Capital

what you want to do?

Update user

Delete user

Authorize exam

Authorize examination

Select

Add

Exams

Show

10

entries

Search:

Order	Laboratory	Date	Action	Realized
4	Hemoglobin A1c/u200BHemoglobin total in Blood	---		No
3	Glucose (Mass/volume) in Serum or Plasma	2017-07-25		No
2	Ketones (Presence) in Urine by Test strip	---		No
1	Microalbumin (Mass/u200Bvolume) in Urine	---		No

Showing 1 to 4 of 4 entries

Previous

1

Next

Figura 7. Información general de usuario.

Un médico puede autorizar los diferentes exámenes haciendo la consulta de un usuario. Cuando el examen sea autorizado, el medico puede eliminar la autorización mientras no haya sido realizado por el laboratorista.

Realize exam

Please! Records exam information.

Exam:

(2345-7) Glucose - lab

Order:

3

Patient:

2222 - LORENA CLARIOS

Specialist:

Ernesto Claro

Authorized:

2017-07-25

Unit of measurement:

mg/dL

measured value:

Enter the measured value

minimum value:

74

maximum value:

106

Laboratory comments:

Enter the laboratory comments

Add

Figura 8. Formulario de examen cuantitativo.

Los exámenes realizados por el laboratorio pueden ser cuantitativos si se mide una variable o descriptivos si solo se necesita determinar la presencia del compuesto en la muestra.

11

Tecnologías de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto web se utilizó herramientas con licencia de software libre

- *Proyecto desarrollado en:*
Spring Tool Suite
Version: 3.8.4.RELEASE
Build Id: 201703310825
Platform: Eclipse Neon.3 (4.6.3)
JavaSE-1.8(jre1.8.0_121)
- *Base de datos:*
MySQL Workbench 6.3.8 build 1228 CE (64 bits) Community
Puerto de para base de datos en MySQL : 3306
- *Servidor de aplicaciones:*
Apache Tomcat 8.5.14

Lenguajes de programación

HTML, CSS y JS: Para el manejo de vista y las funciones script en el cliente. HTML5 organiza los parámetros para el etiquetado de la estructura de la página HTML, CSS3 construye la apariencia de la página para un estilo visual interesante y JS permite la construcción de funciones de página en el cliente para evitar carga en el servidor.

JAVA SPRING: Spring es un framework para el desarrollo de aplicaciones y contenedor de inversión de control, de código abierto para la plataforma Java. Con se realiza en control de páginas y desarrollo de los servicios de la aplicación.

Además, se utilizaron las siguientes herramientas:

1. *Bootstrap v4.0.0-alpha.6:* Framework que facilita el diseño web adaptable a diferentes dispositivos usando el diseño responsivo.
2. *Font Awesome:* Esta librería contiene un compilado de iconos para darle mayor estilo visual a las páginas.
3. *javax.mail versión 1.4.7 :* permite el envío de mensajes de correo desde el servidor a los usuarios. Se usa para enviar un correo al

usuario cuando solicita una recuperación de contraseña.

4. *Mysql conector versión 5.1.39:* librería para el control de las conexiones a la base de datos de MySQL desde java.

RESULTADOS

El sistema le permite a los pacientes, médicos, personal auxiliar y laboratoristas, el ingreso de información para la interoperabilidad de la plataforma.

Cada rol de usuario tiene funciones diferentes de acuerdo a su perfil. Primero el personal médico debe autorizar los exámenes al paciente; estos exámenes autorizados quedan en espera de ser realizados por los usuarios de laboratorio. Mientras no se haya realizado el examen, el personal médico puede cancelar la orden emitida. Cuando el laboratorista realiza el examen, ingresa los datos y la información queda disponible para ser consultada por el personal o los pacientes y con ello se finaliza el proceso.

La plataforma permite autorizar 10 exámenes diferentes del panel para seguimiento de la diabetes que se muestran a continuación.

1. Glucose [Mass/volume] in Capillary blood by Glucometer
2. Glucose - lab
3. Hours after meal [Time]
4. Hemoglobin A1c/Hemoglobin.total in Blood
5. Glucose mean value [Mass/volume] in Blood Estimated from glycated hemoglobin
6. Microalbumin [Mass/volume] in Urine
7. Ketones [Presence] in Urine by Test strip
8. Glucose [Mass/volume] in Urine by Test strip
9. Calorie intake total 24 hour
10. Date of last eye examination

Consulta de datos

Los pacientes y el personal médico podrán ver los resultados de los exámenes accediendo al perfil de cada paciente, en el perfil de usuario se

muestra una tabla en el final de la página con los laboratorios realizados.

Order	Laboratory	Date	Action	Realized
4	Hemoglobin A1c/u2008Hemoglobin,total in Blood	--		No
3	Glucose [Mass/volume] in Serum or Plasma	2017-07-25		Yes
2	Ketones [Presence] in Urine by Test strip	--		No
1	Microalbumin [Mass/u2008volume] in Urine	--		No

Figura 9. Información de laboratorios para un paciente.

En la figura 10, se puede ver la orden de laboratorio realizada, detallando los datos descriptivos del examen realizado. En ella se muestra el tipo de laboratorio, el rango de medida, el valor medido, la unidad de medida y los comentarios sobre el laboratorio. Para los exámenes no cuantitativos se muestra los comentarios del laboratorista y el medico sobre la presencia del compuesto.

Unit of measurement	measured value	Reference range	Interpretation
mg/dL	90	74 - 106	Normal

Figura 10. Información del examen realizado.

Conexión con otros sistemas de información

El sistema de información queda habilitado para comunicarse con cualquier otro sistema de información de salud que soporte el estándar HL7-FHIR y empaquete los datos utilizando el estándar JSON. Esto se puede lograr fácilmente estableciendo canales entre este sistema y cualquier otro que cumpla con la exigencia mencionada anteriormente y empleando Mirth Connect o una herramienta parecida. Sistemas que empaqueten sus datos utilizando XML u otras

tecnologías también pueden ser soportados realizando pequeñas adaptaciones.

Archivo del proyecto

El proyecto puede ser consultado en la dirección: https://github.com/albecor/Medical_DiabetesTracking, donde se pueden encontrar los siguientes archivos:

- **Database/EERDatabase.mwb**: Modelo de la base de datos.
- **Database/ScriptDatabase.sql**: Archivo script de la base de datos.
- **Javadoc**: Contiene la documentación del API del proyecto
- **Research Project**: Contiene el archivo de información de la investigación del proyecto.
- **User Manual**: Contiene el manual del usuario de la aplicación web.
- **Web Application/medical_diabetes_tracking**: Archivo de proyecto de la aplicación.
- **Web Application/medical_diabetes_tracking.war**: Archivo de despliegue de la aplicación para el servidor Tomcat.

CONCLUSIONES

Con el sistema de información implementado se logra optimizar la comunicación entre los agentes involucrados en la autorización, realización y publicación de los exámenes para un paciente en los hospitales del Huila, reduciendo el tiempo de ejecución y facilitando el trabajo del personal médico a la hora de elegir tratamientos acordes con la condición específica de cada paciente. Se debe intensificar el uso de las tecnologías de la información, mediante el desarrollo de proyectos que den solución a muchos de los problemas que aquejan al sistema de salud colombiano. Como se ha demostrado, desde el programa de ingeniería electrónica de la universidad Surcolombiana se puede contribuir al desarrollo de la ciudad, el departamento y en general del país.

El sistema de información aquí presentado, permite garantizar la integridad y legibilidad de la información de los pacientes y hace posible que la información esté disponible en cualquier parte, independientemente de la institución prestadora de servicios de salud.

Se espera que la ejecución de este proyecto marque el camino a seguir en el departamento y en el país en cuanto al uso de las tecnologías informáticas como una solución inmediata a muchas dificultades de los centros hospitalarios. Esperamos con esto generar las bases para futuros proyectos que involucren una integración total de las diferentes áreas del hospital en sistemas de información hospitalarios robustos, efectivos y confiables.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad Surcolombiana por permitir el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Polonsky KS, Burant CF. Type 2 diabetes mellitus. In: Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR, Kronenberg HM, eds. Williams Textbook of Endocrinology. 13th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2014:chap 31.
- [2] Standards of medical care in diabetes-2016: summary of revisions. Diabetes Care. 2016;39 Suppl 1:S4-S5. PMID 26696680 www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26696680.
- [3] FHIR community. (2017). FHIR V3.0.1. HL7 FHIR. Extraído de: <https://www.hl7.org/fhir/>
- [4] Care2x. The open source hospital information system, 2013 Care2x Team. Extraído de: <http://www.care2x.org/demo-page-online>
- [5] e-Salud: El caso de México. Nancy Gertrudiz. Extraído de: <http://cetes.medicina.ufmg.br/revista/index.php/rfat/article/viewFile/71/192>
- [6] Mirth Connect, Mozilla Licencia Pública (MPL) 1.1. Extraído de: <https://www.mirth.com/>
- [7] MySQL, 2017, Oracle Corporation and/or its affiliates. Extraído de: <https://www.mysql.com/>
- [8] Medline Plus, Diabetes. Extraído de: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001214.htm>