

Prototipo de solución basada en IoT para el control de entradas y salidas de alumnos de educación básica del estado de Hidalgo

RESUMEN: Se muestra la construcción un prototipo de software y hardware que tiene como objetivo informar a los tutores el momento en que acceden o abandonan sus hijos la institución educativa en el estado de Hidalgo, Mexico. El hardware está basado en un módulo NodeMCU v1 y un módulo RFID el cual, escanea la credencial RFID del estudiante y el módulo NodeMCU se conecta a un servicio Azure en Microsoft Azure® ingresando la información a una base de datos MongoDB para enviar después un mensaje SMS al padre de familia o tutor informando el suceso y lugar (por ejemplo: Acceso en la Puerta principal, Salida en el Acceso B, etc.). Existen aplicaciones de escritorio y móviles (iOS, Android y Windows, en modo Smart Phone y Tableta), el primero se usa para la administración de los alumnos de la institución educativa y la generación de reportes, las aplicaciones móviles son destinadas para ser usado por los profesores (asistencia de entrada y salida) y padres de familia (ver historial de eventos de su(s) hijo(a)(s)). Se destaca que las aplicaciones de escritorio, móviles y el servicio web reutilizan código al estar construido en capas, usando patrones de diseño, SOLID y Clean Code en Visual C#.

PALABRAS CLAVE: MongoDB, NodeMCU, RFID, SOLID, Visual C#.



Colaboración

Espinoza Galicia Carlos Arturo; Gómez López Williams; Reyes López Rubén Omar, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

ABSTRACT: The construction is shown as a software and hardware prototype that aims to inform the tutors when their children reach or leave the educational institution in the state of Hidalgo, Mexico. The hardware is based on a NodeMCU v1 module and an RFID module which scans the student's RFID credential and the NodeMCU module connects to an Azure service in Microsoft Azure © by entering the information into a MongoDB database and then sending a message SMS to the parent or guardian informing the event and place (for example: Access in the Main Door, Exit in Access B, etc.). There are desktop and mobile applications (iOS, Android and Windows, in Smart Phone and Tablet mode), the first one is used for the administration of the students of the educational institution and the generation of reports, the mobile applications are intended to be used by the students, teachers (entry and exit assistance) and parents (see the history of your child's events). It is highlighted that desktop, mobile and web service applications reuse code when built in layers, using design patterns, SOLID and Clean Code in Visual C #.

KEYWORDS: MongoDB, NodeMCU, RFID, SOLID, Visual C#.

INTRODUCCIÓN

México tiene el tercer porcentaje más alto de jóvenes que no estudian ni trabajan entre los 34 países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), solo por debajo de Turquía e Israel.

Esto se debe a fenómenos como el desempleo y la falta de educación, provocando de alguna manera una tragedia individual,

pues implica la pérdida de oportunidades para tener un desarrollo pleno. Derivado de esto, los jóvenes se pierden pues nadie invierte en ellos, es decir, no son capacitados en un trabajo ni tampoco atendidos en una escuela. [1]

Dicho esto, la cobertura de educación en el estado de Hidalgo es una de las más altas en el país colocándose por arriba de la media nacional en cuanto a la atención y la disminución de deserción. [2]

Sin embargo, la escuela es sin duda un espacio donde la mayoría de los seres humanos pasan largas horas de su vida pues en ella no sólo se aprenden lecciones, sino también experiencias de vida, logros y contrariedades. Por ello, desde el instante en que se elige un centro educativo se toma en cuenta la calidad y el nivel del mismo, pero, además, la seguridad se vuelve un factor esencial para considerarla una "buena escuela". Actualmente el tema de la inseguridad se ha vuelto una de las principales preocupaciones en nuestro país. Por ello, cada vez son más las personas que buscan un plantel con las condiciones adecuadas para su pleno desarrollo educativo. Y es aquí donde la seguridad se vuelve el mayor reto tanto para las instituciones públicas como para las privadas. [3]

Existen una gran cantidad de instituciones de educación básica en el estado de Hidalgo, (Figura 1), en donde se ha generado una preocupación en los padres de familia el conocer si su hijo está realmente en la escuela o se fue de "pinta" con sus amigos, y esta preocupación se incrementó con los últimos fenómenos naturales que azotaron el país en el año 2017 [4].

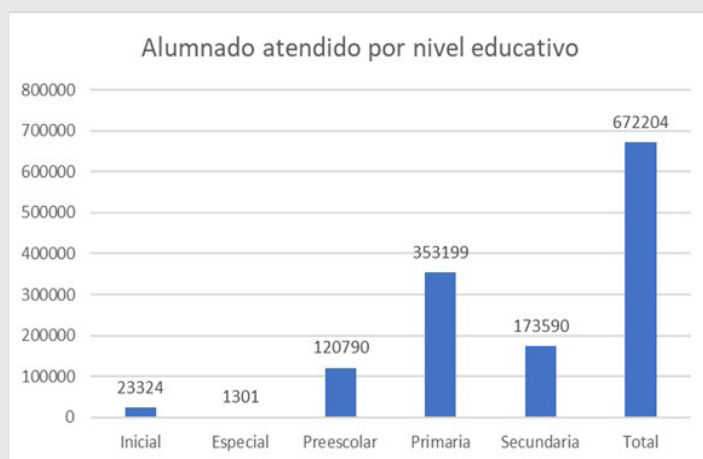


Figura 1: alumnado atendido por nivel educativo en Educación Básica en el estado de Hidalgo [2]

El acontecimiento del pasado 19 de septiembre causó muchas pérdidas humanas, casos como el del Colegio Rébsamen donde según el sitio web del diario 24 horas fallecieron 19 niños y siete adultos [5]

es solo un ejemplo de lo trágico que puede ser una catástrofe, donde se deja ver claramente lo importante de mantener un registro real y certero de las personas que están dentro de un inmueble.

Así, esta preocupación de los padres genera las siguientes preguntas:

- ¿Dónde está mi hijo(a) en este momento?
- ¿Estará realmente en la escuela?
- ¿Ya salió de la escuela?
- ¿Realmente entró a la escuela?

Incógnitas como estas pasan comúnmente por la mente de las personas y mucho más cuando los hijos(as) son quienes acuden solos a la escuela o que no son dejados ni recogidos en las puertas de esta.

OBJETIVO

Desarrollar una solución utilizando Internet de las Cosas que informe a los padres y madres de familia y/o tutores de la entrada y salida de sus hijos(as) en las escuelas de educación básica del estado de Hidalgo. Objetivos específicos

1. Diseñar e implementar la infraestructura de nube necesaria para soportar el proyecto.
 2. Diseñar la base de datos para el proyecto
 3. Diseño y desarrollo de hardware utilizando el concepto de Internet de las Cosas que permita el registro de entrada y salida de alumnos
 4. Diseñar y desarrollar la solución informática para el proyecto
 - a. Diseñar una API de comunicación entre los dispositivos de hardware y la infraestructura de nube
 - b. Software para administración de alumnos
 - c. Aplicaciones Móviles para el pase de lista
 - d. Aplicaciones Móviles para el monitoreo de actividades por parte de los padres y madres de familia
- Enviar un mensaje SMS y/o una notificación PUSH al teléfono del padre, la madre o tutor cuando un su hijo(a) ingrese o salga de la escuela.

ESTADO DEL ARTE / GRADO DE INNOVACIÓN

Actualmente existen muchos sistemas de "Reloj Checador" como el TimeWork Reloj Checador® que permite registrar las entradas y salidas de personas mediante huella digital y obtener reportes de asistencia y puntualidad de las personas que laboran en alguna organización en instantes [6] sin embargo, estos deben ser fijos y conectados directamente a una computadora mediante un medio físico, como un cable ethernet. Aunque pueden brindar reportes importantes como puntualidad o asistencia, carece de movilidad, además de que solo permite mantener un control de personas previamente registradas y esto es en un solo punto.

Como es común, en las escuelas se pasa lista regularmente en un formato en papel el cual es almace-

nado por los profesores, pero regularmente se entregan al final de un periodo indicado (final de mes o parcial por ejemplo), el problema radica en que para tener un conteo real de cuántos o qué alumnos faltaron e incluso, cuantos alumnos hay en cierto momento, hay que hacer un recorrido salón por salón y para el caso de un alumno en específico, el tutor tendría que solicitar la información específicamente a la escuela, lo cual dicha información puede tardar en ser entregada.

De lo anterior, un sistema automatizado es de interés ya que permitiría saber con certeza el número de alumnos en tiempo real, que existen en cualquier momento en la escuela y saber específicamente si cierto alumno ingreso o salió de la misma, incluso en que puerta o acceso paso, si a esto le complementamos que el padre, madre de familia o tutor pueda ser informado mediante una notificación PUSH en una aplicación móvil o un SMS (para aquellas que solo cuenten con un teléfono móvil que no sea smartpho- ne) podrá dar mayor certeza sobre la asistencia del menor en la escuela.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto, se siguen dos metodologías: SCRUM para el seguimiento de proyectos, Desarrollo en Capas y Buenas prácticas para la construcción del software.

Las metodologías ágiles están basadas en cuatro valores y permiten desarrollar proyectos de forma más acertada con las necesidades del cliente y responder mejor a los cambios que pudieran surgir al largo del proyecto. Pretenden ofrecer una alternativa más efectiva que los procesos tradicionales caracterizador por la rigidez y dominados por la documentación.

Los valores que rigen esta metodología son [7]:

1. Valorar a las personas y las interacciones entre ellas por sobre los procesos y las herramientas
2. Valorar el software (producto) funcionando sobre la documentación detallada
3. Valorar la colaboración con el cliente por sobre la negociación de contratos
4. Valorar la respuesta a los cambios por sobre el seguimiento estricto de los planes

En Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, , límite máximo de feedback y reflexión). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. Un ejemplo de esto se encuentra en la Figura 2 donde se explica brevemente el proceso a seguir [8].

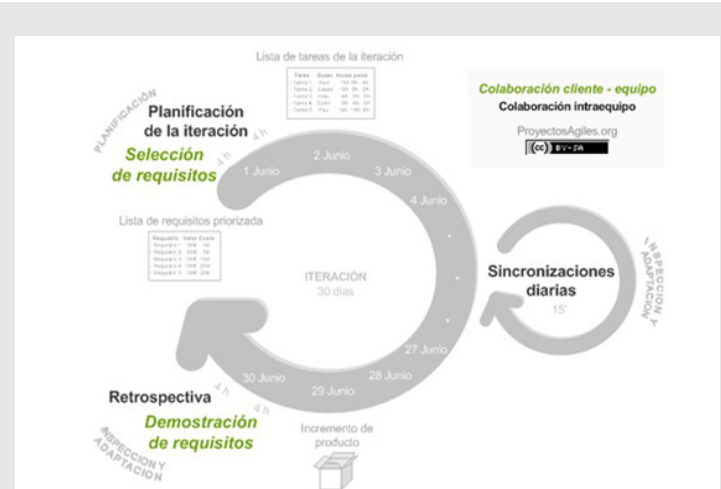


Figura 2: Metodología de seguimiento de proyectos SCRUM [8]

Desarrollo

Para el desarrollo técnico del proyecto se basará en metodologías utilizadas en proyectos anteriores que fueron documentados en artículos en revistas indexadas como "Implementación de plataforma web y aplicaciones móviles mediante buenas prácticas usando tecnología .Net" [9], "Evaluador de calidad de escritura de código fuente" [10], "Implementación de plataforma para el Internet de las cosas en un ambiente de nube pública" [11], los cuales implementan una arquitectura de N Capas basándose en lo mencionado en "Microsoft .Net Architecting Applications for the Enterprise" [12], "Mastering C# and .Net Framework" [13] en estos proyectos se implementaron buenas prácticas para el desarrollo de software con el Lenguaje Visual C# como las mencionadas en "Pro .Net Best Practices" [14], por lo que la estructura de capas propuesta que se presenta en la Figura 3 donde se puede apreciar la propuesta de un Servidor en la nube pública de Microsoft Azure © la cual se conecta a una base de datos NoSQL de tipo MongoDB®, en las capas superiores se implementan los métodos CRUD [15] [16] y Manejadores para la lógica de negocio [16], en la capa Web (desarrollado en Asp.Net Core) se implementa una API Restfull [16] que es la que recibe datos directamente del Hardware y la capa BIZ envía los SMS o las notificaciones PUSH a los padres de familia.

El software embebido el cual tomará la lectura de las tarjetas RFID [17] de los alumnos será implementado mediante una tarjeta NodeMCU (Figura 4), la cual es una tarjeta para IoT (Internet de las Cosas) basada en el chip ESP8266 que cuenta con un módulo de conexión WiFi de forma nativa como y que se puede programar en lenguaje LUA o mediante Processing Figura 4: Tarjetas NodeMCU en versiones Lolin y Amica, así como el esquema de conexión [18] usando el Arduino IDE [18] [19] que permita conectar el dispositivo al servicio web directamente. Por otra parte, las

aplicaciones móviles Android e iOS (Desarrolladas en Xamarin Forms) [20] y de escritorio compartirán el mismo código en las capas DAL, RestFull, BIZ y COMMON, aprovechando las bondades del lenguaje C# y la plataforma .Net de Microsoft ©, ganando así velocidad en desarrollo, depuración e implementación de nuevas funcionalidades ([9] [11] y [16]), todo esto utilizando conceptos sobre Patrones de diseño [21], SOLID [22], KISS [23] y ClenCode [24] como lo menciona Ritchie Stephen en su libro "Pro .NET Best Practices" [14].

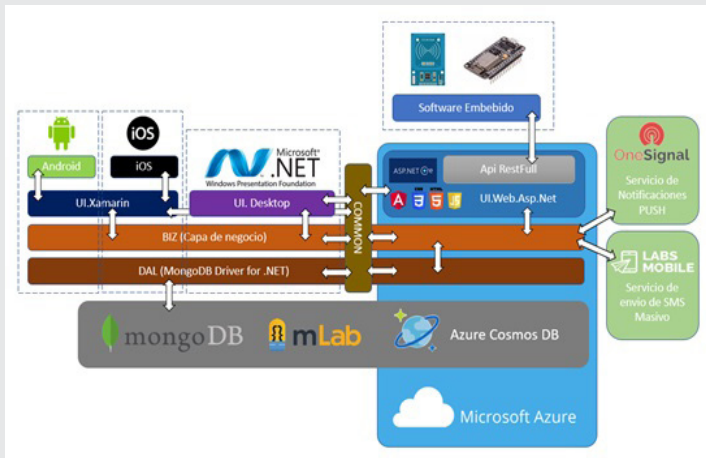


Figura 3: Arquitectura de desarrollo de proyecto (Construcción Propia)

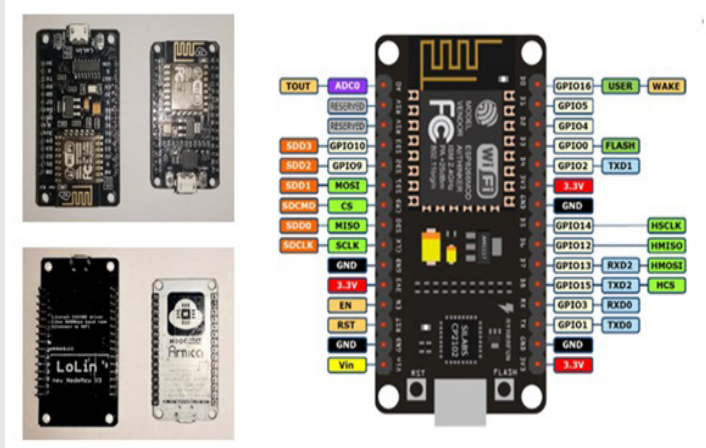


Figura 4: Tarjetas NodeMCU en versiones Lolin y Amica, así como el esquema de conexión [18]

RESULTADOS

Después de seis meses de desarrollo, la estructura final del proyecto resultó la que se observa en la Figura 5, esta estructura cuenta con las capas base (COMMON, BIZ y DAL), así como versiones de escritorio para los Administradores Generales del Proyecto (equipo de desarrollo) (Figura 6) en donde los desarrolladores como administradores generales del proyecto, pueden ver y administrar toda la información de la base de datos.

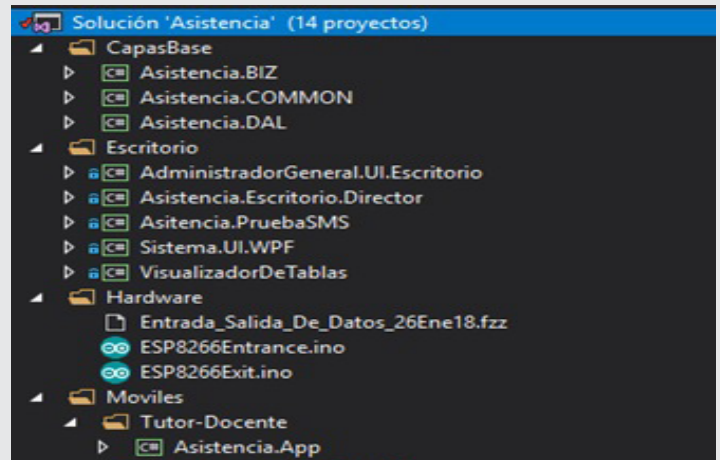


Figura 5: Estructura de desarrollo del proyecto en Visual Studio 2017 (Construcción Propia)

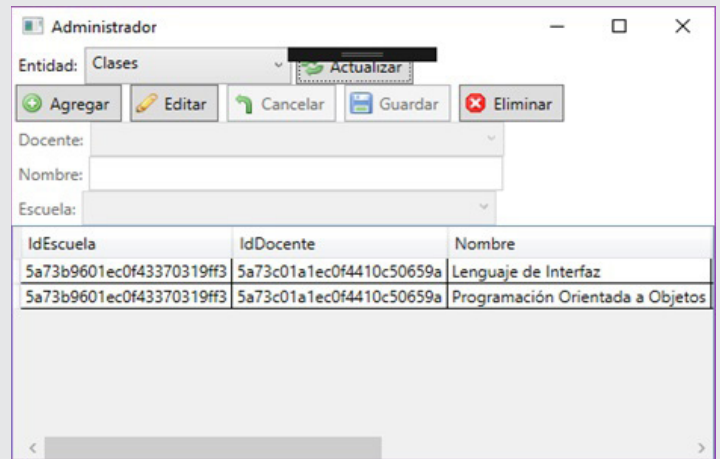


Figura 6: Aplicación para los administradores del proyecto (Construcción Propia)

Por otra parte, la Aplicación para el director de las escuelas (Figura 7), módulo en el cual se crean los grupos, se asignan alumnos y docentes, así como tutores de cada alumno.

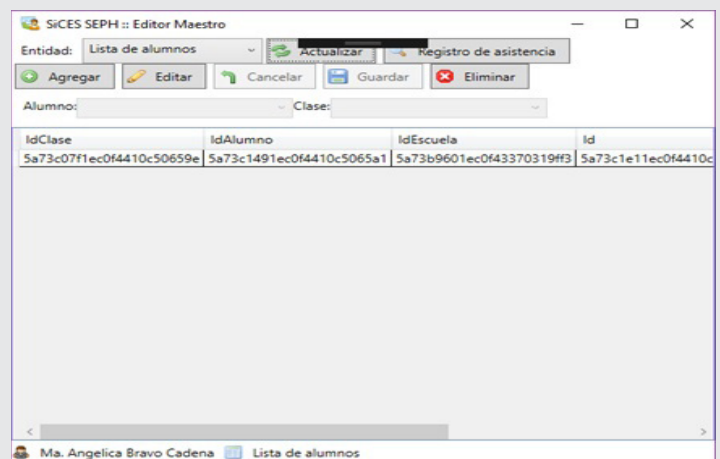


Figura 7: Aplicación para el director de la escuela (Construcción Propia)

Una aplicación de Visualizador de tablas creada para una rápida búsqueda (Figura 8) y una aplicación de pruebas de envío de SMS (Figura 9), en la Figura 10 se muestra una captura de pantalla de SMS de prueba recibidos; además se cuentan con versiones para Android y iOS.

De la primera versión para Tutores que se observa en la Figura 11 donde se muestra un historial de eventos de prueba, en la Figura 12 se tiene la captura de pantalla donde profesores y profesoras pueden pasar asistencia a los alumnos directamente. Ya se cuenta con el diseño del hardware que será usado,

IDClase	NombreClase	IDAlumno	NombreAlumno	FechaHora	TelefonoTutor	Estado	Id
Principal	Principal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 6:28:47 AM	7731124545	Entrada	Safaeab11ec0538acc686
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:11:38 AM	7731124545	Entrada	Safae44a46b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:12:07 AM	7731124545	Entrada	Safae4c76b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:13:04 AM	7731124545	Entrada	Safae5006b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:22:55 AM	7731124545	Salida	Safae7496b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:27:15 AM	7731124545	Entrada	Safae85336b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 7:27:19 AM	7731124545	Entrada	Safae8576b21e3104cb3
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 10:05:03 AM	7731111259	Entrada	Safae6446b21e309205d9c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 10:30:56 AM	7731111259	Entrada	Safae61086b21e309205d9c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 11:51:33 AM	7731111259	Salida	Safae16456b21e3020d9e
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae542dc494e2484609e8	Hemera Erick	1/26/2018 11:58:49 AM	7731111259	Salida	Safae1796b21e3020d9e
Safae2ebdc494e1a38eb3268	UI	Safae8114c494e0588a65124	Gomez Williams	1/26/2018 12:31:05 PM	7731262220	Entrada	Safae18946b21e30c0868
Safae2ebdc494e1a38eb3268	UI	Safae831f7d920a809292cb	Escalante Mario	1/26/2018 12:31:07 PM	7731047034	Entrada	Safae18946b21e30c0868
Safae2ebdc494e1a38eb3268	UI	Safae831f7d920a809292cb	Escalante Mario	1/26/2018 12:32:07 PM	7731047034	Salida	Safae167466b21e30c0868
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae8114c494e0588a65124	Gomez Williams	1/26/2018 11:08:54 PM	7731262220	Entrada	Safae5066b21e24704c1
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/26/2018 11:21:50 PM	7731245306	Entrada	Safae8006b21e24704c1
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:15:19 PM	7731245306	Salida	Safaecc76b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:20:34 PM	7731245306	Salida	Safaecc1026b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:23:51 PM	7731590079	Salida	Safaecc176b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:28:09 PM	7731590079	Salida	Safaecc256b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:38:40 PM	7731590079	Salida	Safaecc5406b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:38:56 PM	7731590079	Salida	Safaecc5506b21e44e02a7c
PuertaPrincipal	PuertaPrincipal	Safae7661ec0f846efc88a9a	Mendoza Marcos	1/27/2018 7:43:00 PM	7731590079	Salida	Safaecc646b21e44e02a7c

Figura 8: Visualizador de tablas (Construcción propia)

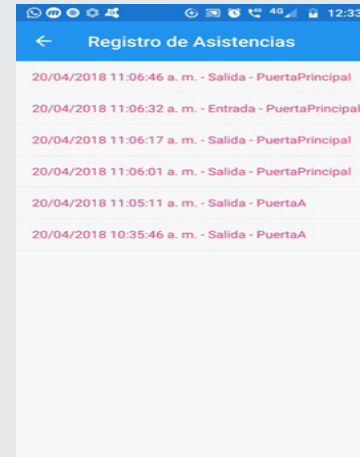


Figura 11: Captura de pantalla de aplicación móvil para Padres y Madres de Familia y/o Tutores (Construcción Propia)

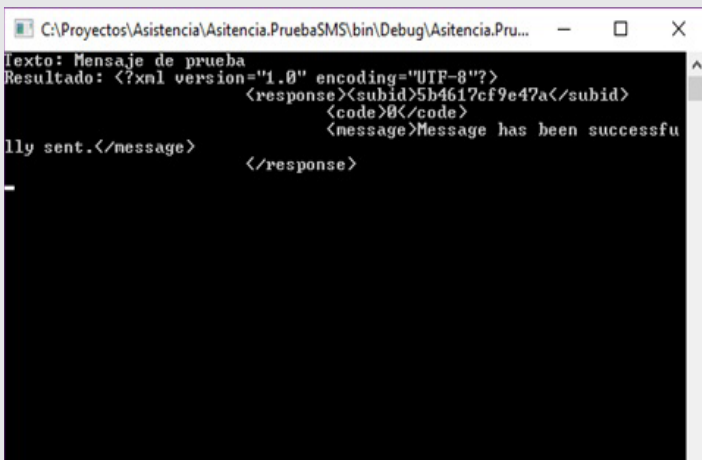


Figura 9: Aplicación de envío de SMS de prueba (Construcción Propia)

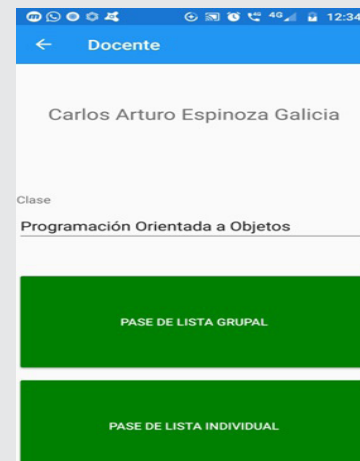


Figura 12: Captura de pantalla de aplicación móvil para Maestros y Maestras donde pueden pasar asistencia (Construcción Propia)



Figura 10: Captura de pantalla de mensajes de prueba recibidos (Construcción Propia)

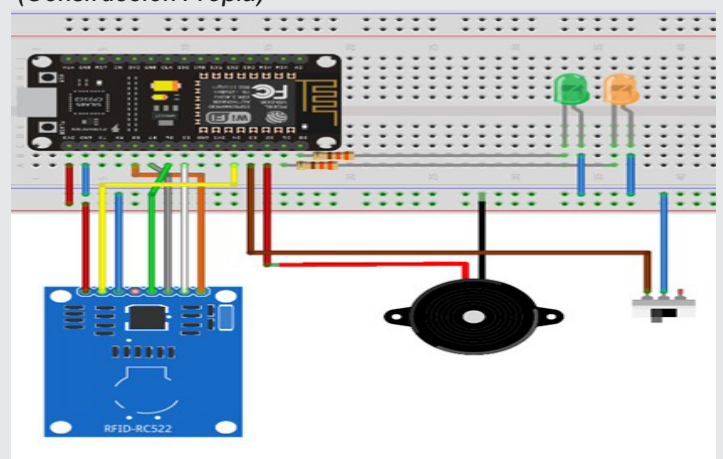


Figura 13: Diagrama de conexión del Hardware (Construcción Propia)

en la Figura 13 se muestra el diagrama de conexión, en la Figura 14 la primera versión del prototipo que incluye LEDs de “Encendido” y “En línea”, así como un buzzer para indicar la lectura de las tarjetas y en la Figura 15 el prototipo ya con caja de protección y conexión a la corriente eléctrica.

Por la parte de la infraestructura de Nube, en la Figura 16 se observa la captura de pantalla del servicio hospedado en Microsoft Azure®, en la Figura 17 se observa una captura del navegador web en la página del servicio hospedado en Microsoft Azure®.

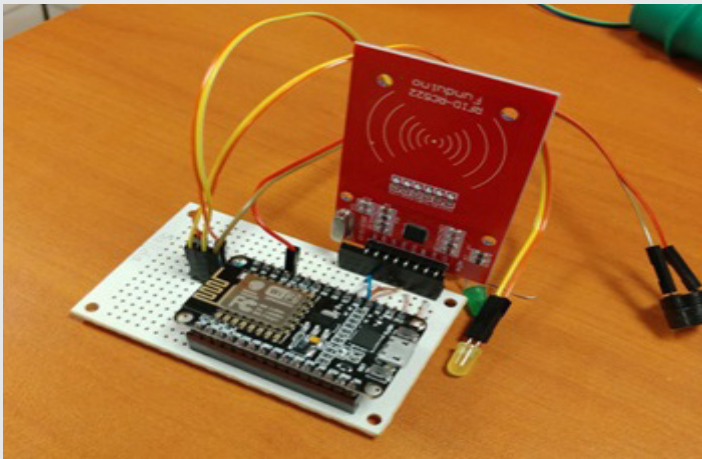


Figura 14: Fotografía del primer prototipo en una placa PDB Universal (Construcción Propia)



Figura 15: Fotografía de los prototipos de Entrada y Salida ya con cajas de protección (Construcción Propia)



Figura 17: Captura de pantalla de la pagina <https://asistencia-teshu.azurewebsites.net/> alojada en Microsoft Azure®(Construcción Propia)

La información es almacenada en una Base de Datos NoSQL que inicialmente esta alojada en mLab®, en la Figura 18 se observa el diagrama de clases usado.

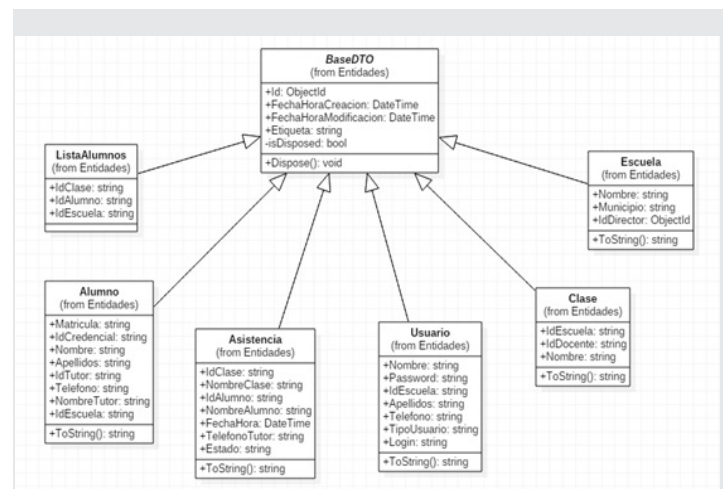


Figura 18: Diagrama de clases de la Base De Datos NoSQL del proyecto (Construcción Propia)

CONCLUSIONES

Como se pudo mostrar, este proyecto se presenta como una oportunidad para informar a los padres, madres y/o tutores de los alumnos de educación básica cuando un alumno a entrado o salido de la escuela, además de presentar reportes en tiempo real sobre la cantidad de alumnos y alumnas de cualquier escuela que pueda ayudar a la toma de decisiones a la dirección de esta.

Actualmente se cuenta con gran avance en el desarrollo del proyecto, se cuenta con aplicaciones Móviles y de

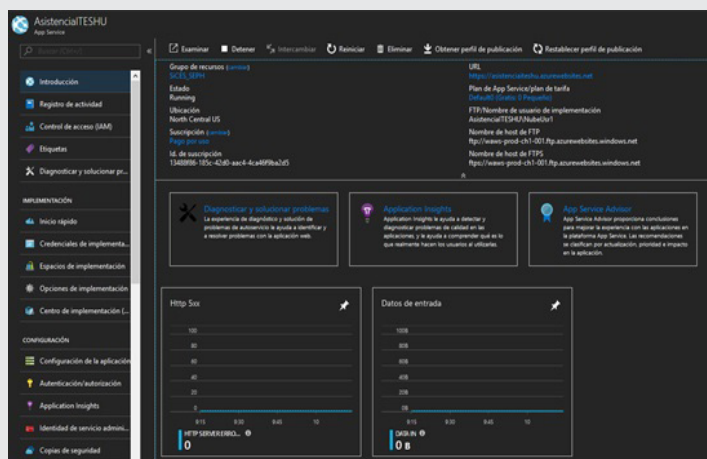


Figura 16: Captura de pantalla del portal de Microsoft Azure® con el servicio hospedado (Construcción Propia)

escritorio, el API RestFull, el hardware ya es funcional y ya se envían SMS, queda pendiente el desarrollo de la plataforma web y realizar pruebas en una escuela real, aunado con lo anterior, se está realizando una segunda versión de la plataforma, así como el hardware el cual contará con nuevas funcionalidades tales como permitir interacción con sistemas de acceso físico (reguladores) permitiendo un mejor control del mismo, además se pretende complementar con la detección de rostros usando servicios cognitivos de Microsoft Azure, incluye un soporte offline para cuando falle la conexión a internet.

Como tal, el proyecto se presenta como una gran oportunidad al cubrir las necesidades de los padres de familia para conocer si su hijo(a) está en la escuela.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Notimex, «expansion,» 25 06 2013. [En línea]. Available: <https://expansion.mx/nacional/2013/06/25/mexico-el-tercer-pais-con-mas-jovenes-que-no-estudian-trabaja-ocde>.
- [2] F. Hernández, «En Hidalgo, cobertura de 99.1 por ciento en educación básica,» *El Sol de Hidalgo*, pp. <https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/en-hidalgo-cobertura-de-99-1-por-ciento-en-educacion-basica>, 11 Julio 2018.
- [3] I. Cárdenas, «Seguridad en América,» [En línea]. Available: <http://www.seguridadenamerica.com.mx/reportaje/noticia-4177-el-refo-de-la-seguridad-en-las-escuelas>.
- [4] Huffpost México, «INFOGRAFÍA. Terremoto del 19 de septiembre: 1985 vs 2017,» 23 Septiembre 2017. [En línea]. Available: http://www.huffingtonpost.com.mx/2017/09/23/terremoto-del-19-de-septiembre-1985-vs-2017_a_23220573/.
- [5] I. Flores Mejía y D. Wachauf, «PGJ prevé citar a Sheinbaum por caso del Colegio Rébsamen,» 2 Febrero 2018. [En línea]. Available: <http://www.24-horas.mx/2018/02/02/pgj-preve-citar-a-sheinbaum-caso-del-colegio-rebsamen/>.
- [6] Vigo Rep México S.A. de C.V., «¿Qué es TimeWork Reloj Checador?,» 2015. [En línea]. Available: <http://relojchecador.com/>.
- [7] Scrum Mexico, «Scrum & Agile,» 2017. [En línea]. Available: <http://scrum.org.mx/scrum-agile/>.
- [8] Proyectos Agiles.com, «¿Qué es Scrum?,» 2016. [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/ques-es-scrum/>.
- [9] C. Espinoza Galicia, A. Martínez Endonio, M. Escalante Cantu y R. Martínez Rangel, «Implementación de Plataforma Weby Aplicaciones Móviles Mediante Buenas Practicas Usando Tecnología .Net,» *Revista de Tecnologías de la información y Comunicaciones*, pp. 42-49, 2017.
- [10] C. Espinoza Galicia, W. Gómez López y R. Reyes López, «Evaluador de calida de escritura de código fuente,» *Revista de Tecnología Informática*, pp. 30-35, 2017.
- [11] C. Espinoza Galicia, W. Gómez López y R. F. Guillén Mallete, «Implementación de plataforma para el Internet de las cosas en un ambiente de nube pública,» *Tecnología Educativa*, pp. 63-69, 2016.
- [12] D. Esposito y A. Saltarello, *Microsoft .Net: Architecting Applications for the Enterprise*, Whashington: Microsoft Press, 2015.
- [13] M. Posadas, *Mastering C# and .NET Framework*, Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2016.
- [14] S. Ritchie, *Pro .Net Best Practices*, New York: Apress, 2011.
- [15] 1&1 Internet Inc, «CRUD: la base de la gestión de datos,» [En línea]. Available: <https://www.1and1.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/crud-las-principales-operaciones-de-bases-de-datos/>.
- [16] M. J. Price, *C# 7.1 and .NET Core 2.0 – Modern Cross-Platform Development*, Birmingham, UK.: Packt Publishing, 2017.
- [17] Ergomexico, «¿Qué es y como funciona la tecnología RFID?,» 2012. [En línea]. Available: http://www.ergomexico.com/tecnologia_rfid.htm.
- [18] G. Martín, «Cómo programar NodeMCU con el IDE de Arduino,» 22 09 2017. [En línea]. Available: <https://programarfácil.com/esp8266/como-programar-nodemcu-ide-arduino/>.
- [19] NodeMCU Team, «NodeMcu: Connect Things EASY,» 2014. [En línea]. Available: http://www.nodemcu.com/index_en.html.
- [20] C. Petzold, *Creating Mobile Apps with Xamarin*. Redmond, Washington, US.: Microsoft Press, 2016.
- [21] J. Bishop, *C# 3.0 Design Patterns*, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [22] A. Gaurav Kumar, *SOLID Principles Succinctly*, Morrisville, NC: Syncfusion Inc., 2016.
- [23] S. Rossel, «KISS – One Best Practice to Rule Them All,» 19 Agosto 2015. [En línea]. Available: <https://simpleprogrammer.com/2015/08/19/kiss-one-best-practice-to-rule-them-all/>.
- [24] M. Robert C., *Clean Code, A Handbook of Agile Software Craftsmanship*, Boston, MA: Pearson Education, Inc., 2009.