

Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques

Trabajo Terminal No. _____

Alumnos: Buzany Ramírez Oscar Isai, Ordoñez Castro Dayann, Santamaria Arcos Diana*

Directores: Cortez Duarte Nidia Asunción, Martínez Rosales Ricardo

e-mail: idd.ttsalud@gmail.com

Resumen- En el desarrollo de este trabajo se elaborará un prototipo web que ayude a los médicos a tener un control sobre los expedientes médicos de sus pacientes, que a su vez podrán consultar en cualquier momento. Este prototipo utilizará la tecnología de la cadena de bloques para poder gestionar los expedientes médicos de una forma más sencilla, segura y actual.

Palabras clave- Cadena de bloques, expediente clínico, expediente médico.

1. Introducción

El expediente clínico es un instrumento que permite la materialización del derecho a la protección de la salud siendo su uso imprescindible, debido a que contiene datos personales relacionados con el estado de salud del paciente, así como de su bienestar físico, mental y social [1]. Mientras que el expediente médico se centra en la sección de la historia clínica del paciente, es decir, es parte del expediente clínico.

El contar con un expediente clínico, es uno de los 10 derechos generales de los pacientes, por lo que a lo largo de los años se han creado y actualizado normas que regulan este documento, para crear un estándar que los sectores médicos públicos y privados puedan seguir. [2]

En México existe la Norma NOM-004-SSA3-2012 que se encarga de regular los criterios obligatorios del expediente clínico para su elaboración, manejo, archivo o confidencialidad, sin embargo, esto no ha evitado que existan negligencias médicas u omisiones de los rubros obligatorios en los expedientes, además de que se incluyan abreviaturas propias en lugar de las oficiales lo que dificulta su comprensión por otro personal médico, impidiendo homogeneizar su contenido y evitando su comprensión plena.

De acuerdo con la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) la omisión en las integraciones de los expedientes clínicos se debe a dos cuestiones: [3]

- 1) Condiciones laborales que dificultan directamente el asentamiento de los datos del expediente clínico.
- 2) Problemas de carácter estructural en la lógica del funcionamiento de las instituciones de salud.

Por otra parte, y de acuerdo con el director general de Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México Jorge Alfredo Ochoa Moreno, el expediente clínico electrónico en México padece de los mismos males que tiene el Sistema Nacional de Salud: opera de manera fragmentada, desarticulada y con baja cobertura. Esto debido a la heterogeneidad de los sistemas creados para el seguimiento de los expedientes clínicos, y a la poca atención que reciben por parte del gobierno, ya que no se contemplan en la Ley General de Salud ni tampoco en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico y NOM-035-SSA3-2012, en materia de información en salud. Y aunque se menciona en la NOM-024-SSA3-2012, del expediente clínico electrónico, solo se aborda de una manera superficial y ambigua. [3]

Otro problema es que los mecanismos por los cuales el paciente tiene acceso a la información de su expediente clínico electrónico no son especificados por las instituciones, por lo que el derecho del paciente de recibir información suficiente, clara, oportuna y veraz se ve afectado.

Todo esto ha impactado en el mercado de sistemas de gestión clínica, el cual se encuentra segmentado en pequeñas y medianas empresas, que desarrollan soluciones particulares y específicas, dejando en segundo plano la interconectividad entre las diferentes áreas médicas. [4]

Como consecuencia los historiales clínicos electrónicos de los pacientes se ven afectados, ya que no se cuenta con una versión unificada, esto debido a que se realizan diversos diseños e interpretaciones.

Para solucionar los inconvenientes detectados en los expedientes médicos electrónicos, el uso de tecnologías recientes puede ser de gran utilidad para manejarlos, entre ellas encontramos la cadena de bloques, la cual maneja una libreta digital compartida e inalterable que lleva los registros de las transacciones de activos tangibles como autos, casas, dinero, etc., o intangibles como propiedad intelectual, marcas, patentes, etc. Esta libreta crea copias de sí misma y las distribuye por la red haciendo que cada nodo tenga una copia de esta misma. Cuando se registra una nueva transacción, se añade la nueva transición a la libreta del nodo que realizó la transacción y se actualizan todas las libretas de cada uno de los nodos. [5]

Atrys Health, una compañía biomédica española, menciona que esta tecnología permite tener una historia clínica inalterable y consultable que se puede insertar en una cadena de bloques para que un médico tenga toda la información de un paciente y pueda tratarle. [6]

Los sistemas similares que se han desarrollado se muestran en la Tabla 1:

Software	Características	Precio en el mercado
Solve.care [7]	Proporciona diversos tipos de software basados en la cadena de bloques, enfocados a la telemedicina y ramas de la salud.	Cobra una comisión por cada consulta médica o servicios que se realizan haciendo uso de una criptodivisa.
Nimbo [8]	Permite a una clínica médica: administrar y controlar todo el ciclo del paciente, desde los procesos clínicos hasta los administrativos, e incluso el marketing para la adquisición de pacientes.	Desde \$315.00 mensuales.
SaludBlockchain [9]	Es una compañía enfocada en la telemedicina la cual distribuye los servicios de Solve.care en Latinoamérica.	Cobra por cada consulta médica dependiendo de la tarifa del médico, haciendo uso de la moneda SOLVE.
Propuesta	Prototipo web basado en una cadena de bloques que permite el registro de expedientes médicos orientado a médicos particulares y pacientes de la CDMX.	Por definir

Tabla 1. Resumen de productos similares.

2. Objetivo

2.1 Objetivo general

- Desarrollar un prototipo web para gestionar expedientes médicos, cumpliendo la sección 6 de la norma mexicana NOM-004-SSA3-2012, mediante la infraestructura de la cadena de bloques.

2.2 Objetivos específicos

- Diseñar el expediente médico cumpliendo con las normas mexicanas NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012.
- Seleccionar los apartados adecuados conforme a la sección 6 de la norma NOM-004-SSA3-2012, partiendo del expediente clínico.
- Definir la estructura de la interfaz del usuario-médico.
- Definir la estructura de la interfaz del usuario-paciente.
- Desarrollar el prototipo web de gestión de expedientes utilizando tecnología cadena de bloques.

3. Justificación

Identificamos que los expedientes médicos poseen algunas irregularidades que dificultan la consistencia de sus datos, así como su acceso, esto como resultado de que muchas instituciones de salud tienen su propia manera de gestionarlos y los cuales, en algunos casos, no cumplen con las normas establecidas por la ley (NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012).

Por esta razón, proponemos un prototipo web de gestión de expedientes médicos universales, que concentrarán todos los datos médicos en un solo formato por paciente, que será accedido por diversos médicos, sin importar su área, siempre y cuando cuenten con previa autorización. Para lograrlo, utilizaremos una cadena de bloques que ayude a tener control sobre dichos expedientes, que cumplirán con las normas NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012.

El alcance de este prototipo está contemplado para médicos particulares o privados que estén ubicados en la CDMX, así como para aquellos pacientes que requieran de sus servicios, esta delimitación se debe a que por pandemia, no podremos desplazarnos a otros estados para recabar información y hacer pruebas.

4. Productos o resultado esperados

El prototipo propone un marco de trabajo dividido en 3 módulos: uno donde el paciente puede consultar su expediente médico, otro donde el médico puede dar de alta el registro del expediente mediante los datos personales proporcionados por el paciente y los datos médicos que obtenga el médico del paciente y un último módulo donde el médico podrá consultar y gestionar los expedientes médicos de sus pacientes. Estos módulos se presentan a continuación:

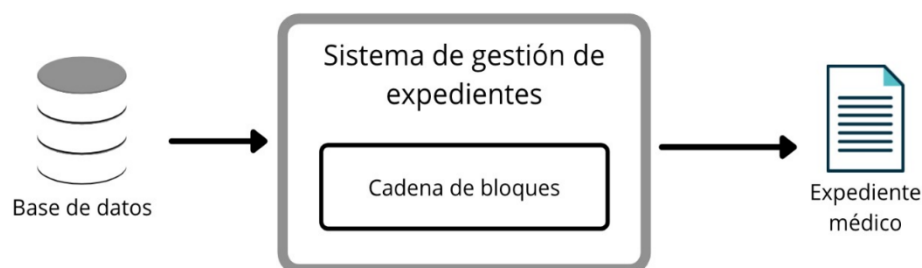


Figura 1. Diagrama de componentes del sistema.

Los productos entregables serán:

- Prototipo web.
- Manual de usuario.
- Manual técnico.

5. Metodología

Espiral

Debido a las características del prototipo se elige trabajar utilizando como base la metodología espiral, que nos permite crear incrementos basados en una serie de procesos a seguir, llevar una implementación en la que los desarrolladores estén en constante comunicación con especialistas del área médica, siendo esto último fundamental para la evaluación de cada iteración del prototipo, obteniendo la retroalimentación que dará inicio a la siguiente vuelta. Además, al considerar constantemente los riesgos técnicos que pudieran surgir a lo largo del desarrollo, es más fácil prevenirlos y reducirlos. [10]

Fue creada por Barry Boehm en 1986, combinando aspectos claves del modelo en cascada y la metodología de prototipo la cual consta de 4 fases principales [10]:

1) *Planificación*

Durante esta etapa, se requiere de una investigación acerca del problema a resolver, además de la comunicación con el cliente, que permiten obtener los datos necesarios para elaborar la planificación. Se definirán los recursos a ocupar, así como el tiempo de cada vuelta, su objetivo y restricciones.[10]

2) *Análisis de riesgos*

Se evalúan los posibles riesgos técnicos y de gestión, creándose alternativas de resolución.[10]

3) *Implementación*

Se realizan las tareas correspondientes al desarrollo del sistema o aplicación de cada iteración, también se verifica su correcto funcionamiento (evaluación interna) y se elabora la documentación correspondiente.[10]

4) *Evaluación*

Esta etapa es clave en la metodología, debido a que se muestran los avances al cliente, quien determinará si cumplen con los requisitos solicitados y brindará la retroalimentación necesaria para la siguiente vuelta. [10]



Figura 2. Metodología en espiral [10]

6. Cronograma

Nombre del alumno: Buzany Ramírez Oscar Isai

T.T. No:

Título del T.T: Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Planificación-1											
Investigación legal de los expedientes médicos.											
Investigación de la estructura del expediente médico conforme a las normas NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012.											
Selección de apartados de acuerdo con la sección 6 de la norma NOM-004-SSA3-2012.											
Investigación del estado del arte.											
Análisis de requerimientos funcionales											
Análisis y selección de herramientas de desarrollo Web.											
Análisis de riesgos-1											
Análisis de requerimientos no funcionales.											
Realización de diagramas UML.											
Tabla de análisis de riesgos.											
Diseño de la interfaz web para médicos.											
Implementación -1											
Desarrollo de la interfaz para médicos.											
Prueba de la interfaz desarrollada.											
Evaluación-1											
Planificación-2											
Análisis y selección de herramientas para la cadena de bloques.											
Análisis de riesgos-2											
Diseño de la estructura de la cadena de bloques.											
Implementación-2											
Implementación de la estructura de la cadena de bloques.											
Prueba de la estructura de la cadena de bloques.											
Integración de la interfaz desarrollada con la estructura de la cadena de bloques.											
Pruebas finales del prototipo.											
Evaluación-2											

Nombre del alumno: Ordoñez Castro Dayann

T.T. No:

Título del T.T: Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Planificación-1											
Investigación legal de los expedientes médicos.											
Investigación de la estructura del expediente médico conforme a las normas NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012.											
Selección de apartados de acuerdo con la sección 6 de la norma NOM-004-SSA3-2012.											
Investigación del estado del arte.											
Análisis de requerimientos funcionales											
Análisis y selección de herramientas de desarrollo Web.											
Análisis de riesgos-1											
Análisis de requerimientos no funcionales.											
Realización de diagramas UML.											
Tabla de análisis de riesgos.											
Diseño de la interfaz web para pacientes.											
Implementación-1											
Desarrollo de la interfaz para pacientes.											
Prueba de la interfaz desarrollada.											
Evaluación-1											
Planificación-2											
Análisis y selección de herramientas para la cadena de bloques.											
Análisis de riesgos-2											
Diseño de la estructura de la cadena de bloques.											
Implementación-2											
Implementación de la estructura de la cadena de bloques.											
Prueba de la estructura de la cadena de bloques.											
Integración de la interfaz desarrollada con la estructura de la cadena de bloques.											
Pruebas finales del prototipo.											
Evaluación-2											

Nombre del alumno: Santamaria Arcos Diana

T.T. No:

Título del T.T: Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Planificación-1											
Investigación legal de los expedientes médicos.											
Investigación de la estructura del expediente médico conforme a las normas NOM-004-SSA3-2012 y NOM-024-SSA3-2012.											
Selección de apartados de acuerdo con la sección 6 de la norma NOM-004-SSA3-2012.											
Investigación del estado del arte.											
Análisis de requerimientos funcionales											
Análisis y selección de herramientas de desarrollo para el back-end.											
Análisis de riesgos-1											
Análisis de requerimientos no funcionales.											
Realización de diagramas UML.											
Tabla de análisis de riesgos.											
Diseño de la arquitectura del back-end.											
Implementación-1											
Desarrollo del back-end integrando las interfaces.											
Pruebas del prototipo.											
Evaluación-1											
Planificación-2											
Análisis y selección de herramientas para la cadena de bloques.											
Análisis de riesgos-2											
Diseño de la estructura de la cadena de bloques.											
Implementación-2											
Implementación de la estructura de la cadena de bloques.											
Prueba de la estructura de la cadena de bloques.											
Integración de la cadena de bloques con el prototipo.											
Pruebas finales del prototipo.											
Evaluación-2											

7. Referencias.

- [1] Diario Oficial de la Federación. (2010, Oct 5). *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico*. [Online]. Disponible: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787
- [2] Secretaría de Salud. (2016, Feb 11). *Conoce los 10 derechos generales de los pacientes*. [Online]. Disponible: <https://www.gob.mx/salud/articulos/conoce-los-10-derechos-generales-de-los-pacientes>
- [3] S. K. Neme. M. A 20 años de la implementación del Expediente Clínico Electrónico en México [Online]. Boletín CONAMED, Vol.5, Especial, 2019. Disponible: http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin26/Besp26_10.pdf
- [4] H. Vázquez. R. Martínez, C. Blázquez and R. Castañeda, “Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios” [Online], Revista Médica de la Universidad Veracruzana, junio 2011, pp. 45. Disponible https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol11_num1/articulos/expediente.pdf
- [5] IBM. ¿Qué es la tecnología blockchain? [Online]. Disponible: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/what-is-blockchain>
- [6] (2021, Mar 23). *Tecnología Blockchain aplicada al sector Salud* [Online]. Disponible: <https://www.estrategiasdeinversion.com/analisis/bolsa-y-mercados/informes/tecnologia-blockchain-aplicada-al-sector-salud-n-470457>
- [7] Solve.Care. [Online]. Disponible: <https://solve.care>
- [8] Nimbo. [Online]. Disponible: <https://www.nimbo-x.com>
- [9] Salud Blockchain. [Online]. Disponible: <https://saludblockchain.tech>
- [10] M. Cordero & M. Dorantes, *Ingeniería de Software* [Online]. Disponible: https://www.escom.ipn.mx/docs/oferta/matDidacticoISC2009/ISftwr/diapositivasISW_MRCL-MADG.pdf

8. Alumnos y directores.

Oscar Isai Buzany Ramírez. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630147, Tel. 5561192639, email obuzanyr1500@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Dayann Ordoñez Castro. - Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630189, Tel. 5536807432, email dordonezc1500@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Diana Santamaria Arcos. - Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630509, Tel. 5526761907, email dsantamariaa1500@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Nidia Asunción Cortez Duarte. - Maestra en Ciencias en Computación CINVESTAV-IPN 2009, Ing. en Sistemas Computacionales ESCOM-IPN 2006, Profesora en ESCOM Depto. de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Áreas de interés: criptografía, seguridad de información, hardware reconfigurable, aritmética computacional, diseño digital. Teléfono: 57-29-6000 ext. 52032, email ncortezd@ipn.mx

Firma: _____



Ricardo Martínez Rosales - Ingeniero en Electrónica UAM-Azc. Profesor en ESCOM Depto. de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Áreas de interés: bases de datos, redes de computadoras, arquitectura P2P y Blockchain. Teléfono: 57-29-6000 ext. 52025, email rrosales@ipn.mx


Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Art. 3, fracc. II, Art. 18, frac. III y Art. 21, lineamiento 32, fracc. XVII de la L.F.T.A.I.P.G.
PARTES CONFIDENCIALES: No. de boleta y Teléfono.

9. Anexo.

Acuse de recibo del alumno Oscar Isai Buzany Ramírez.

Acuse de aceptación de Propuesta de Protocolo Recibidos x  

 **Oscar Isai Buzany Ramirez** 18:18 (hace 2 minutos) ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Recibo y estoy de acuerdo con el Protocolo titulado "Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques".

...

Acuse de recibo de la alumna Dayann Ordoñez Castro.



Propuesta De Protocolo de Trabajo Terminal Recibidos x  


 **Isai Buzany** 17:54 (hace 11 minutos) ☆
Buenas tardes Profesores. Adjuntamos el protocolo del trabajo terminal titulado "Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de b

 **Dayann Ordonez Castro** 18:02 (hace 3 minutos) ☆ ↶ ⋮
para mí, Oscar, Diana, Nidia, Ricardo ▾


Recibido y estoy de acuerdo con el Protocolo.
Atte.
Ordoñez Castro Dayann


Acuse de recibo de la alumna Diana Santamaria Arcos.

Propuesta De Protocolo de Trabajo Terminal Recibidos x  

 **Isai Buzany** 17:54 (hace 10 minutos) ☆
Buenas tardes Profesores. Adjuntamos el protocolo del trabajo terminal titulado "Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de b

2


 **Dayann Ordonez Castro** 18:02 (hace 2 minutos) ☆
De: Isai Buzany <idd.ttsalud@gmail.com> Enviado: lunes, 8 de noviembre de 2021 23:54 Para: Oscar Isai Buzany Ramirez <obuzanyr1500@alumno.ipn.mx>; Dayann Ordone

 **Diana Santamaria Arcos** 18:03 (hace 1 minuto) ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Recibo y estoy de acuerdo con el Protocolo.

Atentamente: Santamaria Arcos Diana.


Acuse de recibo de la Profesora Nidia Asunción Cortez Duarte

 **Nidia Asuncion Cortez Duarte** 21:54 (hace 1 hora) ☆ ↶ ⋮
para mí, Oscar, Dayann, Diana, Ricardo ▾

Buenas noches:
He recibido y estoy de acuerdo con el protocolo
"Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques"

M. en C. Nidia A. Cortez Duarte

Acuse de recibo del Profesor Ricardo Martínez Rosales.

 **Ricardo Martinez Rosales** 18:34 (hace 11 minutos) ☆ ↶ ⋮
para Oscar, Dayann, Nidia, mí, Diana ▾

Hago acuse de recibo, estoy de acuerdo con el protocolo "Prototipo web para la gestión de expedientes médicos utilizando una cadena de bloques"

Saludos