

*Artículos científicos*

## **El diseño de un juego móvil para el aprendizaje de árboles binarios**

### **The design of a mobile game to learning of binary trees**

**Irene Aguilar Juárez**

Universidad Autónoma Del Estado De México

[ireneico@gmail.com\\_jaguilarj@uaem.mx](mailto:ireneico@gmail.com_jaguilarj@uaem.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-4747-0336>

**Angel Abinadí Ramírez Urrutia**

Universidad Autónoma Del Estado De México

[abinadi.ramirez.u@gmail.com](mailto:abinadi.ramirez.u@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-8127-2192>

**Sochitl Cruz López**

Universidad Autónoma Del Estado De México

[ingculs09@gmail.com](mailto:ingculs09@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3512-5298>

**Joel Ayala de la Vega**

Universidad Autónoma del Estado de México

[joelayala2001@yahoo.com.mx](mailto:joelayala2001@yahoo.com.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-3279-4143>

#### **Resumen**

En este trabajo se documentan los artefactos obtenidos con base en la Ingeniería del software del diseño de un juego didáctico para dispositivos móviles que pretende facilitar el aprendizaje de las estructuras de datos, específicamente, de los árboles binarios para alumnos de nivel superior. En un juego serio se aplica la interactividad, la motivación y los estímulos auditivos y visuales atractivos para el alumno, con la intención de que la aplicación sea un medio para aprender jugando. Los retos en el diseño y desarrollo de los juegos serios no son triviales, pues en ellos se requiere el uso de varias técnicas de distintas disciplinas, la didáctica, la Ingeniería del software, el diseño gráfico y la programación. Este trabajo se desarrolló en dos fases, primero se realizó un análisis documental sobre metodologías de desarrollo de materiales educativos que integran

técnicas de Ingeniería del software, posteriormente se realizaron las actividades de la metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje para grupos pequeños de no especialistas. Como resultado de este trabajo se obtuvo el diseño de la arquitectura de la información, de la interactividad, de la narrativa lúdica y de la evaluación del aprendizaje que se implementa en una aplicación móvil atractiva para el alumno.

**Palabras clave:** Interactividad, juegos serios, diseño de aplicaciones.

### **Abstract**

This work documents the artifacts obtained based on the software engineering of the design of a didactic game for mobile devices that aims to facilitate the learning of data structures, specifically, binary trees for undergraduate students. In a serious game, interactivity, motivation, and attractive auditory and visual stimuli are applied to the student, with the intention that the application is a means of learning while playing. The challenges in the design and development of serious games are not trivial since they require the use of various techniques from different disciplines, didactics, software engineering, graphic design, and programming. This work was carried out in two phases, first, a documentary analysis was carried out on methodologies for the development of educational materials that integrate software engineering techniques, then the activities of the development of learning objects for small groups of non-specialists were carried out. As a result of this work, the design of the information architecture, the interactivity, the playful narrative, and the learning evaluation that is implemented in an attractive mobile application for the student were obtained.

**Keywords:** Interactivity, serious games, application design.

### **Resumo**

Este trabalho documenta os artefatos obtidos com base na engenharia de software do design de um jogo didático para dispositivos móveis que visa facilitar o aprendizado de estruturas de dados, especificamente árvores binárias para estudantes de nível superior. Em um jogo sério, interatividade, motivação e estímulos auditivos e visuais atraentes são aplicados ao aluno, com a intenção de que o aplicativo seja um meio de aprender enquanto se joga. Os desafios no design e desenvolvimento de jogos sérios não são triviais, pois exigem o uso de várias técnicas de diferentes disciplinas, didática, engenharia de software, design gráfico e programação. Este trabalho foi realizado em duas fases:

primeiro foi realizada uma análise documental sobre metodologias para o desenvolvimento de materiais educacionais que integram técnicas de engenharia de software; em seguida, foram realizadas as atividades de desenvolvimento de objetos de aprendizagem para pequenos grupos de não especialistas. Como resultado deste trabalho, foram obtidos o design da arquitetura da informação, a interatividade, a narrativa lúdica e a avaliação da aprendizagem implementada em um aplicativo móvel atraente para o aluno.

**Palavras-chave:** Interatividade, jogos sérios, design de aplicativos.

**Fecha Recepción:** Enero 2020

**Fecha Aceptación:** Junio 2020

---

## Introducción

Una categoría de software en crecimiento de interés son las aplicaciones de software con propiedades lúdicas, es decir, aplicaciones que tienen actividades que aprovechan la preferencia de los usuarios por las actividades de juego. A este grupo de aplicaciones se les denomina juegos serios y pueden distribuirse en dispositivos móviles o mediante plataformas en línea. El diseño instruccional es muy importante en el diseño de los juegos serios pues es necesario definir los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se buscan promover en el usuario, el diseño instruccional define las actividades de aprendizaje, los recursos que se usarán para alcanzar los objetivos planteados y los mecanismos de evaluación. Además, el desarrollo de un juego serio también requiere de la arquitectura de la información, el diseño gráfico, de los multimedios, de la narrativa, el diseño de personajes, la interacción y las reglas del juego. Integrar las técnicas de diseño didáctico, diseño tecnológico y diseño comunicativo es una tarea compleja que merece atención y estudio para identificar y difundir buenas prácticas que favorezcan el desarrollo de nuevos y más creativos juegos para el beneficio de nuestros estudiantes. En este estudio se describe el contexto de esta área de estudio, se identifican los aspectos didácticos, tecnológicos y comunicacionales involucrados en los juegos didácticos. También se describen los productos generados del análisis y del diseño de un juego serio aplicando una adaptación de la metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje para grupos pequeños.

## Antecedentes y contexto

El uso de teléfonos celulares con finalidades de enseñanza y aprendizaje es una tendencia cada vez mayor en los espacios universitarios del mundo, (Humenente-Ramos, García-Peñalvo, & Conde-González, 2017) (García Iruela & Hijón Neira, 2017), (García Iruela & Hijón Neira, 2017); en México no es la excepción, pues, la disponibilidad de este dispositivo es cada día mayor entre la población.

Actualmente el IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones) reporta que “el número total de usuarios que sólo disponen de un celular inteligente creció de 60.6 millones de personas a 64.7 millones de 2016 a 2017, también se incrementó de 89.0% en 2016 a 92.0 por ciento en 2017 el número de usuarios que se conectan a internet desde un celular inteligente” (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2018). Además, en el año 2017 se reporta que 36.4 millones de los usuarios instalaron aplicaciones en sus teléfonos, principalmente aplicaciones de mensajería instantánea, redes sociales, acceso bancario y aplicaciones para uso de audio y video; los usuarios ven sus beneficios en todos los aspectos de su vida inclusive en su formación escolar.

El uso del celular inteligente, las tabletas o los phablets posibilita un aprendizaje casi ubicuo, un aprendizaje que aprovecha las posibilidades de movilidad y conectividad de estos dispositivos para acceder, procesar y compartir información de forma asíncrona o síncrona. Sin embargo, aunque el uso del teléfono celular se ha extendido en todos los sectores sociales y actividades de los seres humanos, en el mundo se conoce poco sobre su impacto en los logros académicos de los estudiantes.

Desde el año 2013 la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) señalaba la necesidad de investigar sobre la analítica del aprendizaje móvil, entendiéndose el término como el estudio de cómo los educandos utilizan las tecnologías móviles para aprender. La UNESCO considera que la analítica del aprendizaje móvil ha recibido una atención relativamente escasa a lo largo de los últimos quince años, pero, conforme la recopilación de información sobre los educandos y su comportamiento al usar las aplicaciones se facilite a través de los dispositivos móviles, la analítica del aprendizaje móvil podrá y deberá ser aplicada al desarrollo de teorías sobre cómo aprenden las personas. (UNESCO, 2013).

Algunos estudios sobre analítica del aprendizaje móvil han identificado que los beneficios para el alumno no se limitan a facilitar la disponibilidad de la información; Ramos-Elizondo, Herrera- Bernal, & Ramírez-Montoya (2010), observaron como resultado de su investigación que “aunque los estudiantes no están conscientes de ello, los recursos

mLearning y el uso de dispositivos móviles los apoyan en estrategias que promueven el desarrollo de las habilidades cognitivas como la solución de problemas, la toma de decisiones, el pensamiento crítico y el pensamiento creativo”.

Humenente, García y Conde (2017) han identificado que las aplicaciones móviles se desarrollan para dar soporte al aprendizaje en línea para los cursos implementados en las plataformas institucionales o como extensión de cursos MOOC, entre otras estrategias.

Las aplicaciones móviles son productos de tipo software por lo que en busca de su mejor eficiencia su desarrollo debe realizarse mediante los procesos, técnicas y métodos de la Ingeniería del Software; el uso de un proceso de desarrollo de software en el que se apliquen técnicas y estándares garantizan la calidad de la aplicación.

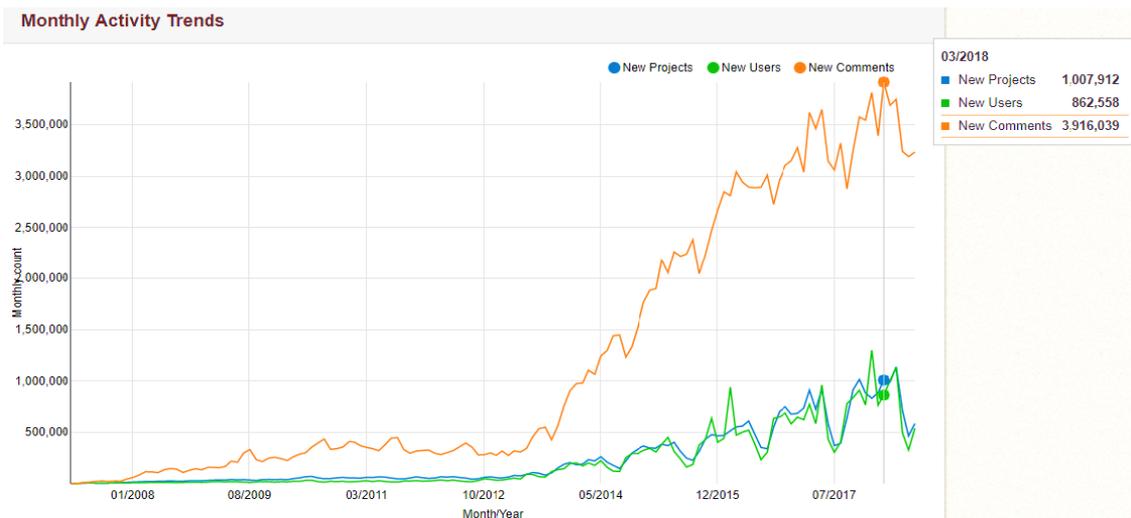
La aplicación de las técnicas de la Ingeniería del Software permite obtener aplicaciones mantenibles, reusables, escalables y funcionales, De Vega Martín (2017, pág. 114) recomienda atender particularmente la norma ISO 9241 relativa a los “Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización”. De esta norma debe atenderse específicamente de la sección décima a la décimo sexta las cuales están relacionados directamente con el diseño y la funcionalidad del software. La ingeniería del software provee técnicas para gestionar los proyectos en todo su ciclo de vida, desde la concepción, el análisis de los requerimientos, modelado de la aplicación, desarrollo, pruebas e implementación.

### **Trabajos previos**

Hay muchos proyectos que tienen el objetivo de usar juegos serios para el aprendizaje de diferentes temáticas incluida la informática. De ellos se destaca el uso de software diseñado específicamente con este fin por ejemplo Scratch un programa que enseña a los niños y jóvenes a programar mediante un lenguaje visual y proyectos lúdicos.

El número de proyectos registrados en el sitio han superado el millón, según las cifras publicadas en el sitio. En la figura uno se puede observar que la tendencia de uso de este programa se ha incrementado a un ritmo acelerado desde el año 2008, sobre todo en los comentarios, (Massachusetts Institute of Technology , 2018).

**Figura 1.** Tendencias de uso de Scratch



Fuente: Massachusetts Institute of Technology , 2018

López (2012) explora el uso de Scratch como medio para facilitar la comprensión de la programación con niños con diferentes necesidades y estilos de aprendizaje, la aplicación ofrece una lista de recursos para hacer el programa accesible y para aprender este lenguaje de programación, aunque scratch está dedicado en desarrollar juegos computacionales bajo su misma plataforma es útil para desarrollar la lógica de programación desde edades tempranas y así minimizar la reprobación en el futuro.

Soares de França y Costa do Amaral (2013) también han usado scratch como medio para desarrollar en los alumnos conceptos de lógica computacional como la secuencia, el evento y el paralelismo, de su trabajo concluyen que “Más que contenidos, los niños pudieron conocer y ejercitar prácticas computacionales en la realización de los desafíos que se les presentaban y exponer sus soluciones en proyectos de variados géneros, de acuerdo con sus preferencias y habilidades”.

Otra aplicación de naturaleza didáctica es Kodu (Microsoft Research, 2018) la cual usa el interés en los videojuegos de los niños y jóvenes para el aprendizaje de la programación. La herramienta ha sido difundida en México gracias al apoyo de los cursos de verano organizados por la SEP (Secretaría de Educación Pública); se usa como medio para fomentar la creatividad, desarrollar habilidades de narrativa de historias, desarrollar habilidades de resolución de problemas y desarrollar habilidades de programación (Secretaría de Educación Pública, 2016).

García-Mundo y otros (2014, pág. 303) analizaron 16 artículos en los que se documenta el desarrollo de nuevas formas de enseñar, específicamente a programar. Los artículos analizados en este documento muestran que el uso de los juegos didácticos incrementa

significativamente el aprendizaje en el área de la Informática. Los autores identificaron que la evaluación del aprendizaje se realizó mediante cuestionarios de conocimientos de preguntas cerradas y fue de tipo cuantitativo.

En el análisis también nos reportan los autores que, en la mitad de los artículos revisados, la mejora del aprendizaje se demostró por medio de un diseño experimental de pre y post test, en la otra mitad se utilizó un diseño experimental de solo post test. En la investigación científica los juegos serios se están aplicando a diferentes ámbitos como educativo, militar, geográfica, de salud, entre otros. Los autores Juca, García y Burgo (2015) utilizan la metodología desde el punto de vista teórico, el análisis, la síntesis y la revisión documental se caracteriza por el uso de los juegos serios. En su artículo los autores clasifican los juegos serios como Advergames, cuyo propósito es la promoción y conocimiento de una marca; Subvergames, estos están diseñados para criticar una marca o influencias desde un punto de vista crítico; Exergames, que es mezclar los videojuegos y la actividad física; y por último podemos mencionar los EduTrainMent, cuya finalidad es formar en un conocimiento determinado, desarrollando aptitudes o la práctica de procedimientos específicos, bajo las características de un juego interactivo.

Los juegos pueden incluir la guía de un tutor o promover el auto aprendizaje en red para influenciar a los jóvenes de forma positiva, acerca del cuidado del medio ambiente y el uso responsable de la energía, como agente de activación regulación, motivador y significativo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así mismo los autores Vizcaíno, Valencia, Soto, García Mundo, & Piattini (2016) nos describen a los juegos serios en un papel importante, ya que se trata de juegos educativos que permiten adquirir conocimientos y habilidades con un bajo costo, es decir se describe un juego con el cual se puedan adquirir algunas de las competencias necesarias en el DGS (Desarrollo Global de un proyecto Software), el juego simula escenarios que suelen presentarse durante el desarrollo global de un proyecto software, de manera que el usuario pueda tomar conciencia de los problemas referentes al DGS y adquirir una cierta experiencia a la hora de solventar estos problemas.

Además, se describe una evaluación preliminar del mismo, para que las empresas de desarrollo de software intenten unirse al mercado global con el fin de poder contratar mano de obra en otros países, buscando reducir los costos, aumentar la productividad y así obtener ventajas competitivas; para realizar esta práctica las empresas requieren

desarrolladores que posean conocimientos y habilidades para solventar los problemas que surgen a causa de la distancia geográfica, temporal y cultural.

Los juegos serios se están utilizando ampliamente en la industria y en la enseñanza pues se presentan como una gran herramienta para que los profesores puedan fomentar la motivación y la participación de sus alumnos. En la literatura se encuentran casos de éxito y experiencias a mejorar, principalmente centrados en enseñanza primaria, secundaria y universidad. En el artículo de “Experiencia de Juegos Serios en el Aula de Formación Profesional” (García Iruela & Hijón Neira, 2017) presenta un estudio de estas aplicaciones en la formación profesional con dos aportaciones: la primera un análisis de la eficacia educativa del empleo de cinco aplicaciones desarrolladas para la enseñanza de la programación, con resultados muy positivos, y la segunda una evaluación cualitativa de dichas aplicaciones por parte de los alumnos que pretende ofrecer una guía de las características o funcionalidades más o menos apreciadas por ellos.

Los video tutoriales creados en LearnScratch y AprendiendoScratch desempeñan el papel de introducir a los estudiantes los conceptos y estrategias de diseño. El maestro en clase tiene el papel de apoyar a los estudiantes, promocionar la colaboración y debate, motivar la creatividad de los alumnos, etc. Además de la metodología de enseñanza colaborativa también se promociona el paradigma del construccionismo: los estudiantes aprenden creando nuevas estructuras en sus mentes que representan los nuevos conceptos aprendidos (Rivas Mercado, 2008).

## **Metodología**

Este trabajo se realizó en dos fases: en primer lugar, se realizó una investigación documental para identificar métodos y técnicas apropiadas para el desarrollo de juegos didácticos. La segunda fase consistió en la realización de las actividades recomendadas por los métodos seleccionados en la etapa previa.

Los juegos didácticos son productos de software en los que convergen aspectos de distintas disciplinas, por lo que en su desarrollo se enfrenta la necesidad de integrar diversos métodos en un sólo ciclo de vida. La revisión documental permitió identificar que el desarrollo de los juegos didácticos es compatible con el desarrollo de los objetos de aprendizaje y que para desarrollar estos recursos existen varios métodos de desarrollo entre los especialistas del campo; del análisis realizado se obtiene la síntesis de la tabla 1. De las metodologías exploradas se decidió trabajar con la metodología que se caracteriza por identificar diferentes roles en el desarrollo de las aplicaciones, esta metodología es la

Metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje para grupos pequeños de no especialistas; Aguilar y Chávez ( 2014).

**Tabla 1.** Fases involucradas en algunas metodologías para el desarrollo de objetos de aprendizaje

ADDIE	(Ossandón N., 2008)	CCOBA (Contreras P & Hernández G, 2011)	MACOBA (Margain, Muñoz, Álvarez, 2009)	MIDOA (Barajas, Muñoz, Álvarez, 2007)	MEDOA (Jimeno L & Lopera, 2010)	MPOBA (Massa, 2012)	MSOAGP (Aguilar, Chávez, 2014)
Análisis	Descripción del objeto de aprendizaje Definición de requerimientos	Análisis de Formación	Requerimientos Análisis	Análisis	Inicio	Elicitación y especificación de requerimientos	Análisis
Diseño	Diseño. Educativo Diseño Navegacional Diseño Multimedia Diseño Computacional		Diseño	Diseño	Elaboración	Diseño	Diseño
Desarrollo	Producción	Desarrollo del O.A. Fase Pedagógica Fase Tecnológica	Desarrollo	Desarrollo	Construcción	Prototipado	Codificación  Pruebas
Implementación	Etiquetado y empaquetado	Pilotaje  Operación	Implementación	Uso		Puesta en Funcionamiento	Implementación
Evaluación	Evaluación técnica  Evaluación comunicativa, pedagógica, epistemológica	Evaluación de Impacto	Evaluación	Evaluación	Transición		Evaluación

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo recomendado por los autores referidos, se realizaron las actividades necesarias para cada dimensión disciplinaria involucrada: las actividades de tipo pedagógico, comunicacional y tecnológico.

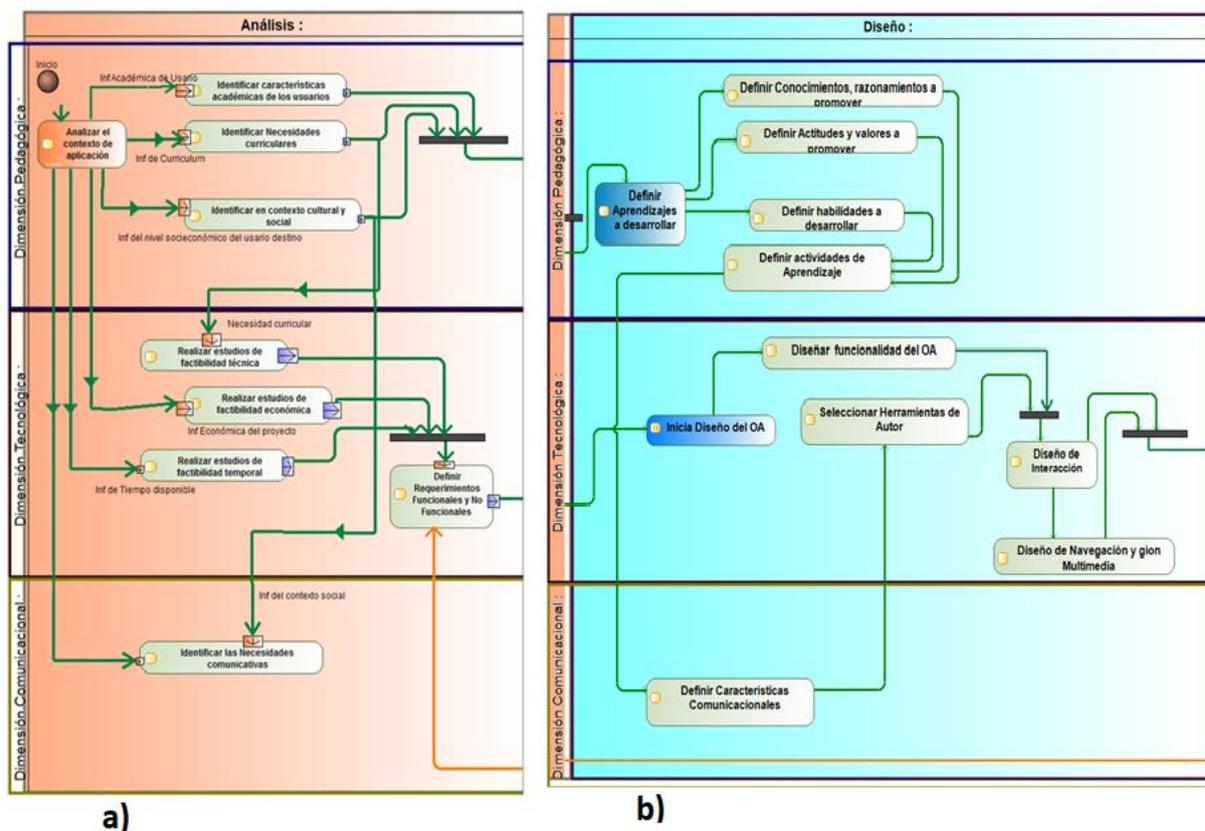
En la figura 2.a se observan las actividades a desarrollar en la fase de análisis:

- en el aspecto pedagógico se debe analizar las necesidades académicas y de formación de los usuarios, el nivel escolar, la edad, el contexto escolar y social.
- en el aspecto tecnológico se identifican requerimientos técnicos de la aplicación a desarrollar, la factibilidad técnica, económica y con base en los recursos disponibles se definen los límites temporales.

- en la dimensión comunicativa se identifican las particularidades de comunicación que se requieren con base en la edad, contexto cultural y perfil de los usuarios.

En la figura 2.b se muestran las actividades en la fase de diseño, las cuales incluyen: el diseño didáctico, el diseño de la evaluación, de la interactividad y el diseño tecnológico de la aplicación. En esta fase también se agregó la definición narrativa del juego y sus normas en la dimensión comunicativa.

**Figura 2.** Fases de análisis y diseño



Fuente: Aguilar Juárez & León Chávez, 2014

Además, para lograr una aplicación lúdica se siguieron las recomendaciones de Bezanilla y otros (2014), quienes señalan que en el diseño del modelo formal del juego didáctico se deben considerar los siguientes componentes estructurales:

- **Objetivos:** deben estar claramente definidos y conocidos por el jugador. En el contexto de un juego serio educativo, los objetivos serán explícitos en las competencias ejecutadas.
- **Reglas:** este componente determinará el orden, los derechos y las responsabilidades de los jugadores, así como los objetivos a cumplir por cada jugador con el fin de alcanzar el reto que enfrenta.

- **Desafío:** determina cuando el juego se termina. En este caso el jugador se enfrentará a problemas relacionados al aprendizaje de las estructuras de datos para los que se buscará soluciones. Una vez todos resueltos, hará frente al desafío. Para el juego serio propuesto, los criterios del final de juego, tanto parcial como general, serán especificados en los resultados del aprendizaje;
- **Interacción:** es el componente que surge de la mecánica y dinámica del juego, que dará lugar a todas las experiencias que el jugador va a disfrutar. Éstas surgirán continuamente como resultado de la retroalimentación inmediata ofrecida por el juego, que a su vez reflejará la evidencia del progreso hacia el desafío final.

Estas actividades son compatibles con las actividades recomendadas por Aguilar Juárez y León Chávez (2014); la adaptación requerida se centra en la narrativa, objetivos, desafíos e interacción lúdica.

### Aspectos didácticos en los juegos digitales

El aprendizaje de temas referentes a la programación de computadoras, no sólo son importantes los alumnos en formación de carreras afines a la computación, sino que también tiene importantes beneficios para el desarrollo intelectual de alumnos de otras profesiones. Rivera (2015) menciona algunas de las ventajas que los alumnos pueden obtener al aprender a programar:

- Mejoran la capacidad de atención y concentración
- Logran más autonomía y mayor interés por la experimentación y el aprendizaje
- Obtienen mejor capacidad de cálculo y de lógica.

Respecto al primer punto sucede que al tener una variedad de módulos que diseñar, codificar y manipular, los alumnos tienen que atender la existencia, funcionalidad y la ubicación de estos mismos componentes, por lo que su dominio requiere desarrollar alta concentración y atención. El alumno además también debe recordar palabras reservadas y tener cuidado con la sintaxis, seguir el patrón diseño y respetar el paradigma del lenguaje de programación, entre otras características que, de no atenderse, se produciría no solo un error de funcionalidad del programa, sino que no se podría ni compilar. Por lo que se le tiene que prestar mucha atención a todos estos detalles. La concentración es fundamental a la hora de programar, es abstraer nuestro pensamiento en líneas de códigos que posteriormente será compiladas e interpretadas por un ordenador.

En segundo lugar, tenemos la autonomía, Gardey (2016) define la autonomía como la propiedad en aquel o aquello que, en determinados contextos, no tiene dependencia de nadie. Aquí están las características de un buen estudiante, el interés por aprender por sí mismo, por lo regular, el aprendizaje autónomo se favorece con los temas que gustan e interesan; los alumnos buscan información con temas relacionados que los apasionan y los motivan. Para ser hábil en programación será necesario ser una persona autónoma, la cantidad de temas, es tan grande y diverso, que es imposible aprenderlo todo de un tema en un solo lugar (escuela, cursos o libros), por lo que el programador tiene que aprender a buscar de forma autónoma las soluciones o herramientas en distintas fuentes de información. Por último tenemos la lógica y el cálculo matemático, aunque es notoria la importancia de este aspecto, la programación brinda muchas características en habilidades matemáticas, la lógica es una de ellas; permite la toma de decisiones mediante el uso correcto de la racionalidad, es decir, permite la toma de decisión de una forma lógica que no solo es útil en el desarrollo de software sino que también se aplica en la vida cotidiana, en las actividades escolares y en el desempeño de profesiones ajenas al desarrollo de software.

### **Aspectos tecnológicos del desarrollo de un juego didáctico**

La ingeniería de software es una disciplina que circunscribe en ella todos los aspectos de la producción de software; Pressman (2010), considera que la Ingeniería de Software es el marco que comprende todos los aspectos de este proceso e integra entre dichos factores: un conjunto de métodos, técnicas y herramientas de software, entre otros, con el fin de desarrollar productos nuevos o mejorar los existentes, por lo que uno de sus objetivos ha sido establecer directrices y principios que sean sistemáticos, predecibles y repetibles a fin de mejorar la productividad y la calidad.

Por eso es altamente recomendable aplicar métodos y técnicas de la Ingeniería del Software en cualquier proyecto que involucre la producción de aplicaciones informáticas, en consecuencia, en este proyecto se aplicarán las recomendaciones y estándares de esta disciplina. En un mundo interactivo como el actual los dispositivos móviles forman parte de la vida cotidiana y son cada vez más sofisticados, de ahí la creciente demanda de software específico para los dispositivos que tienen restricciones y necesidades únicas, esto, por sus propias características.

Según Thomas y otros (2014, pág. 511) el desarrollo de aplicaciones móviles es diferente al software tradicional porque los dispositivos móviles cuentan con una capacidad

limitada, tiene distintos estándares y plataformas; con los cuales se tienen requerimientos específicos de cada usuario y esto es lo que complica su desarrollo. La memoria RAM, el GPU y el procesador de un dispositivo móvil poseen características que de una forma u otra son limitadas, en primer lugar, el tamaño que pose los componentes, esto limita el número de procesos que puede realizar el dispositivo. En caso de que estos componentes pudieran realizar procesos más complejos, estos requerirían y producirían una gran cantidad de energía que a su vez produce que los componentes se calienten, por lo que se necesitaría un método de regularización de temperatura, esto aumentaría el tamaño, peso y el precio del dispositivo; estas características no serían muy viables para un dispositivo que cargamos la mayoría del tiempo.

Es por esto por lo que los dispositivos móviles poseen características limitadas comparadas con otros equipos, como computadoras o consolas de videojuego, esto nos obliga a tener cuidado con el uso de los recursos a la hora de desarrollar para ellos. Respecto a los problemas de visualización y el uso de diferentes pantallas con distintas definiciones, existen diferentes motores gráficos que facilitan la administración de los recursos y el desarrollo de videojuegos tanto móvil como para otras plataformas, funcionando como un intermediario entre el programador y el sistema operativo para el que se quiere desarrollar, facilitando la exportación de aplicaciones para Android o para IOS.

Existen distintos motores gráficos con licencias accesibles para cualquiera que desee aprender a utilizarlos, como GameMaker Studio, Unreal engine, unity, entre otros; como se muestra en la figura cuatro los dos primeros son los más buscados en la República Mexicana en el motor de búsqueda de Google. Estos motores permiten dar instrucciones a los elementos que componen al videojuego mediante lenguajes de programación de alto nivel como C++, C# o JavaScript.

**Figura 3.** Mapa de tendencias de búsquedas en la República Mexicana respecto a motores gráficos



Fuente: <https://trends.google.com.mx/>

Para llevar al desarrollador por el camino correcto en el desarrollo de cualquier juego serio, se debe tener en cuenta la tecnología que se va a ocupar y la cantidad de documentación que existe sobre ella, como, por ejemplo, scratch, que es una de las plataformas que permite el desarrollo de videojuegos.

Los motores gráficos funcionan como un tipo de Framework que ayuda a agilizar el desarrollo de un juego, estos van más allá de sólo ser una herramienta que nos permite programar componentes con mayor facilidad, sino que ayudan a unificar las partes creativas como seguir el modelado (en caso de los juegos 3D), sprites (en caso de un juego 2D), audio (FX, soundtrack, voces), gráficos (Cinemáticas, UI, subtítulos, escenarios, etc).

La programación se encarga de organizar y coordinar a todos estos componentes, en analogía, es como un director de orquesta que organiza y armoniza cada instrumento para lograr bellas melodías. Los programadores se encargan de los procesos de renovación y mantenimiento continuo.

Es importante comparar las propiedades de las diferentes herramientas para desarrollar los juegos serios, como Unreal engine, Scratch, Android, pero ¿cuáles son las ventajas de uno sobre el otro? En la tabla dos se muestra las principales propiedades de las herramientas para desarrollo de aplicaciones; se observa que la complejidad de uso, entre los motores gráficos y las plataformas de desarrollo de video juegos, radica en la potencia y libertad de la creatividad y del desarrollo.

**Tabla 2.** Características técnicas de motores gráficos y plataformas de desarrollo

	Motores Gráfico	Plataforma de desarrollo de videojuegos
Paradigma POO	SI	NO
Paradigma Visual	NO	SI
Lenguajes programación.	C/C++, C#, Boo	Logo, Scratch, Kturtle
Multiplataforma	SI	NO
Modelado	SI	NO
Sprites	SI	SI
Complejidad software	Media	Baja
Dedicado a usuarios	Profesionales	Niños y Jóvenes
Precio	Gratis*	Gratis
Documentación	Ingles	Multilinguaje
Equipo de desarrollo.	Gama media Alta	Sin limitaciones

Fuente: Elaboración propia

Mientras que la plataforma de desarrollo poseen lenguajes de programación estructurado limitados por la poca cantidad de instrucciones que posee, y el poco, o nulo control sobre el sistema operativo (hilos, archivos, memoria); en contraste los motores gráficos poseen lenguajes de alto nivel que si bien no permite tener control total del sistema operativo o del hardware, si ofrecen más libertad con los recursos proporciona el sistema operativo, por ejemplo, se puede manipular los archivos byte a byte, obtener la referencia de la memoria, crear hilo o proceso paralelos para su manipulación y sincronización con otros hilos, etc.

Los motores gráficos cuentan con mayor robustez para la creación de videojuegos más complejos, permite la manipulación de los componentes con más detalle y utiliza lenguajes de programación estandarizados.

### **Aspectos de comunicación e interactividad**

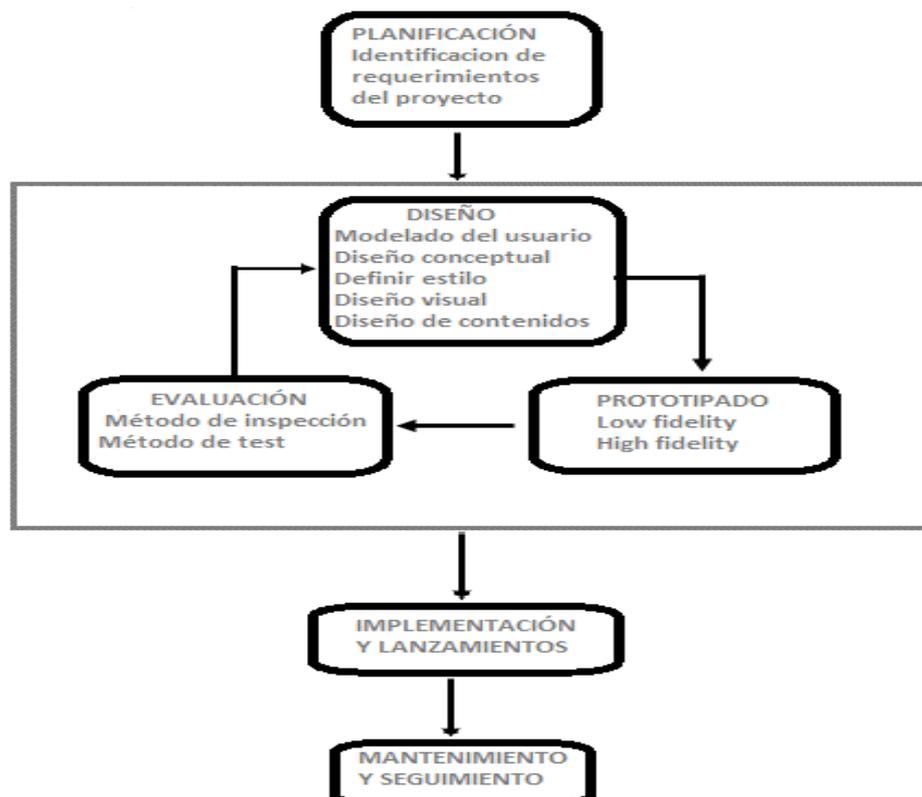
Según De Vega Martín (2017, pág. 66) un juego está formado por la interacción con el usuario para que vaya logrando cada uno de los objetivos que tiene la aplicación, por eso para diseñar la estructura del proyecto, se consideran las ideas de cada uno de los diseñadores de un juego, quienes son considerados Writer-Designes (nuevos creadores) por que están creando una historia donde se narra la experiencia de interacción con el usuario. En las aplicaciones computacionales la interactividad es una propiedad altamente deseable pues facilita la comunicación con los usuarios.

La interactividad se refiere a la propiedad de un objeto de ser interactivo, es decir, de permitir la acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, personas,

agentes, fuerzas, funciones, etc. (Real Academia Española, 2017), en otras palabras, hay un cambio de comportamiento en los objetos por otro objeto, que a su vez cambia el comportamiento del primer objeto; por consiguiente, un videojuego es considerado una forma de interacción.

Para facilitar la transmisión de mensajes la arquitectura de la información ofrece grandes beneficios al ubicar la información correctamente, permitiendo al usuario tener una clara perspectiva de los datos. Esta disciplina nos ayuda a analizar, a organizar y a mantener una adecuada estructura de los elementos que conforman la aplicación, así como la presentación de los datos de los sistemas de información interactivos. En la figura cinco se muestran las actividades relacionadas con un buen manejo de la comunicación interactiva, en estas acciones el desarrollador debe poner en práctica todos sus conocimientos sobre la arquitectura de la información.

**Figura 4.** Esquema de la estructuración de una arquitectura de la información



Fuente: De Vega Martín, 2017, pág. 68

Un atributo muy importante para los juegos serios es la usabilidad; esta consta de varios principios importantes que se deben verificar como evaluador de la información: la visibilidad, el lenguaje común para el usuario y el sistema, la prevención de errores, la libertad y el control para el usuario, la coherencia la consistencia, la flexibilidad y el

minimalismo. Es indispensable un modelo estructural en la narración interactiva para la creación del juego, este se seleccionará de acuerdo con el contenido o género de nuestro proyecto y la funcionalidad que nos ofrezca la navegación. Como modelos estructurales existen: el modelo lineal, el modelo ramificado, el modelo de jerarquía, el modelo paralelo, el modelo reticular, el modelo mixto y el modelo concéntrico.

## **Resultados**

En esta sección se documenta los artefactos generados en el análisis, diseño y desarrollo del juego serio. Para definir los requerimientos tecnológicos, didácticos y comunicacionales, se usó el formato recomendado para la especificación de requerimientos (ver tabla tres) (Aguilar Juárez & León Chávez, 2014), el cual tiene base en el estándar IEEE 830, dedicado a la especificación de requisitos. Esta tabla es la síntesis de las actividades de la fase de análisis.

**Tabla 3.** Especificación de requerimientos de un juego serio

Especificación de Requisitos		
Nombre del proyecto: diseño de un juego serio para la enseñanza de Árboles binarios para Android.		
Datos de elaboración		
Fecha: marzo /2018	Autor:	Revisor:
Propósito: La aplicación está dirigida a estudiantes de Ingeniería en computación para adquirir conocimientos de estructura de datos específicamente del tema de árboles binarios, a través de preguntas y ejercicios prácticos en los que se le calificará de acuerdo a la puntuación adquirida.		
Definiciones	Acrónimos	Abreviaturas
Aprendizaje basado en problemas. Juego Serio.		ABP JS
Personal involucrado		
Descripción General del JS	<p>Para realizar este proyecto se desarrollará un JS, teniendo en cuenta la definición del juego serio de (Bezanilla, y otros, 2014), se han considerado los siguientes componentes estructurales para el diseño del modelo formal de nuestro juego:</p> <p><b>Objetivos:</b> deben estar claramente definidos y conocidos por el jugador. En el contexto de un juego serio educativo, los objetivos serán explícitos en las competencias ejecutadas.</p> <p><b>Reglas:</b> este componente determinará el orden, los derechos y las responsabilidades de los jugadores, así como los objetivos a cumplir por cada jugador con el fin de alcanzar el reto que enfrenta.</p> <p><b>Desafío:</b> determina cuando el juego se termina. El jugador se enfrentará a problemas relacionados al aprendizaje de las estructuras de datos para los que se buscará soluciones. Una vez todos resueltos, hará frente al desafío. Para el juego serio propuesto, los criterios del final de juego, tanto parcial como general, serán especificados en los resultados del aprendizaje;</p> <p><b>Interacción:</b> es el componente que surge de la mecánica y dinámica del juego, que dará lugar a todas las experiencias que el jugador va a disfrutar. Éstas surgirán continuamente como resultado de la retroalimentación inmediata ofrecida por el juego, que a su vez reflejará la evidencia del progreso hacia el desafío final.</p>	
Perspectiva del Objeto de Aprendizaje	Esta aplicación es desarrollada con la intención de brindar nuevas formas de aprendizaje a los estudiantes y que tengan más herramientas para reforzar sus conocimientos de forma divertida a través del juego.	
Características del Usuario	Cualquier estudiante de ingeniería e informática que quiera reforzar sus conocimientos a través esta aplicación.	
Restricciones (Limitantes)	El jugador debe tener conocimientos previos de programación básica.	
Requerimientos		
Requerimientos Funcionales	Requerimientos No funcionales	
R1: La aplicación se realiza para resolver ejercicios prácticos e interactivos. R2: El Juego consta de 3 niveles (principiante, medio, avanzado). R3: En la partida de prueba no se guarda nada del jugador, ni se dan incentivos. R4: Propone problemas sobre el tema tratado. R5: Valoración de la solución para ver el puntaje y pasar a otro nivel. R6: En cada nivel de la partida se guarda el puntaje adquirido. R7: De acuerdo a la calificación de los ejercicios del tema se otorgan los incentivos.	R1: Su distribución es de forma masiva. R2: No se limita a un usuario, es multiusuario. R3: Es bajo el sistema Android.	
Requerimientos Específicos (Interfaces SW o HW)		
Especificación mínima de Hardware para el desarrollo:		

- Procesador AMD 9, Memoria RAM 8G, Disco duro 500G, Tarjeta de video RANDON 5.
  - Especificación de Software para el desarrollo:
  - Windows 7, android-sdk-24-4-1-en-win, android-studio-ide-171.4443003-windows.
- Especificación para la aplicación:
- Contar con Smartphone que tenga un sistema operativo ANDROID 4.2 (Jelly Bean), con un almacenamiento de 4G y una memoria RAM de 1G

Fuente: Elaboración propia

## Diseño didáctico

Para el diseño didáctico se usaron los documentos; carta descriptiva de la interacción y el diseño de evaluación

Tabla 4: Ejemplo de carta descriptiva para un nivel del juego serio

Carta descriptiva de interacción didáctica		
<b>Nombre:</b> Juego árbol binario	<b>Duración:</b> variable	<b>Modalidad:</b> off-line
<b>Nombre de diseñador:</b>	<b>Prerrequisitos:</b> tener conocimientos de programación básica	
<b>Objetivo conceptual:</b>	<b>Objetivo Procedural:</b>	<b>Objetivo actitudinal:</b>

Nivel 1. Conceptos básicos de árboles binarios en estructuras de datos.

Tema	Tarea	Técnica	Actividad	Interacción	Tiempo de dedicación	
		Instruccional	Juego			
Descripción de las reglas del juego	El alumno conocerá de forma general la composición del juego, los niveles que incluye y los aprendizajes que logrará	Por medio de un audio explicativo y un texto se describirá al alumno los objetivos del juego que usará y las reglas	El juego permite la interacción con el módulo de descripción de reglas del juego	1. El alumno mediante la selección de opciones descubre las reglas del juego. 2. La aplicación muestra los contenidos académicos de cada nivel y los retos a resolver 3. El alumno puede escuchar la explicación general del juego.	5'	5''
Contenido						
Instrucciones del juego.						
Reto Conceptos básicos.	El alumno aplicará los conocimientos adquiridos en la solución de las preguntas que liberan las piezas del rompecabezas para pasar al otro nivel.	Se realizará con la técnica de aprendizaje basado en competencias.	El juego dejará escuchar al alumno una lectura de los conceptos básicos de árboles binario y le permite la descarga y lectura sobre los elementos de un árbol binario El juego proporciona las preguntas con los objetivos del problema.	La aplicación muestra una lectura con conceptos básicos; después muestra al alumno una imagen fragmentada con los conceptos básicos a aprender. Mediante una función random se le muestran al alumno preguntas que al responder bien le entregan la imagen correspondiente para visualizar su rompecabezas poco a poco resuelto.	10'	15''
Contenido						
Conceptos generales de los árboles: raíz, nodo, camino, nivel, grado.						

Fuente: Elaboración propia

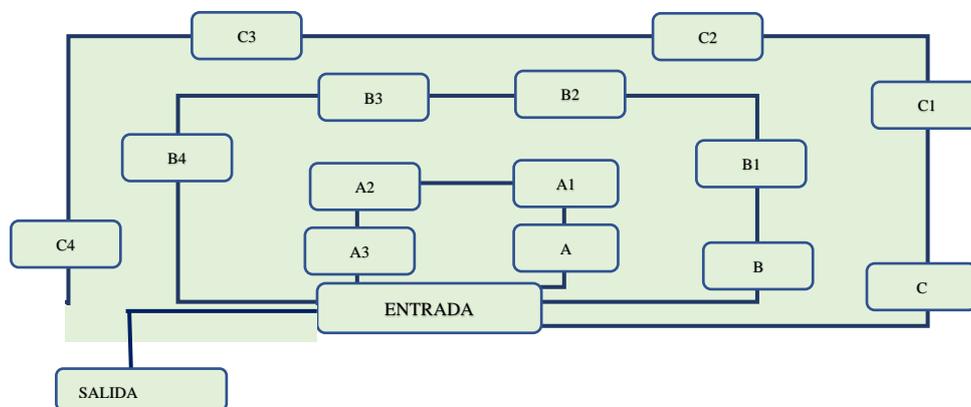
## Diseño de arquitectura de información y evaluación didáctica

Este último es la estructura que se selecciona en el diseño del juego serio; el cual es un conjunto de estructuras unidas por tareas o plot point se organiza un conjunto de secuencia en torno, al nodo de entrada, pero sin permitir la navegación del usuario por distintas

líneas de acción a la escogida en el inicio. En la figura seis se muestra cómo se estructura el modelo concéntrico.

El juego que se documenta consta de tres niveles, en el nivel uno principiante se aborda todos los conceptos básicos de árboles binarios, que son necesarios para la comprensión del nivel dos; en el que se explica el recorrido de árboles binarios, así con estos conocimientos puede pasar al nivel tres avanzado y cuando lo pase podrá ser evaluado como un alumno que domina el tema de árboles binarios en estructura de datos como se muestra la carta descriptiva del juego.

**Figura 5. Modelo Concéntrico**



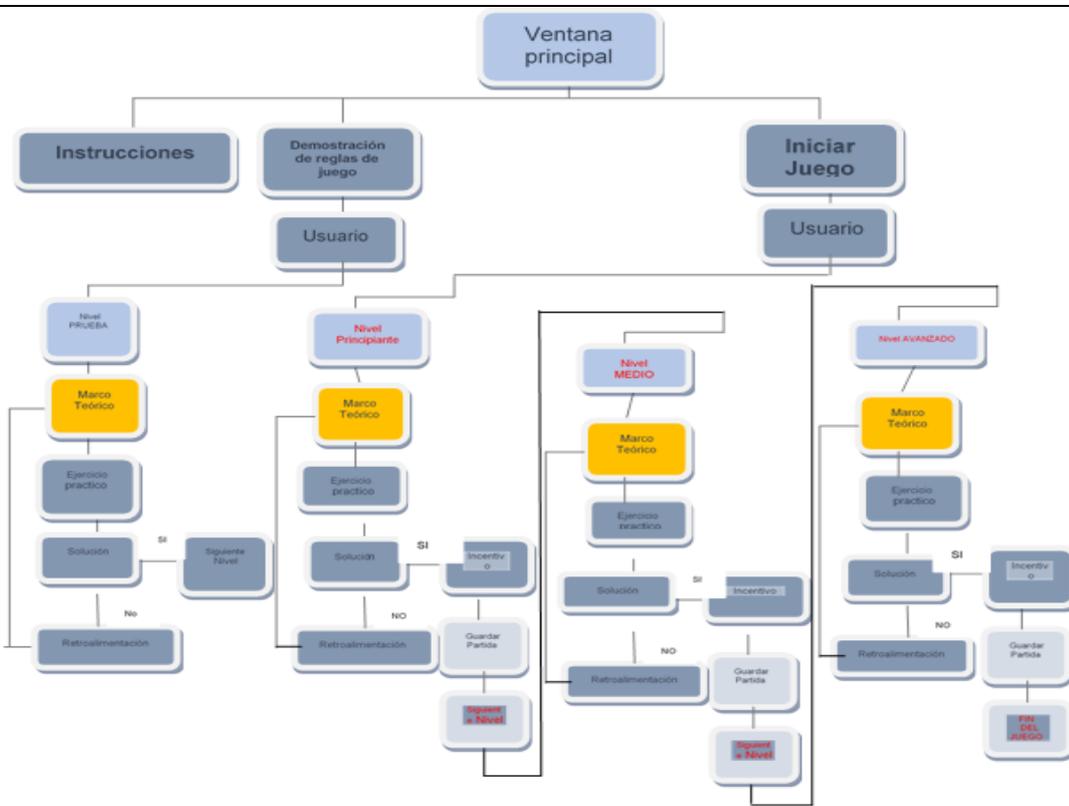
Fuente: (De Vega Martín, 2017)

En la aplicación se distribuyeron los temas a tratar en tres niveles de complejidad creciente, para evaluar el dominio de los jugadores se usarán reactivos de opción múltiple los cuales se presentarán de acuerdo con la narrativa del juego y conforme se resuelvan de forma acertada el alumno obtendrá puntajes que a su vez le permitirán aumentar de nivel. La serie de reactivos se plantean de acuerdo con las reglas de cada nivel.

### Guion multimedia

Como se ha explicado anteriormente para que los programadores desarrollen de forma planificada y ordenada los módulos de código necesario es necesario definir la interacción de la aplicación mediante el guion multimedia, documento en el que se especifican los detalles técnicos de la navegación y el contenido de cada escena, película, audio o video. En la tabla cinco se documenta una parte del guion del juego serio que se está desarrollando.

**Tabla 5.** F4-GM (Formato 4- Guion Multimedia)

Guion Multimedia			
Nombre del objeto de aprendizaje		Autor	Fecha de elaboración
Nivel 1			Noviembre / 2018
Plan de Navegación			
			
<b>Nivel</b>	1	<b>Nombre escena</b>	Reglas
<b>Contenido temático</b>			<b>Estilo de Elementos gráficos</b>
Presentación de las reglas del juego			Fondo: #0000FFcon valor alpha 75 Tipografía: Calibri tamaño 20p
<b>Técnica de Animación o recursos multimedia</b>			<b>Tiempo estimado</b>
A través de un audio explicando la dinámica del juego			Un minuto
<b>Nivel</b>	2	<b>Nombre escena</b>	Marco teórico
<b>Contenido temático: ejercicios de aplicación</b>			<b>Estilo de Elementos gráficos</b>
Muestra el contenido teórico de cada uno de los niveles del juego			Fondo: #0000FFcon valor alpha 40 Tipografía: Calibri tamaño 12p
<b>Técnica de Animación o recursos multimedia</b>			<b>Tiempo estimado</b>
Nivel principiante a través de un audio Nivel medio a través de videos Nivel avanzado con un audio			15 minutos
<b>Nivel</b>	3	<b>Nombre escena</b>	Evaluación
<b>Contenido temático: ejercicios de aplicación</b>			<b>Estilo de Elementos gráficos</b>
Representación escrita de cada pregunta de opción múltiple			Fondo: #808080 con valor alpha 35 Tipografía: Calibri tamaño 14p Color de fuente: 000000
<b>Técnica de Animación o recursos multimedia</b>			<b>Tiempo estimado</b>

Se muestra un mensaje de la pregunta y sus posibles respuestas		40 minutos	
<b>Nivel</b>	4	<b>Nombre escena</b>	Créditos
Contenido temático: ejercicios de aplicación		Estilo de Elementos gráficos	
Presentación del equipo de trabajo en una pantalla al comenzar el juego.		Fondo: #FFFFFF con valor alpha 75 Tipografía: Calibri tamaño 25p, color de fuente: 008000 Figura: logotipo institucional	
Muestra al jugador la puntuación de cada pregunta resuelta en la trayectoria del juego, así como el nivel en que pertenece dicho puntaje		Fondo: #808080 con valor alpha 35 Tipografía: Calibri tamaño 10p Color de fuente: 000000	
<b>Técnica de Animación o recursos multimedia</b>		<b>Tiempo estimado</b>	
Cuando conteste una pregunta favorablemente se despliega un mensaje que muestra los puntos que adquirió por acertar		10 segundos	

Fuente: Elaboración propia

Para gestionar los recursos multimedia, es conveniente apoyarse en otros instrumentos, en este caso se muestra en la tabla seis un registro de los videos usados para agregarse como recurso al juego.

**Tabla 6.** Ejemplo de formato para tener control de recursos F5-CR (Formato 5 Control de recursos)

Tipo de recurso	Audio	Clave	AU12	Nombre	Recorrido preorden
<b>Autor</b>		<b>Referencia</b>		<b>Formato</b>	.
<b>Uso</b>				<b>Elementos gráficos de Estilo</b>	
En el juego serio, este video explica el algoritmo para recorrer un árbol binario en preorden.				Fondo: #339900 con valor alpha 100 Tipografía: Arial tamaño 11p, color: negro	
<b>Técnica o recursos de Animación</b>				<b>Tiempo estimado</b>	
Movimiento				2 minutos para ver	

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

Se ha observado una omisión sobre la documentación sobre los detalles del desarrollo de los juegos serios, la fase de diseño y desarrollo de las aplicaciones no se documentan como si fueran etapas de fácil manejo y de poca relevancia. Sin embargo, las aplicaciones didácticas lúdicas representan aplicaciones de alta complejidad ya que en ellas se interceptan técnicas de al menos tres disciplinas. Tanto los docentes como los desarrolladores deben conocer el proceso de diseño y desarrollo para entender mejor los requerimientos a cubrir de cada disciplina y obtener más y mejores aplicaciones. La creciente demanda de nuevas formas de abordar el aprendizaje, el interés de los docentes por aprovechar la tecnología informática cada vez más interactivas y las nuevas herramientas de desarrollo permiten que la producción de los juegos serios no quede reservada a grandes empresas o grupos especializados y que sean una alternativa para

pequeños grupos de desarrollo interesados en aplicaciones pensadas para las necesidades de contextos específicos ya sea por la cultura regional, por el sector de edad de los usuarios o por los contenidos.

## Conclusiones

En este trabajo se cumplió el objetivo de aplicar métodos y técnicas de diversas disciplinas en el análisis, diseño y desarrollo de un juego didáctico digital, se integraron técnicas e instrumentos de la Ingeniería del software y de la pedagogía. Como resultado se describen los diversos artefactos obtenidos en el desarrollo del juego serio cuyo objetivo es facilitar el aprendizaje de las estructuras de datos para alumnos de educación superior. Las aplicaciones didácticas y lúdicas son complejas ya que además de transitar por el proceso tecnológico, deben conservar las virtudes didácticas y aprovechar los atractivos de las actividades lúdicas. Los juegos serios aumentan la motivación y el interés de los alumnos al adquirir nuevas habilidades mediante la solución de problemas y retos planteados de una forma amigable. Es de particular interés apoyar el aprendizaje de temas de naturaleza compleja mediante aplicaciones enriquecidas por el aspecto lúdico para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

La tecnología actual permite aprovechar la movilidad de los dispositivos para incentivar a los alumnos a dedicar tiempo a explorar y resolver juegos que además de divertirles les permite desarrollar nuevas habilidades útiles en su profesión.

La mayor variedad de recursos didácticos disponibles en la red para el alumno está presionando a los docentes a adaptarse a usar nuevas estrategias didácticas que aprovechen estos nuevos recursos, de igual forma, abre nuevas oportunidades para desarrolladores creativos que apliquen sus conocimientos en el desarrollo de aplicaciones que abren un nuevo mercado para comunicólogos y programadores. La unión de profesionistas de diversas áreas disciplinares en el desarrollo de aplicaciones de software requiere guías metodológicas que faciliten la integración de cada perfil en el proceso creativo.

Los cambios en el sistema educativo no se detendrán, por el contrario, los avances informáticos confrontan a todos los sectores del conocimiento a crecer de forma acelerada por lo que es necesario adaptar tanto los métodos de enseñanza como los métodos de desarrollo de material educativo y es necesario que los docentes se involucren en estos procesos de desarrollo para lograr que las aplicaciones cubran las necesidades de los alumnos con base en las particularidades de las disciplinas.

## Referencias

- Aguilar Juárez, I., y León Chávez, M. (2014). Metodología para el desarrollo de objetos de aprendizaje. *3 er Congreso Nacional de Tencnologías en la Educación*. Puebla, Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Recuperado el dic de 2016, de [https://www.academia.edu/11150239/Modelo\\_de\\_producci%C3%B3n\\_de\\_objetos\\_de\\_aprendizaje\\_usando\\_SysML](https://www.academia.edu/11150239/Modelo_de_producci%C3%B3n_de_objetos_de_aprendizaje_usando_SysML)
- Aguilar Juárez, I., León Chavéz, M., y Morales Gamboa, R. (2015). Modelo de desarrollo de objetos de aprendizaje para autores no especialistas. En R. Morales Gamboa, *Nuevas visiones en siatemas y ambientes educativos* (págs. 157-204). Guadalajara: Universidad de Guadalajara virtual.
- Baldomceda Chaves, J. C., y Yucra Sotomayor, D. A. (2017). Desarrollo de un aplicativo móvil basado, en la metodología Mobile-D para la gestión de reservas del hotel Caribe de Huaral. *Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Nuevos tiempos, Nuevas ideas*, 46 - 56. Recuperado el Agosto de 2018, de <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1800>
- Barajas, A.; Muñoz, J.; y Álvarez, F.: Modelo Instruccional para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: Modelo MIDO A. Virtual Educa 2007. Disponible en: <http://reposita1.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1232/1/164-ABS.PDF>
- Bezanilla, M. J., Arranz, S., Rayon, A., Rubio, I., Menchaca, I., Guenaga, M., y Aguilar, E. (2014). Propuesta de evaluación de competencias genéricas mediante un juego serio . *NEW APPROACHES IN EDUCATIONAL RESEARCH* , 44-54.
- De vega Martín, A. L. (2017). *Proyectos de juegos y entornos interactivos*. Ciudad de México: Alfaomega.
- De Vega Martín, A. L. (2017). *Proyectos de juegos y entornos interactivos, Producción, desarrollo e implementación*. Cd de México: AlfaOmega Altaria.
- Donelson R., F. (2006). Group Dynamics. En Thomson (Ed.). (págs. 2-34 pag). Belmont, CA, USA: Thomson. Recuperado el julio de 2016, de [https://www.cengagebrain.com.mx/content/forsyth68220\\_0534368220\\_02.01\\_chapter01.pdf](https://www.cengagebrain.com.mx/content/forsyth68220_0534368220_02.01_chapter01.pdf)
- Garcia Iruela, M., y Hijón Neira, R. (2017). Experiencia de Juegos Serios en el Aula de Formación Profesional . *Universidad rey Juan Carlos, V Consejo Internacional de Videojuegos y educación*, 1-6.

- García-Mundo, L., Vargas-Enríquez, J., Genero, M., y Piattini, M. (2014). ¿Contribuye el Uso de Juegos Serios a Mejorar el Aprendizaje en el Área de la Informática? *Actas de las XX JENUI*, (págs. 303-310). Oviedo, España. Recuperado el agosto de 2017, de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/15478/P303ga\\_cont.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/15478/P303ga_cont.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gardey., J. P. (2016). *definicion.de*. Obtenido de *definicion.de*: <https://definicion.de/autonomia/>
- Henman, L. (2016). *Groups as Systems*. Recuperado el julio de 2016, de <http://www.henmanperformancegroup.com/>: <http://www.henmanperformancegroup.com/articles/group-systems.pdf>
- Humenente-Ramos, P., García-Peñalvo, F., y Conde-González, M. (2017). Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura. En RIED (Ed.), *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol:20, págs. 73-92. Loja, España. doi:<http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17692>
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2018). *Banco de Información de Telecomunicaciones*. Recuperado el agosto de 2018, de <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/en-mexico-713-millones-de-usuarios-de-internet-y-174-millones-de-hogares-con-conexion-este-servicio>
- Johnson, D., Johnson, R., y Holubec, E. (1994). *Cooperatiae Learning in the Classroom*. (G. Vitale, Trad.) Virginia, USA: Association For Supervision and Curriculum Development. Recuperado el julio de 2016, de <http://cooperativo.sallep.net/EI%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20Oaula.pdf>
- Juca Maldonado, F., Garcia, M. B., y Burgo Bencomo, O. (2015). Los Juegos Serios y su influencia en el uso de responsable de energia y cuidado del medio ambiente. *Universidad Metropolitana*.
- López-Escribano, C. (2012). Scratch y Necesidades Educativas Especiales. *RED. Revista de Educación a Distancia*., 34.
- Margain, M.; Muñoz, J.; y Álvarez, F.: Metodología de Aprendizaje Colaborativo fundamentada en patrones para la producción y uso de Objetos de Aprendizaje. *Investigación y Ciencia*, No. 44, pp. 22-28. 2009.

- Massachusetts Institute of Technology . (08 de 2018). *Scratch*. Obtenido de <https://scratch.mit.edu/>
- Microsoft Research. (agosto de 2018). *Kodu Game Lab Community*. Obtenido de <https://www.kodugamelab.com/>
- Morales, p., & Landa, v. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *THEORIA Ciencia, Arte y humanidades*, 154-156.
- Parra Castrillón, J. E., Amariles Camacho, M. J., y Castro Castro, C. A. (2016). Aprendizaje basado en problemas en el camino a la innovación en ingeniería. *Ingenierías USBMed*, 7(2), 96-102. Recuperado el marzo de 2018
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software un enfoque practico*. México: Mc Graw-Hill .
- Ramos-Elizondo, A. I., Herrera- Bernal, J. A., y Ramírez-Montoya, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil. *Revista Científica de Educomunicación*, XVII(num 34), 201-209. doi:DOI:10.3916/C34-2010-03-20
- Real Academia Española. (2017). Diccionario. Obtenido de <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- Rivera, N. (26 de 09 de 2015). *hipertextual*. Obtenido de <https://hipertextual.com/2015/09/programacion-beneficios>
- Ros Guasch, J. (julio de 2007). Análisis de roles de trabajo en equipo: Un enfoque centrado en el comportamientos. Barcelona, España. Recuperado el julio de 2016, de <http://hdl.handle.net/10803/5449>
- Secretaría de Educación Pública. (2016). Escuela de verano 2016 ¡A todo dar! Recuperado el agosto de 2018, de <http://www.aprenderrecursos.sep.gob.mx/pdf/03MicroKoduEscuelaVer2016Prim.pdf>