

Aplicación móvil para la enseñanza de fundamentos de programación utilizando técnicas de gamificación

Mobile application for teaching programming fundamentals using gamification techniques

Ricardo Alberto Serrano-Herrera^{1*}, Cristina Joaquín-Salas¹
¹ Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

***Corresponding author:** ricardo.sh@teziutlan.tecnm.mx

Resumen

La sociedad actual caracterizada por el gran auge tecnológico demanda la formación de profesionistas altamente cualificados. En este sentido, la educación superior es la principal encargada de formar a los jóvenes con dichas habilidades tecnológicas. En el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, se imparten ingenierías que requieren en los primeros semestres el aprendizaje de fundamentos de programación tópico que resulta sumamente complicado para aquellos que nunca han tenido un acercamiento a este. Se desarrolló una aplicación móvil, utilizando técnicas de gamificación como estrategia de enseñanza y apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. El grupo de estudio mostró gran aceptación al utilizar la aplicación, principalmente con la presencia del compilador de código y la retroalimentación que se presenta de manera particular para cada estudiante, además, el desempeño del grupo mejoró considerablemente, aunque no resultó ser excelente, logró ser suficiente.

Palabras clave: enseñanza, programación, móvil.

Abstract

Today's society characterized by the great technological boom demands the training of highly qualified professionals. In this sense, higher education is the main one in charge of training young people with these technological skills. At the Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, engineering is taught that requires in the first semesters the learning of topical programming fundamentals, which is extremely complicated for those who have never had an approach to it. A mobile application was developed, using gamification techniques as a teaching strategy and support for the teaching-learning process. The study group showed great acceptance when using the application, mainly with the presence of the code compiler and the feedback that is presented in a particular way for each student, in addition to the group's performance considerably improved, although it was not an excellent achievement to be sufficient.

Keywords: teaching, programming, mobile.

1. Introducción

Actualmente los avances tecnológicos y el proceso de digitalización en la industria, hacen cada vez más notable la demanda de trabajadores altamente calificados para los sectores tecnológicos. Por otra parte, la adopción acelerada del home office debido a la pandemia por coronavirus, así como la virtualización de la educación, ha hecho evidente la importancia del desarrollo de habilidades tecnológicas. En este sentido, la sociedad digital requiere que los profesionistas sean capaces de utilizar diversos entornos computacionales y desarrollar nuevas utilidades para estos. Para lograrlo, se requiere de un pensamiento computacional donde la programación juega un papel importante, pues aprender a programar (codificar) permite resolver problemas a través de la computadora.

En las carreras de ingeniería, desarrollar habilidades de programación es parte fundamental en la formación de un ingeniero, donde los procesos lógicos y abstractos son base para la construcción del conocimiento. La competencia de programación busca preparar a los ingenieros para resolver problemas desde diferentes perspectivas a través de un enfoque lógico-matemático.

El presente trabajo de investigación describe el desarrollo de una aplicación móvil utilizando técnicas de gamificación, como herramienta de apoyo para la enseñanza de fundamentos de programación, enfocada principalmente para alumnos de nuevo ingreso que han tenido poco o nulo acercamiento con la programación y que inician su formación profesional en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, donde aprender a programar, es parte medular de la formación de un ingeniero en dicha área.

2. Estado del arte

Existen varias herramientas tecnológicas en el ámbito educativo que se han desarrollado con el objetivo de brindar opciones a los estudiantes para mejorar su desempeño académico. A continuación, se analizan algunos trabajos relacionados con el uso de aplicaciones móviles en la educación, así como en el aprendizaje de programación.

Según Cruz y Barragán (2014), el uso de dispositivos móviles en la educación constituye una oportunidad para que el alumno se convierta en el principal constructor de su conocimiento y sea de manera individual o colaborativamente.

Por otra parte Herrera y Fennema (2011), señalan que el aprendizaje a través de dispositivos móviles es una alternativa de innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje que aprovecha las nuevas modalidades de comunicación y cuyos principales beneficios son: portabilidad, conectividad, acceso oportuno y flexible a los recursos de aprendizaje, inmediatez en la comunicación, participación y experiencias de aprendizaje activas. Asimismo, resaltan que las aplicaciones móviles enfocadas para estudiantes de nivel superior deben estar preparadas para personas que trabajan medio tiempo o tiempo completo y que deberán desarrollar su aprendizaje durante sus momentos libres.

En su trabajo Cárdenas y Cáceres (2019), mencionan que las aplicaciones móviles son una tendencia que se ha popularizado recientemente al permitir realizar todo tipo de tareas. Específicamente, en el ámbito educativo, el uso de estas ha logrado transformar los métodos de enseñanza al utilizarlas como herramienta didáctica, que fomenta la autonomía mediante diversas modalidades que satisfacen las necesidades del alumno. Además, afirman que en promedio los jóvenes universitarios dedican entre tres y seis horas al día en el uso de aplicaciones móviles, estando dispuestos a utilizar una app como refuerzo educativo, principalmente si esta es gratis.

Salka y Drlik (2018), presentan el marco de trabajo de una aplicación móvil basado en un enfoque de microaprendizaje, mostrando al estudiante pequeños contenidos temáticos enfocados al desarrollo de habilidades de programación. La aplicación, realiza una retroalimentación inmediata de las actividades, que consisten en pequeños cuestionarios que deben responder al concluir un microcontenido. Esta, realiza la implementación de técnicas de gamificación tales como puntos recompensas e insignias, así como clasificación y comparación con otros miembros.

Como lo hace notar Pantoja (2017), el uso de una aplicación móvil, permite al estudiante avanzar a su propio ritmo y nivel. La autora, presenta una app, como apoyo para una clase de introducción a la programación en C para estudiantes de primer año de ingeniería, diseñada para ayudar a comprender conceptos básicos como asignación de memoria y punteros, presenta un compilador de texto únicamente diseñado para la valoración de la asignación de valores según la actividad presentada y una característica de juego al presentar actividades dinámicas donde el usuario puede jugar con las asignaciones a realizar. Resalta principalmente, como el uso de la aplicación permitió que los estudiantes se vieran con una actitud positiva ante el aprendizaje de algo desconocido.

De acuerdo con Oyelere et al. (2017), los clásicos ejercicios algorítmicos para aprender programación elemental pueden ser muy tediosos, lo que dificulta la motivación de los alumnos. Por tal motivo, en su trabajo presenta el prototipo de una aplicación móvil que hace uso de rompecabezas en forma de juego de mesa de estrategia, en donde cada ronda, los estudiantes resolverán un rompecabezas, que consiste en pequeñas tareas de programación en las que los estudiantes deben construir programas arrastrando, seleccionando y ordenando pequeños fragmentos de código. Si bien, aun no describe resultados sobre la implementación de la app, resalta el hecho de usar estrategias diferentes en la implementación del juego como estrategia para la enseñanza de programación.

Maskeliūnas et al. (2020) presenta en su investigación una aplicación móvil que basada en un enfoque de gamificación, que consiste en presentar visualizaciones de diferentes tipos de algoritmos. La historia del juego se basa en la conciencia ambiental de los problemas ecológicos que ocurren en la vida cotidiana, el usuario actúa como un asesor comercial que debe resolver acertijos para construir un barrio industrial para que la ciudad comience a generar ingresos evitando la contaminación excesiva, así, la implementación

exitosa de tareas relacionadas con la programación permite aumentar los ingresos de la ciudad y la puntuación del juego. Destacan, como el uso de la gamificación conduce a una mejor valoración y por ende a una relación positiva en su uso en el aprendizaje.

Los trabajos anteriormente analizados, ponen de manifiesto como el uso de dispositivos móviles y en específico de aplicaciones en el ámbito educativo son de gran relevancia como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de la programación, especialmente debido a que se requiere lograr que el alumno se encuentre motivado y no llegue al aburrimiento por actividades complejas y repetitivas que no le permitan comprender adecuadamente los conceptos básicos de programación.

Es notorio como algunas de estas aplicaciones hacen uso de diferentes técnicas de gamificación, así como de pequeños editores de código para generar una mejor experiencia con el usuario. En relación con las características de gamificación, casi todas definen los mismos atributos de puntuaciones e insignias. Por otra parte, existen diferencias significativas dentro de la implementación del editor de código, en la presente propuesta este es capaz de realizar la compilación de diferentes tipos de programas y no únicamente sobre asignaciones. Sin embargo, la principal diferencia reca en el tipo de retroalimentación realizada y sobre el seguimiento que el docente puede dar al estudiante. Todos los trabajos manifiestan una retroalimentación inmediata en relación con el resultado obtenido en las actividades presentadas, pero ninguna de ellas proporciona al estudiante una clasificación de manera global del contenido temático que domina o falta por dominar y al cual debe prestar mayor atención, así como una lista de temas específicos en los que debe enfocarse, tal como lo hace la presente propuesta. Es en esta característica, donde el presente trabajo de investigación puede contribuir a definir otras maneras de realizar la retroalimentación. Es decir, mediante la presentación de información más detallada al

estudiante sobre su desempeño, además de proporcionar al docente a través de la misma aplicación móvil, información estadística que le permita rápidamente dar un seguimiento oportuno a sus estudiantes, ya sea de manera presencial o a distancia.

3. Metodología

3.1 Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se utilizó el modelo KUALI-BEH, el cual forma parte de estándar ESSENCE–Kernel and Language for Software Engineering Methods–. Este modelo está enfocado para células pequeñas de desarrollo, permitiendo aprovechar de mejor manera las destrezas de cada uno de los integrantes del equipo, esto a través de la definición de una estructura de trabajo enfocada en los conocimientos y habilidades de cada uno de estos. Este modelo establece dos vistas: estática y operativa. En la primera se establece la forma de trabajo a partir de los intereses y habilidades del profesional involucrado en la realización de las prácticas. La segunda, se encuentra enfocada en todo lo relacionado con la ejecución del proyecto.

Las practicas definidas para el desarrollo de la aplicación móvil, se encuentran agrupadas en función de los resultados esperados, el muestra el desglose de las prácticas, en tres grupos principales para la ejecución del proyecto: Requerimientos y análisis, enfocada principalmente a la definición de las actividades y los elementos de gamificación. Desarrollo de la aplicación e implementación, destinada a la codificación de la app y pruebas de funcionamiento. El cuarto grupo corresponde a la presentación de los resultados obtenidos por la aplicación, principalmente en relación con los resultados obtenidos en el pretest y postest presentes en la aplicación, así como al desempeño mostrado en cada una de las actividades.

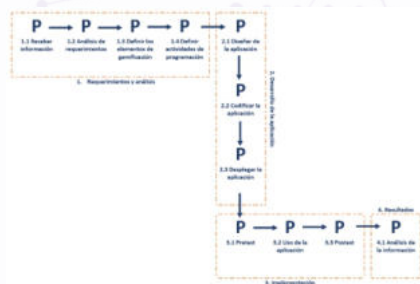


Diagrama 1.
Prácticas de trabajo
definidas en el
modelo KUALI-BEH

En cuanto a las herramientas tecnológicas utilizadas para el desarrollo de la aplicación móvil, se utilizó Node.js, el cual es un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, diseñado para crear aplicaciones escalables (Tilkov & Vinoski, 2010). Angular, plataforma que permite desarrollar aplicaciones web utilizando HTML, CCS y JavaScript, utiliza el patrón MVC y es compatible con el lenguaje TypeScript, además implementa herramientas para testing, Lazy loading y ejecución a través del servidor (Cincovic et al., 2019). Ionic, framework de desarrollo para aplicaciones móviles con HTML, CCS y JavaScript, las aplicaciones en Ionic se ejecutan como aplicaciones nativas y su principal ventaja radica en la apariencia dada por el uso de componentes visuales a los de un desarrollo nativo (Chaudhary, 2018). Capacitor, el cual es runtime nativo multiplataforma que facilita la creación de aplicaciones híbridas para IOs, Android y Web (Huber et al., 2019). Firebase, el cual es una plataforma que provee servicios de base de datos almacenamiento, ejecución de código, autenticación, entre otras herramientas sin necesidad de configurar el servidor (Moroney, 2017).

En relación con el diseño arquitectónico de la aplicación, este permite su replicación en diferentes lenguajes de programación y frameworks. En el diagrama 2, se pueden observar los módulos referentes a la gamificación donde se definen los diferentes niveles de construcción a partir de los cuales se genera la asignación de las insignias y el lugar de los usuarios dentro de la tabla de posiciones.

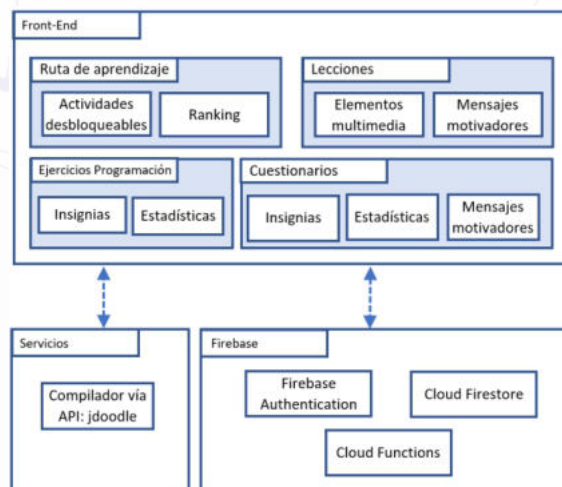


Diagrama 2. Diseño de alto nivel de la aplicación móvil

3.2 Cuestionarios

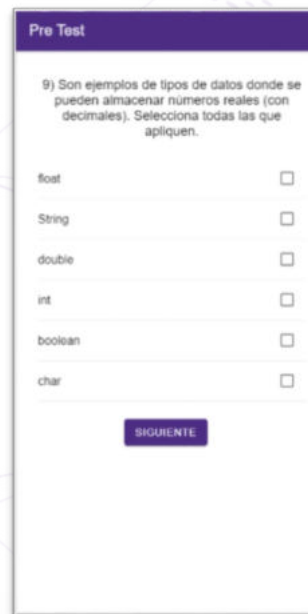
Uno de los aspectos importantes en el diseño y desarrollo de la aplicación es la incorporación de un pretest que permite identificar el nivel de conocimiento sobre programación con el que cuenta el estudiante. Este, consta de 20 preguntas, enfocadas a determinar que conocimientos básicos posee el estudiante referente a la programación. A partir del resultado obtenido en el cuestionario, se presentan actividades con un nivel de complejidad apropiado para el desarrollo de nuevas habilidades y sobre todo para la comprensión a detalle de los conocimientos ya adquiridos.

La , muestra la pantalla principal de la aplicación donde se puede observar como primera actividad el pretest, una vez realizada esta actividad se desbloquea el ingreso a los siguientes módulos donde poco a poco se va desglosando el contenido temático que marca el plan de estudios de la asignatura de fundamentos de programación. Dependiendo del resultado obtenido en el pretest, dentro de cada módulo pueden encontrarse actividades superadas que no es necesario realizar ya que se considera como un tema cubierto.



Figura 1. Pantalla principal de la aplicación

La figura 2 , muestra la pantalla de la aplicación con una de las preguntas del pretest, las cuales son de tipo opción múltiple.



Así mismo, se encuentra incluido dentro de la aplicación móvil un postest, que se encuentra como actividad final luego de concluir todos los módulos contenidos en la aplicación. Este cuestionario, consta de las mismas preguntas que el pretest, lo que permite validar a través de estas, si el estudiante logró adquirir los fundamentos básicos de programación que le permitan continuar en tópicos más avanzados dentro de su formación universitaria.

La , muestra la pantalla que visualiza el estudiante cuando responde el cuestionario, en el cual se pueden observar nuevamente preguntas de tipo opción múltiple.

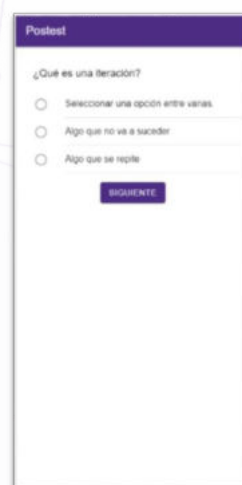


Figura 3. Pregunta postest

Por otra parte, la aplicación cuenta con un editor de código que permite al estudiante analizar el funcionamiento y rendimiento de los programas que diseña para cada una de las actividades propuestas.

La , muestra una actividad en donde el estudiante debe crear un programa y mejorar el rendimiento de este a través del editor. Los resultados de este editor permiten a la aplicación almacenar información respecto al progreso del estudiante en cuestión de habilidad para la codificación. Los programas solicitados en la actividad son básicos para el aprendizaje de programación.

Esta funcionalidad dentro de la app es muy importante ya que muchos de los estudiantes al ingresar a la carrera no cuentan con equipo de cómputo para realizar actividades de este tipo, por lo que al poder usarlo dentro de una app disponible para el su teléfono móvil se vuelve una herramienta de gran ayuda tanto para el docente como para el estudiante.



Figura 4. Editor de código incorporado en la aplicación

Así mismo, en la aplicación se encuentra un módulo visible únicamente para el docente que le permite llevar un seguimiento oportuno de sus estudiantes, en el cual se puede observar las puntuaciones obtenidas por cada uno de los estudiantes tanto en los cuestionarios como en las demás actividades presentes en la app.

En la figura 5, se puede observar cómo se presenta una gráfica por estudiante que permite hacer un análisis personalizado de manera rápida de cuáles son las áreas de oportunidad de cada estudiante en las cuales se necesita hacer un mayor seguimiento. Las gráficas permiten observar cuales son las puntuaciones que ha obtenido el estudiante durante los intentos que realiza, cada actividad permite hacer 3 intentos, por lo que el estudiante tiene la oportunidad de ir mejorando su puntuación. Además, una segunda gráfica permite visualizar de manera rápida la interactividad del estudiante en el día, es decir, permite verificar cuales fueron los días donde realizó mayor número de actividades, y cuales donde realizó menos actividades.

Esta sección, es sin duda una de las más importantes ya que sirve como soporte para la toma de decisiones que el docente realice al seleccionar otras estrategias de enseñanza. Además, le permite verificar de manera rápida que los estudiantes estén utilizando la aplicación como apoyo a las sesiones de clase impartidas.



Figura 5. Pantalla de seguimiento disponible para el docente

En cuanto al estudiante, existe una pantalla que le permite hacer un análisis rápido de su desempeño en las actividades realizadas. En la , se puede observar cómo aparece el número de actividades realizadas, así como de ejercicios, mostrando además la actividad con el mejor tiempo, es decir aquella que realizó de manera correcta y en el menor tiempo, la actividad que repitió más que se considera el tema con mayor atención y cuales son aquellos temas que se debe repasar para lograr mejores puntuaciones.

La pantalla de seguimiento del estudiante tiene como objetivo presentar una retroalimentación general para él, de manera que pueda identificar desde su perspectiva cuales son los tópicos que le llevaron mayor tiempo para comprender y cuales fueron aquellos que comprendió fácilmente, a partir de esto el estudiante puede hacer un análisis rápido de los temas en los cuales debe prestar mayor atención y principalmente cuales son las actividades que debe volver a realizar para obtener mejores puntuaciones, pero sobre todo para comprender el tema de manera adecuada.



Figura 4. Pantalla de seguimiento disponible para el estudiante

3.3 Gamificación

En cuanto a la gamificación la aplicación móvil cuenta con un diseño basado en niveles e insignias donde a partir de logro de habilidades es posible desbloquear niveles superiores. El Diagrama 2, describe cada una de las características presentes en la app.



Diagrama 3. Características de gamificación

En la figura 7, se puede observar en la parte superior de la pantalla el número de insignias que el estudiante obtiene al realizar las actividades en cada nivel, lo que a su vez le permite ir desbloqueando niveles para acceder a actividades de mayor complejidad que son necesarias cubrir para poder pasar a un siguiente módulo. En la figura 8, se puede observar la tabla de posiciones globales, mostrando a los estudiantes con mejores puntuaciones con medallas de oro, plata y bronce y aquellos que se encuentran en lugares consecutivos estrellas que se encuentran rellenas dependiendo de las puntuaciones globales obtenidas.



Figura 8. Insignias obtenidas por estudiante



Figura 8. Tabla de posiciones

3.4 Población de estudio

La herramienta propuesta se aplicó a 20 estudiantes de segundo semestre pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, en edad promedio de 18 años, ambos sexos. Dicho grupo, está conformado por estudiantes que no lograron acreditar el curso de manera regular. La propuesta se aplicó durante tres semanas, debido cuestiones de planeación de tipo administrativo de la institución.

4. Resultados

4.1 Pretest y postest

permitieron identificar algunas deficiencias iniciales de los estudiantes. La describe la cantidad de estudiantes que obtuvieron aciertos en cada una de las preguntas del pretest, la cual permite hacer una comparación con la que muestra el número de aciertos por estudiantes en el postest.

Tabla 1. Puntuaciones pretest

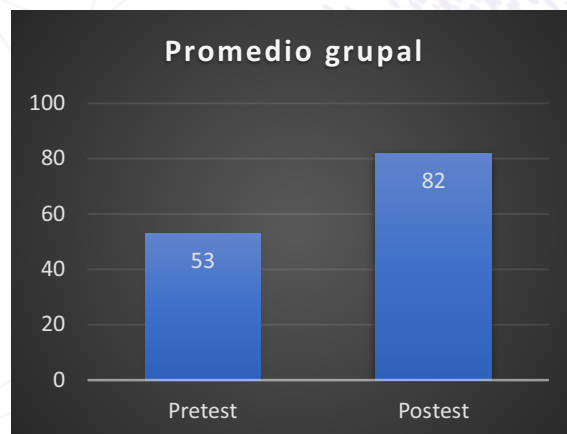
Pretest		
Pregunta	Número de estudiantes con respuesta correcta	Número de estudiantes con respuesta incorrecta
1	11	9
2	10	10
3	8	12
4	7	13
5	14	6
6	14	6
7	9	11
8	11	9
9	9	11
10	13	7

Tabla 1. Puntuaciones postest

Postest		
Pregunta	Número de estudiantes con respuesta correcta	Número de estudiantes con respuesta incorrecta
1	16	4
2	17	3
3	15	5
4	16	4
5	18	2
6	19	1
7	16	4
8	16	4
9	15	5
10	18	2

3.3 Gamificación

grupo, ya que paso de ser una calificación muy baja a una calificación aprobatoria que, si bien no logró superar el 90, es un buen indicio de que la app logró afianzar ciertos conocimientos donde el estudiante mostraba deficiencias.



Gráfica 1. puntuación grupal

5. Conclusiones

En referencia a la implementación general de la aplicación, esta obtuvo buenos resultados ya que las actividades presentadas permitieron a los estudiantes reforzar sus conocimientos, tanto de manera teórica como práctica al poseer actividades diversas que les permitieron llevar un proceso de aprendizaje más dinámico y sobre todo acorde a las necesidades que cada uno presentaba. Una característica importante fue que los estudiantes podían acceder a las actividades según su decisión o dependiendo del desempeño obtenido en el pretest realizado al ingresar a la aplicación. Además, la interfaz amigable permitió un adecuado uso y sobre todo facilidad al momento de acceder a cualquier sección, lo cual resultó atractivo para los estudiantes.

En cuanto a los resultados obtenidos en los cuestionarios, se resalta el hecho de que los estudiantes lograron mejorar su desempeño en varios de los temas que se abordan dentro de la app, es importante destacar que el hecho de que el estudiante conozca cuáles son los temas que debe repasar le permite tener un conocimiento de sus áreas de oportunidad además de conocer cuáles son aquellos temas que domina de mejor manera,

lo cual le proporciona un panorama amplio de su proceso de aprendizaje. Aunque, en este momento no se lograron obtener calificaciones excelentes o mayores a 90, se considera un buen logro el que del cien por ciento de los estudiantes que participaron en el estudio se lograra pasar de un 50% que inicialmente lograba acreditar el cuestionario a un 80%, lo cual denota que la aplicación móvil logró cumplir apropiadamente el objetivo esperado, que fue el mejorar el desempeño de los estudiantes que aprenden estructuras de datos.

6. Trabajo a futuro

Una de las características funcionales que actualmente se está desarrollando es la incorporación del reconocimiento facial de las emociones presentadas por los estudiantes mientras interactúan con la aplicación, con el objetivo de identificar los estados emocionales de estos y a partir de ello proporcionar ayuda o retroalimentación totalmente personalizada y en función de las necesidades del estudiante.

Además, se pretende incorporar un módulo web que permita al docente crear sus propias actividades para ser incorporadas en una sección especial para sus estudiantes.

7. Agradecimientos

Agradecimiento especial al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por las facilidades prestadas para la implementación de la propuesta.

Referencias Bibliográficas

Afi. (2017). El trabajo del futuro.17. www.afi.es

Arroyo-lópez, E., Ríos-silva, T., Rico-martínez, A., Morales-Trujillo, M., & Oktaba, H. (2015). Estructurando la Forma de Trabajo de Células de Desarrollo de Software Usando KUALI-BEH. *ReCIBE*, 4(4).

Cárdenas García, I., & Cáceres Mesa, M. L. (2019). Las generaciones digitales y las aplicaciones móviles. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 162.

Chaudhary, P. (2018). Ionic Framework. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(5).

Cincovic, J., Delcev, S., & Draskovic, D. (2019). Architecture of web applications based on Angular Framework: A Case Study. *ICIST*, 7, 7.

Cruz Barragán, A., & Barragán López, A. D. (2014). Aplicaciones Móviles para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Enfermería. *Experiencias de La Práctica*, 1 (3), 51 – 57. http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol1num3/A4_Aplic_Mov.pdf

Herrera, S., & Fennema, M. (2011). Tecnologías móviles aplicadas a la educación superior. ... Congreso Argentino de Ciencias de La ... 620–630. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18718>

Huber, S., Demetz, L., & Felderer, M. (2019). Analysing the Performance of Mobile Cross-platform Development Approaches Using UI Interaction Scenarios. *International Conference on Software Technologies*, 1250, 40–57. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52991-8_3

Maskeliūnas, R., Kulikajėvas, A., Blažauskas, T., Damaševičius, R., & Swacha, J. (2020). An interactive serious mobile game for supporting the learning of programming in javascript in the context of eco-friendly city management. *Computers*, 9(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/computers9040102>

Moroney, L. (2017). The Firebase Realtime Database. In *The Definitive Guide to Firebase*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2943-9_3

OIT. (2020). El teletrabajo durante la pandemia de COVID-19 y después de ella. In *Oficina Internacional del Trabajo y la Fundación Europea* (Vol. 1). www.ilo.org/publns.

OMG. (2018). Kernel and Language for Software Engineering Methods (Essence). Versión 1.2, 300. <https://www.omg.org/spec/Essence/1.2>

Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Laine, T. H. (2017). Integrating Parson's programming puzzles into a game-based mobile learning application. *ACM International Conference Proceeding Series*, 158–162. <https://doi.org/10.1145/3141880.3141882>

Pantoja, M. (2017). Designing a New Video Game App as an aid for Introduction to Programming classes that use C Programming Language. 1–7. <https://doi.org/10.4995/head17.2017.4606>

Rey, E. J. (2019). Computación en Ingeniería: La experiencia de pensar para solucionar problemas con algoritmos y programas en aula real y aula virtual. *SAEI, Simposio Argentino de Educación En Informática Computación*, 1–16.

Serna, E., & Polo, J. (2014). Lógica y abstracción en la formación de ingenieros: una relación necesaria. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XV(2), 299–310.

Skalka, J., & Drlík, M. (2018). Conceptual framework of microlearning-based training mobile application for improving programming skills. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 725, 213–224. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75175-7_22

Stromquist, N. P. (2019). World Development Report 2019: The changing nature of work. In *International Review of Education* (Vol. 65, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s11159-019-09762-9>

Talavera, H., & Frank, J. (2020). La Educación En Tiempos De Pandemia: Los Desafíos De La Escuela Del Siglo Xxi. *Revista Arbitrada Del Centro De Investigación Y Estudios Gerenciales*, 176–187. [http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.44\(176-187\)_Hurtado_Talavera_articulo_id650.pdf](http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.44(176-187)_Hurtado_Talavera_articulo_id650.pdf)

TecNM. (2016). Fundamentos de programación. 1–8.

Tilkov, S., & Vinoski, S. (2010). Node.js: Using JavaScript to Build High-Performance Network Programs. *IEEE Internet Computing*, 14(6), 80–83. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5617064&isnumber=5617049>

Zambrano, J. A. O., Tapia, L. M. S., & Santillán, J. A. A. (2015). Importancia de la programación en la formación de los ingenieros de sistemas computacionales. 1.