

Sistema integral de realidad aumentada para la prevención y control de obesidad y sobrepeso en niños

RESUMEN: México ocupa el primer lugar en obesidad infantil, siendo un problema de salud pública, debido a su magnitud y trascendencia los niños obesos tienen más probabilidades de desarrollar una serie de problemas de salud en la edad adulta. Por lo anterior, el objetivo de este artículo es desarrollar y evaluar un sistema integral de realidad aumentada para la prevención y control de obesidad y sobrepeso en niños mediante Unity y Vuforia. Para lograr el objetivo, primero se obtuvieron los requerimientos basándose en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2017 para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad, así como en encuestas y entrevistas con personal médico y administrativo del sector salud, con niños y padres de familia. Posteriormente, se diseñó y desarrolló una base de datos con información de salud de niños, la aplicación móvil de realidad aumentada y un sitio web como complemento. Finalmente, se realizó la evaluación del sitio web con médicos y de la aplicación móvil de realidad aumentada con médicos, niños y padres de familia, en donde se obtuvieron resultados favorables de utilidad, de facilidad de uso e intención de uso.

PALABRAS CLAVE: aplicación móvil, expediente médico personal, obesidad y sobrepeso, realidad aumentada, sistema integral, tecnología móvil.



Colaboración

José Alfonso Gómez Sánchez; Selene García Nieves; José Eduardo Gerónimo Castro, Tecnológico Nacional de México / ITS de Las Choapas; Carlos Rubén Mota Pino, Tecnológico Nacional de México / ITS de Progreso

Fecha de recepción: 31 de agosto del 2022

Fecha de aceptación: 02 de mayo del 2023

ABSTRACT: Mexico occupies the first place in childhood obesity, being a public health problem, due to its magnitude and importance obese children are more likely to develop a series of health problems in adulthood. Therefore, the objective of this article is to develop and evaluate a comprehensive augmented reality system for the prevention and control of obesity and overweight in children through Unity and Vuforia. To achieve the objective, the requirements were first obtained based on the Official Mexican Standard NOM-008-SSA3-2017 for the comprehensive treatment of overweight and obesity, as well as surveys and interviews with medical and administrative personnel of the health sector, with children and parents. Subsequently, a database with children's health information, the augmented reality mobile application and a website as a complement were designed and developed. Finally, the evaluation of the website with doctors and the augmented reality mobile application with doctors, children and parents was carried out, where favorable results of utility, ease of use and intention to use were obtained.

KEYWORDS: mobile application, personal medical record, obesity and overweight, augmented reality, comprehensive system, mobile technology.

INTRODUCCIÓN

Los niños representan el futuro, y su crecimiento y desarrollo saludable deben ser una de las máximas prioridades para todas las sociedades. Los niños y los recién nacidos en particular son

especialmente vulnerables frente a la malnutrición y enfermedades infecciosas, que son prevenibles o tratables en su mayoría [1].

México ocupa el primer lugar mundial en obesidad infantil, y el segundo en obesidad en adultos, precedido sólo por los Estados Unidos. Problema que está presente no sólo en la infancia y la adolescencia, sino también en población en edad preescolar [2].

Los niños obesos tienen más probabilidades de desarrollar una serie de problemas de salud en la edad adulta [3, 4]. Entre ellos:

- Cardiopatías; Resistencia a la insulina (con frecuencia es un signo temprano de diabetes inminente); Trastornos osteomusculares (especialmente artrosis, una enfermedad degenerativa muy discapacitante que afecta las articulaciones);
- Algunos tipos de cáncer (endometrio, mama y colon); Discapacidad;
- Hipertensión arterial; Diabetes mellitus tipo 2.
- Enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares; Algunas neoplasias en mama, endometrio, colon y próstata.

Se realizó una búsqueda científica para identificar qué trabajos relacionados contribuyen con la problemática de obesidad y sobrepeso en niños, destacándose las siguientes investigaciones:

Diseño de un sistema de realidad aumentada para la prevención de obesidad en niños: por medio de un sistema de salud móvil orientado a niños que permita interactuar con su smartphone o tablet, brindándoles así información acerca de los alimentos utilizando RA [5].

Nuevas metodologías educativas para combatir la inactividad física. La tecnología al servicio de la educación: Muestra las diferentes modalidades de los ex y su relación con el incremento de los niveles de condición física y mejorarlas. Los Exergames hacen referencia a un formato de videojuego que combina la Actividad Física (AF) y el juego, interpretando los movimientos corporales generando una conexión motriz entre el jugador y el dispositivo [6].

Los exergames como alternativa para la gamificación de las actividades curriculares de los nativos digitales: los exergames educativos combinan elementos de aprendizaje basados en juegos (juegos cognitivamente desafiantes) y exergames (juegos físicamente desafiantes) [7].

Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual: en un videojuego se plantean distintas metas a cumplir, las cuales dan una retroalimentación al usuario de estar realizando un movimiento de forma correcta o no [8].

Programa de entrenamiento escolar gamificado para fomentar la actividad física saludable a través de una metodología innovadora de realidad aumentada: Es una propuesta de una unidad didáctica (UD) 4.0 a través de un programa de ejercicios para mejorar la salud donde se explican las diferentes formas de trabajar las Cualidades Física Básicas (CFB), que tendrá como componente innovador la gamificación a través de aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) [9].

Se analizaron los trabajos relacionados y se determinó que no existe un sistema integral de realidad aumentada como herramienta de apoyo en la prevención y control de obesidad y sobrepeso en niños. Es importante mencionar que la realidad aumentada (RA) consiste en sobreponer objetos o animaciones generadas por computadora sobre la imagen en tiempo real que recoge una cámara web. De esta manera podemos "aumentar" en la pantalla, la realidad que mira la cámara con los elementos de una realidad virtual "Es el entorno real mezclado con lo virtual".

A diferencia de la realidad virtual, la RA es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno aumentado con información generada por una computadora [10].

Por lo anterior el objetivo de este artículo es "Desarrollar y evaluar un sistema integral de realidad aumentada para la prevención y control de obesidad y sobrepeso en niños mediante Unity y Vuforia".

El sistema integral cuenta con una aplicación móvil como elemento principal y un sitio web como complemento. Las funciones principales de la aplicación móvil es mostrar en realidad aumentada la clasificación de alimentos de acuerdo con el plato del bien comer, mostrar rutinas de ejercicios, dietas, la administración del expediente incluyendo notas de salud, con acceso por parte de 2 tipos de usuarios: médico y paciente; por otra parte, el sitio web es un complemento del proyecto cuya función principal es que el médico pueda administrar el expediente de salud de los niños.

MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología y modelo de desarrollo

Para el desarrollo de este proyecto se empleó la metodología de IBM, Rational Unified Process (RUP) y el modelo de desarrollo iterativo. RUP es un desarrollo de sistema prescriptivo y bien definido proceso, a menudo utilizado para desarrollar sistemas basados en tecnologías basadas en objetos y/o componentes. Es basado en principios sólidos de ingeniería de software, como adoptar un enfoque interactivo, orientado a los requisitos y centrado en la arquitectura para el desarrollo de software [11].

El modelo de proceso incremental se centra en que en cada incremento se entrega un producto que ya opera.

Los primeros incrementos son versiones desnudas del producto final, pero proporcionan capacidad que sirve al usuario y también le dan una plataforma de evaluación. El desarrollo incremental es útil en particular cuando no se dispone de personal para la implementación completa del proyecto en el plazo establecido por el negocio [12].

Obtención de los requerimientos

El primer elemento que se tomó en cuenta para obtener los requerimientos fueron la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2017 para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad [4], así como la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico [13]. El segundo elemento que se tomó en cuenta fueron encuestas y entrevistas que se realizaron con personal médico y administrativo del sector salud, así como con niños y padres de familia.

Los requerimientos de la aplicación se plasmaron en un formato del estándar IEEE 830 de especificación de requerimientos de software, el estándar IEEE 830 sugiere una serie de puntos a tener en cuenta para realizar un documento de requerimientos de software. Esta documentación consta de: Introducción, Descripción General y Requisitos específicos [14].

Análisis de la información

De acuerdo con los requerimientos recopilados se procedió a realizar un análisis de la información y se concluyó que el sistema integral debía contener lo siguiente:

- Una base de datos del expediente clínico de los niños.
- El plato del bien comer con realidad aumentada en donde se visualizan los tres grupos de alimentos (frutas y verduras, cereales y leguminosas y alimentos de origen animal).
- Rutinas de ejercicios enfocadas a niños.
- Recomendaciones para la buena alimentación del niño.
- Control del peso y administración de la información de salud de los niños.
- Existirán 2 tipos de usuario para la aplicación móvil: médico y paciente.
- El médico podrá: administrar información personal de nuevos niños, administrar el expediente completo del niño, capturar datos durante una consulta subsecuente de un niño, ver notas capturadas por un niño o por algún familiar en su diario de salud.
- El usuario paciente podrá: visualizar sus tratamientos médicos emitidos por el médico durante una consulta, visualizar su expediente completo, el paciente no podrá modificar la información de su expediente, pero sí podrá agregar notas de salud. Las notas de salud capturadas por el paciente pueden ser visualizadas por su médico en tiempo real.

Diseño de la arquitectura

El siguiente paso fue el diseño de una arquitectura tecnológica mediante un diagrama de componentes UML, se realizó en el software StarUML (Figura 1).

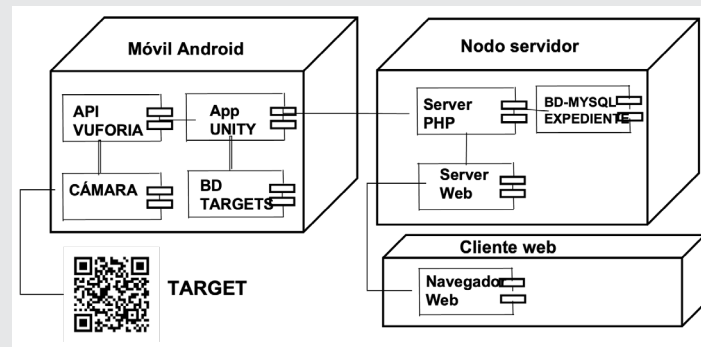


Figura 1. Arquitectura tecnológica del sistema.

Los componentes de la arquitectura son los siguientes:

Móvil Android: incluye una aplicación móvil desarrollada en Unity para dispositivos Android, debe contener el API de Vuforia y una base de datos de Targets.

Nodo servidor: se encuentra el servidor web Apache y el servidor PHP, así mismo la base de datos MySQL.

Cliente web: se encuentra el navegador para el acceso a la administración del expediente por parte del médico.

Desarrollo del sistema integral

Diseño de la base de datos de salud: se creó una base de datos del expediente médico personal de los niños en el Sistema Gestor de Base de Datos MySQL, utilizando PHPmyAdmin.

Diseño de la base de datos de Targets: se creó una base de datos de targets en Vuforia, como elementos "singles".

Desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada: esta aplicación se desarrolló utilizando el entorno de desarrollo Unity. En las figuras 2 a 7 se presentan algunas de las pantallas más representativas de la aplicación móvil de RA. En la Figura 2 se muestra el menú principal de la aplicación.



Figura 2. Menú principal de la aplicación de RA.

Si el usuario elige “el plato del bien comer”, en la Figura 3 se muestra que puede elegir verduras y frutas, leguminosas o cereales.



Figura 3. Plato del bien comer.

En la Figura 4 se muestra la pantalla cuando el usuario seleccionó frutas, se presenta un target al dispositivo móvil y se observa como aparece una manzana en RA encima del target.



Figura 4. Presentación en RA aumentada.

En la Figura 5 se muestran las propiedades de las frutas, para el ejemplo presentado, se muestra la información de una manzana.



Figura 5. Propiedades de una manzana.

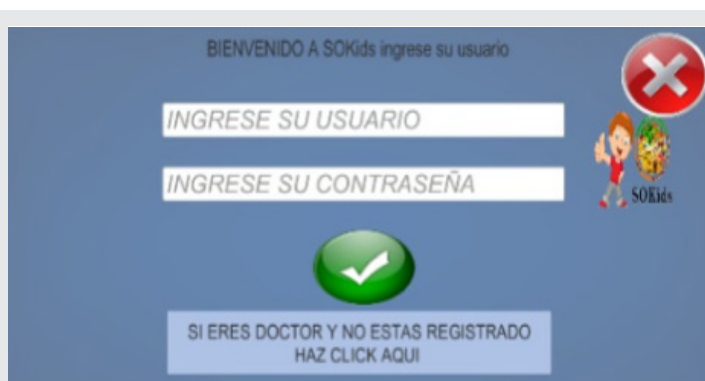


Figura 6. Inicio de sesión.

En la Figura 7 se muestran las opciones que tiene un médico para cada paciente.



Figura 7. Monitoreo desde la aplicación móvil.

Desarrollo del sitio web: como complemento, se desarrolló un sitio web para la administración del expediente utilizando el Framework CodeIgniter, esta administración solo puede ser realizada por el médico. El médico puede realizar el registro de un paciente, de una consulta subsecuente, ver los datos personales, administrar el expediente y ver las notas de salud de los pacientes. En la Figura 8 se muestran las opciones con que cuenta un médico para cada paciente en el sitio web.



Figura 8. Pantalla principal del sitio web.

En la Figura 6 se muestra la pantalla de inicio de sesión para la administración de salud de los niños.

En la Figura 9 se muestra la pantalla del registro de un paciente.

Figura 9. Registro de un paciente.

Evaluación del sistema integral

Posteriormente, se realizó un experimento de evaluación para conocer las percepciones de la aplicación móvil y el sitio web en base a los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso.

Para la evaluación, se trabajó con una institución de salud que atiende alrededor de 100 niños con seguimiento de obesidad y sobrepeso, con 2 médicos atendiendo. Se tomó como muestra a 10 niños y los 2 médicos que atienden a los niños.

Primeramente, se les proporcionó una capacitación sobre el uso de la aplicación móvil de realidad aumentada, a los médicos también se les capacitó sobre el uso del sitio web.

Posteriormente, se inició con las siguientes actividades:

- Cada médico registró a 5 niños en la base de datos del sistema.
- Los médicos registraron 3 consultas de salud por niño (una cada 15 días).
- Los niños y familiares visualizaron el plato del buen comer, las rutinas de ejercicios y en la sección de extras, jugaron un puzzle, además visualizaron el expediente médico y realizaron 1 nota de salud entre consultas.
- El médico visualizó la nota de salud realizada por los niños o sus familiares.

Al finalizar las actividades se aplicó una encuesta evaluativa de la aplicación a cada participante, con una duración aproximada de 15 minutos. Las respuestas de cada una de las preguntas se realizaron con una escala Likert de 5 niveles (completamente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo, completamente en desacuerdo), se eligió la escala Likert por ser una de las herramientas más utilizadas por los investigadores cuando desean evaluar las opiniones y actitudes de una población o muestra seleccionada.

RESULTADOS

Los resultados de las encuestas se capturaron en el software estadístico SPSS. A continuación, se presen-

tan los resultados de cada factor evaluado por cada uno los participantes en la evaluación.

Resultados por parte de los médicos

En la Figura 10 se presenta el gráfico de la evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada realizada por los 2 médicos participantes en el experimento, para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.57, para el factor de facilidad de uso se obtuvo un promedio de 4.79 y para el factor de intención de uso se obtuvo un promedio de 4.50, los cuales hacen referencia a que se encuentran en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con desviaciones estándares pequeñas respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general los médicos consideran útil, fácil de usar y tienen la intención de usar la aplicación como herramienta de apoyo para el control y seguimiento de niños con obesidad y sobrepeso. Es importante mencionar que los médicos comentaron que la aplicación es excelente para visualizar en realidad aumentada distintos elementos que provee la aplicación, sin embargo, para administrar la información de salud de los niños consideran que es más complejo desde la aplicación, por lo cual como complemento para administrar la información de salud de los niños se desarrolló un sitio web.

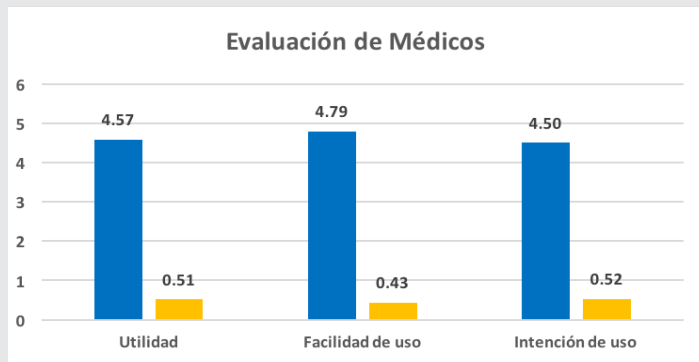


Figura 10. Estadísticos de evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada por parte de los médicos.

Derivado de los comentarios de los médicos, como complemento se desarrolló un sitio web para la administración de salud de los niños. En la Figura 11 se muestran los resultados, para el factor de utilidad e intención de uso se obtuvo un promedio de 5, para el factor de facilidad de uso se obtuvo un promedio de 4.93, con desviaciones estándares nulas o pequeñas respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general los médicos consideran útil, fácil de usar y tienen la intención de usar el sitio web como herramienta de apoyo la administración de salud de los niños.

Resultados por parte de los niños

En la Figura 12 se presenta el gráfico de la evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada realizada por los 10 niños participantes en el experimento, para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.88, para el factor de facilidad de uso se obtuvo un promedio de

4.93 y para el factor de intención de uso se obtuvo un promedio de 5, los cuales hacen referencia a que se encuentran en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con desviaciones estándares pequeñas respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general los niños consideran útil, fácil de usar y tienen la intención de usar la aplicación de RA. En entrevistas con los niños, resaltaron lo llamativo de aprender sobre los alimentos con RA.

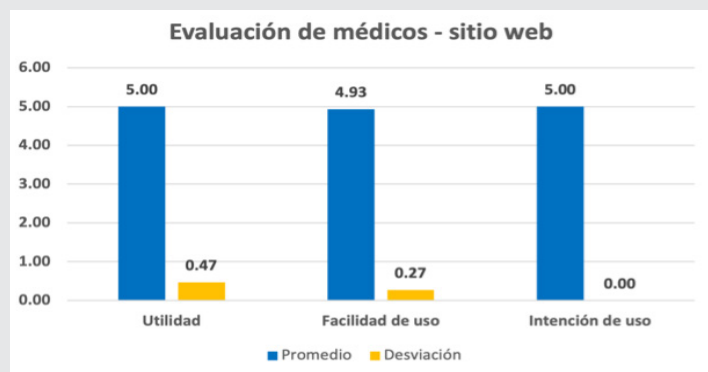


Figura 11. Estadísticos de evaluación al sitio web por parte de los médicos.

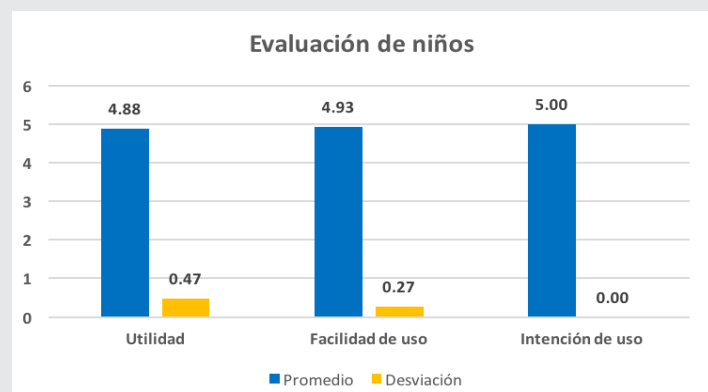


Figura 12. Estadísticos de evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada por parte de los niños.

Resultados por parte de los padres

En la Figura 13 se presenta el gráfico de la evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada realizada por los 10 padres de familia o tutores de los niños participantes, para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.93, para el factor de facilidad de uso se obtuvo un promedio de 4.93 y para el factor de intención de uso se obtuvo un promedio de 4.86, los cuales hacen referencia a que se encuentran en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con desviaciones estándares pequeñas respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general los niños consideran útil, fácil de usar y tienen la intención de usar la aplicación de RA. De acuerdo con entrevistas con los padres o tutores consideraron que la aplicación motiva a los niños a interesarse en su salud, así mismo mencionaron la importancia de contar con un diario de salud que registre los comentarios de salud o dudas que tienen entre consultas.

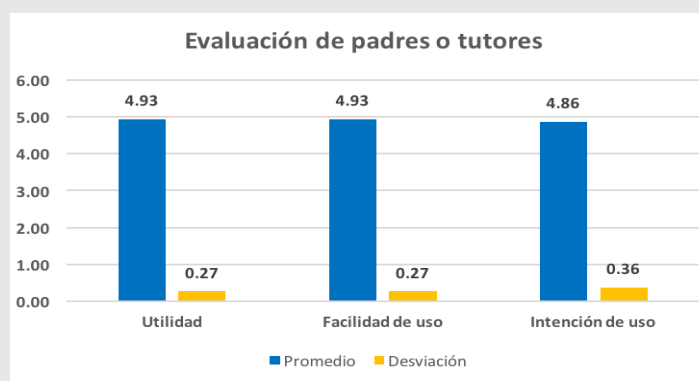


Figura 13. Estadísticos de evaluación a la aplicación móvil de realidad aumentada por parte de los padres o tutores.

CONCLUSIONES

Se desarrolló y evaluó una aplicación móvil de realidad aumentada para el control y seguimiento de niños con obesidad y sobrepeso utilizando Unity, Vuforia y una base de datos de información de salud de los niños, así mismo, como complemento se desarrolló y evaluó un sitio web para que los médicos administren el expediente de salud de los niños. De acuerdo con la evaluación en cuanto a los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso, los resultados fueron alentadores por lo que podría decirse que el sistema integral puede contribuir como herramienta de apoyo en el control y seguimiento de niños con obesidad y sobrepeso, además qué de acuerdo con comentarios de los padres, los niños que no tienen obesidad y sobrepeso les puede resultar atractivo cuidar su salud para prevenir dicha enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el apoyo financiero para la realización del proyecto "Sistema Integral de Realidad Aumentada para prevención y control de obesidad y sobrepeso en niños", con clave 5892.19-P, del cual deriva este artículo. Se agradece también al Tecnológico Nacional de México / ITS de Las Choapas por las facilidades para desarrollar el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] OMS3. (2019). *Salud del niño*. Consultado el 07 de enero de 2019, de https://www.who.int/topics/child_health/es/
- [2] Unicef. (2019). *La agenda de la infancia y la adolescencia 2019-2024*. Consultado el 12 de febrero de 2019, de [https://www.unicef.org/mexico/spanish/DT_PROCESO_ELECTORAL\(1\).pdf](https://www.unicef.org/mexico/spanish/DT_PROCESO_ELECTORAL(1).pdf)
- [3] OMS4. (2019). *Comisión para acabar con la obesidad infantil*. Consultado el 07 de enero de 2019, de: <https://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/es/>

[4] NOM008. (2017). NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2017, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. Ciudad de México: Diario Oficial de La Federación. Consultado el 12 de febrero de 2019, de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5523105&fecha=18/05/2018.

[5] Gómez-Soto, O. N.; Vázquez-Briseño, M y Tentori-Espinosa, M.E. (2015). Diseño de un sistema de realidad aumentada para la prevención de obesidad en niños. México.

[6] López-Serrano, S. (2018). Nuevas metodologías educativas para combatir la inactividad física. La tecnología al servicio de la educación. Infad Revista de Psicología, 55-60.

[7] Juca-Maldonado, F. (2018) Los exergames como alternativa para la gamificación de las actividades curriculares de los nativos digitales. Ciencia, Técnica y Mainstreaming Social, [S.l.], n. 2, p. 149-156.

[8] Moreno, F.; Ojeda, J.; Ramírez, E. y Mena, C. (2013). Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual. Club Puerto Azul, Naiguatá, Venezuela.

[9] Morente-Oria, H.; Romance-García, A.R.; Gil-Espinosa, F.J. y Benítez-Porres, J (2018). Programa de entrenamiento escolar gamificado para fomentar la actividad física saludable a través de una metodología innovadora de realidad aumentada (RA). TRANCES: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud, 475-486.

[10] CeDiCyT. (2018). ¿Qué es la realidad Aumentada? Conversus, <http://www.cedicyt.ipn.mx/Rev-Conversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx>.

[11] Kruchten, P. (2004). The Rational Unified Process An Introduction. Boston, MA: Pearson Education, Inc.

[12] Pressman R. (2010). Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. México: Mc Graw Hill. pp. 35-36.

[13] NOM004. (2012). NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico. Consultado el 15 de febrero de 2019, de http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787.

[14] Talledo, J. (2015). Implantación de aplicaciones web en entorno internet, intranet y extranet MF0493_3. España: Paraninfo. pp. 191-192.