

Juegos Serios y el Desarrollo de Competencias de Programación en Contextos Educativos

Carlos Andrés Caldas Quintero y Gary Alberto Cifuentes Álvarez

Title— Serious Games and computer programming competencies development in educational contexts

Abstract— This paper aims to identify the relationship between Serious Games (SG) and the development of competencies related to computer programming. A sequential explanatory design from the mixed methods was applied, based on learning experience with serious games focused on teaching of computer programming languages. The principal finding was a parallel development between computer programming and other generic skills related to English, Math and Spanish. In this way, it is concluded that SG have a positive correlation with the development of competencies within the formal education environment, which indicate a great potential to support teaching and learning processes.

Index Terms— Videogames, Serious Games, Computer Programming, Competencies, Python.

I. Introducción

En la actualidad los videojuegos son uno de los recursos digitales más utilizados por la población en general ya que, debido a su popularidad y fácil acceso, han podido traspasar fronteras culturales y geográficas [1],[2],[3],[4]. Adicionalmente, gracias a los desarrollos tecnológicos de las últimas dos décadas, se han podido crear videojuegos con un alto nivel en su diseño y producción, lo cual a su vez ofrece ambientes más desafiantes y entretenidos que promueven en éstos el desarrollo de diversas habilidades[5]. Debido a lo anterior, los videojuegos comenzaron a ser utilizados en múltiples áreas como la militar, la médica, la educativa, entre otras [1].

Es así como, debido a los positivos resultados en la aplicación de videojuegos en el campo educativo, se creó un movimiento académico interesado en estudiar esta relación bajo el nombre de *Digital Game-Based Learning* (DGBL). El DGBL, propuesto por Prensky [6] y Gee [7], resalta las grandes oportunidades de aprendizaje en el uso de videojuegos en ambientes educativos, posibilitando el desarrollo de habilidades tanto cognitivas como colaborativas en los videojugadores [8], [9], [10], [11], [12].

Lo anterior gracias a la interacción implícita promovida por las características funcionales de los videojuegos que

permiten un contacto directo y dinámico con el dominio específico a aprender [13], [14].

Como ejemplo de lo anterior, algunas investigaciones enmarcadas en el DGBL vinculaban positivamente los videojuegos con el aprendizaje colaborativo [5], el desarrollo cognitivo [2], el desarrollo social [15], [7], [16] y la disminución de estereotipos de género [17], entre otros.

De esta forma, luego de algunos años de la implementación e investigación de videojuegos en ambientes educativos, se genera un nuevo movimiento que centra su interés en el desarrollo de videojuegos enfocados primordialmente en la educación, recibiendo el nombre de Juegos Serios (JS) [18], [19]. Aunque este término apareció por primera vez en 1975 [20], desde 2003 se integró a los videojuegos [18], asociándose a términos anteriores como *edutainment* y *Entertainment Education* [21]. Debido a su relativa novedad y su emergente aplicación en diversos ámbitos, no se ha podido llegar a un consenso en cuanto a su definición se refiere [22]. Entre las diversas definiciones encontramos aquellas que se refieren a los JS como los videojuegos que tienen como objetivo principal la creación de un ambiente virtual que desarrolla la capacidad de resolución de problemas en la vida real [23], así como aquellos videojuegos donde lo educativo es lo primordial más allá de la función de entretener [19]. Por su lado De Gloria y colaboradores [24] definen a los JS como aquellos videojuegos que se crean con un objetivo diferente al de entretener.

Adicionalmente se puede identificar el constante crecimiento en el desarrollo de JS gracias a su aplicación práctica e investigación académica [25]. Esto se debe a su masiva intervención en diferentes áreas como la militar, de negocios, educativa y médica [21], [25], entre otras, siendo asequible a todo individuo sin importar raza, género, edad o cualquier otra condición psicosocial [26]. Además de esto, los JS se caracterizan por ser un ambiente virtual de aprendizaje que ofrece al jugador una serie de recompensas como retroalimentación constante e inmediata a partir de su desempeño en tareas de un orden cognitivo mayor, como las pruebas de hipótesis, razonamientos complejos y resolución de problemas [27], [24], [10], [16], [28], [29].

En cuanto a la clasificación de JS, se pueden identificar varias propuestas centradas en aspectos como el área de aplicación, el propósito, el contenido, entre otros, lo cual se puede ver evidenciado en la Tabla I.

De esta misma forma, en los últimos años Breuer y Bente [21] crearon una categorización de JS en donde se recogían las propuestas presentadas anteriormente, las cuales caían en redundancias o eran muy generales para el estado actual de los JS. Esta clasificación está dispuesta en la Figura 1.

Carlos Andrés Caldas Quintero is now with Education, Social and Human Sciences Faculty, Universidad Manuela Beltrán, 110231 Bogotá, Colombia (e-mail: carlos.caldas@umb.edu.co). ORCID: 0000-0001-5901-8027

Gary Cifuentes Álvarez is with Education Faculty, Universidad de los Andes, 11171 Bogotá, Colombia (gcifuent@uniandes.edu.co). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0778-0658

Tabla I. Categorías de clasificación de Juegos Serios.

Categoría	Ejemplos
Plataforma	Computador, <i>Sony PlayStation 3</i> , <i>Nintendo Wii</i> , Celular (Dispositivo móvil)
Tema	Segunda Guerra Mundial, desarrollo sostenible, físico, trabajos de Shakespeare.
Objetivos de aprendizaje	Habilidades de lenguaje, hechos históricos, conciencia ambiental.
Principios de aprendizaje	Memorización, exploración, aprendizaje por observación, ensayo y error, condicionamiento.
Audiencia objetivo	Estudiantes de secundaria, enfermeras, estudiantes de derecho, público general, preescolares, militares.
Modos de interacción	Multijugador, co-acompañamiento, un jugador, multijugador masivo, tutores.
Área de aplicación	Educación, uso privado, entrenamiento profesional.
Controles/interfaces	Controlado por <i>pad</i> , <i>mouse</i> y teclado, Tabla de <i>Wii</i> .
Género	<i>Puzzle</i> , acción, juegos de rol, simulación, juegos de cartas.

Categorías basadas en lo propuesto por Breuer y Bente [21]

A. Juegos Serios y Competencias.

En general las herramientas TIC han tenido un resultado positivo en su aplicación a procesos de enseñanza y aprendizaje en ambientes formales de educación [2], [29], debido al desarrollo de estrategias dinámicas de aprendizaje, destacando un rol activo de los estudiantes en su proceso [30]. De esta forma, las innovaciones pedagógicas apoyadas con herramientas TIC, como los videojuegos, son un espacio propicio para que los estudiantes desarrollen habilidades y, más importante aún, competencias [31].

Específicamente, después de una extensa revisión de la literatura especializada, se puede observar que hay una fuerte relación entre los videojuegos y el desarrollo de habilidades [7], [5], [2], [23], [32], promovidas por el nivel de reto presente en las dinámicas de los JS [33] [35].

Sin embargo, no existen trabajos de importancia que relacionen específicamente a los JS con el desarrollo de competencias. Del mismo modo, se puede identificar que la definición de competencia tiene diversos puntos de vista, en donde se asocia a todo aquello que sobrepasa los conocimientos y habilidades, asociado a cumplir las demandas de un contexto en particular [34].

En este sentido, el Parlamento Europeo [35] define las competencias como una combinación de varias habilidades

que son utilizadas eficazmente para la consecución de un objetivo enmarcado en la sociedad del conocimiento. Adicionalmente, en cuanto a su clasificación, De Miguel [36] divide las competencias en específicas, que se

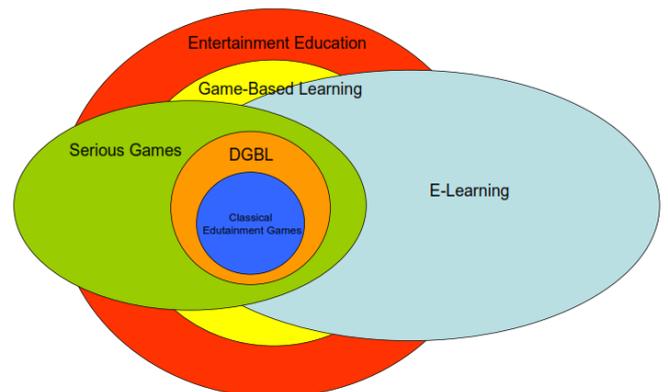


Figura 1. Relación entre *Serious Games* y otros conceptos similares. Tomada de Breuer y Bente [21]

centran en un área o disciplina específica, y genéricas, transversales a varias profesiones, disciplinas o áreas.

Así mismo el Ministerio de Educación Nacional de Colombia [37] divide las competencias en específicas, que son aquellas competencias propias de una disciplina, por ejemplo, ciencias o matemáticas, y genéricas, aquellas competencias que todo estudiante debe poseer sin importar su área de estudio o profesión.

Estas concepciones tienen como convergencia la naturaleza interactiva del proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizado como marco lo diverso y complejo del contexto educativo actual y las características de las nuevas herramientas TIC [38]. De este modo, se puede dar cuenta que el desarrollo de competencias resulta de la combinación de recursos personales situados en un contexto específico, razón por la cual el desarrollo de competencias no se da como un proceso rígido, sino gracias a la interacción dinámica entre el individuo y su contexto [36]

En este sentido, dependiendo de las exigencias del contexto el individuo fortalece la capacidad de enfrentarlo, momento en el cual sus competencias se ponen a prueba y se promueve su desarrollo. Trasladándolo al mundo de los JS, un jugador que se enfrente a un ambiente simulado que sea lo suficientemente retador, le proporcione retroalimentación inmediata y le ofrezca un contexto abierto y seguro para tomar decisiones, estará frente a un desafío que pondrá a prueba sus capacidades, lo cual permitirá el desarrollo de competencias.

II. Metodología

Con un alcance exploratorio, el método de la presente investigación se enmarca desde el paradigma pragmático, guiado por los métodos mixtos [39], [40]. Dentro de los métodos mixtos, se eligió un diseño secuencial explicativo también conocido como DEXPLIS [41] [39]. Este diseño está dividido en 5 fases dispuestas en la Figura 2 [42] [39].

Es así como, desde un enfoque de igualdad de estatus entre la metodología cuantitativa y cualitativa, la recolección y análisis cuantitativos sirve como base para la

recolección y análisis de datos cualitativos, integrándose en una fase final [43].

La muestra del estudio estuvo compuesta por 46 estudiantes del grado sexto (1° de secundaria) de un colegio de clase alta de la ciudad de Bogotá, Colombia.

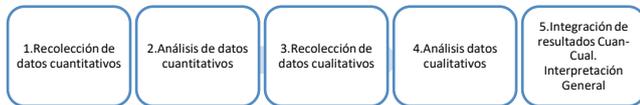


Figura 2. Fases del Diseño Explicativo Secuencial. Elaboración propia adaptada de Creswell [39].

De esta población, 21 estudiantes fueron mujeres (45.6%) y 25 estudiantes hombres (54.4%). Así mismo, se tenía un rango de edad de 11 a 13 años obteniendo un promedio de 11.7 años con una D.E de 0,52.

La muestra se dividió de forma aleatoria en dos grupos, uno experimental (N=22) y uno control (N=24) para permitir la comparación entre didácticas tradicionales de enseñanza y el aprendizaje basado en videojuegos. El grupo experimental estuvo expuesto a la experiencia de juego con el JS durante una sesión de 1 hora. Por su lado, el grupo control, recibió una sesión de clase de forma tradicional de la misma duración (1 hora) en donde se impartían los contenidos básicos de la programación computacional.

A. Participantes.

Los participantes no poseían ninguna formación formal en programación informática debido a que, según el currículo oficial en el área de informática y sistemas de la institución educativa, esta asignatura es cursada por los grados superiores al cursado en ese momento por los integrantes de la muestra. Esta característica fue el criterio de inclusión ya que, debido al objetivo de la presente investigación, era necesario que los participantes no tuvieran ningún tipo de formación en programación computacional. Cabe destacar que a nivel ético se tomó como base la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia en donde se dicta que la presente investigación se clasifica como una investigación con riesgo mínimo, por lo que no fue necesaria la aprobación de un comité de ética.

B. Instrumentos.

Como insumo principal de la investigación se utilizó el videojuego en línea *Code Combat* (codecombat.com), que tiene como objetivo principal la enseñanza de lenguajes de programación. Entre los diferentes lenguajes que enseña este videojuego se eligió *Python*, siendo uno de los lenguajes más asequibles para el aprendizaje de inexpertos en el tema de programación [44]. El juego se divide en varios módulos organizados por su grado de dificultad. El primer módulo del juego, llamado "Introduction to Computer Science", fue elegido para la experiencia de juego con los participantes del estudio, teniendo en cuenta que presenta los conceptos básicos en la programación

computacional como gramática, parámetros, cadenas (*Strings*), variables y *loops* [45]. La interfaz de este videojuego es presentada en la Figura 3.

Adicionalmente, en cada una de las fases del diseño de investigación se utilizaron diferentes instrumentos para la recolección de datos.



Figura 3. Interfaz primer módulo de *Code Combat*. Tomado de CodeCombat.com

En la primera fase, la recolección de datos cuantitativos, se usó un cuestionario en línea alojado en la plataforma *Qualtrics* para realizar el cuestionario utilizado para el pre-test y pos-test. Estos cuestionarios constaron de 10 preguntas de opción múltiple con única respuesta relacionadas con gramática básica, parámetros, cadenas (*Strings*), variables y *loops* del lenguaje *Python*.

En la tercera fase, la recolección de datos cualitativos, se utilizó como instrumento una guía de entrevista semiestructurada con preguntas abiertas donde se indagaba acerca de la experiencia del jugador en el juego, el proceso de aprendizaje y aspectos emergentes en el marco de la situación de juego con *Code Combat*. Este instrumento tenía las siguientes preguntas guía: ¿Te gustó el juego? ¿Qué fue lo que más te gustó? ¿Aprendiste algo? ¿Qué fue lo que más te ayudó a aprender? ¿Qué aprendiste? ¿Cómo lo aprendiste? ¿Tuvieron las clases, tus compañeros o la sala alguna relación con la experiencia de juego?

C. Procedimiento.

El procedimiento estuvo dividido en 4 fases. En la primera fase (CUAN) se utilizó un diseño experimental con pre-test y pos-test, teniendo como base una situación de juego con *Code Combat*. En la fase 2, (CUAN) se realizó el análisis del puntaje obtenido del pos-test y se eligieron los 5 participantes con la mayor diferencia entre el pre-test y post-test teniendo en cuenta su potencial para la fase cualitativa en la comprensión del proceso de desarrollo de competencias. En la fase 3 (CUAL) se eligió el método de la Estimulación del Recuerdo (*Stimulated Recall*), un método de investigación altamente recomendado en la investigación en videojuegos ya que permite acceder a la realidad subjetiva del participante basándose en su experiencia de juego [46], accediendo al proceso de aprendizaje del lenguaje *Python*.

En el caso de la presente investigación, se realizó una entrevista apoyada en los registros audiovisuales (grabaciones de las sesiones de juego) de los 5 participantes elegidos del grupo experimental. En la fase 4 (CUAL), se realizó el análisis de las entrevistas realizadas

en la fase anterior mediante codificación abierta, los cuales permitieron establecer los aspectos de mayor importancia en el desarrollo de competencias [47]. Para efectos de este trabajo, no se presentará la Fase 5 ya que los resultados se centrarán en el análisis cualitativo.

Tabla II. Resultados cuantitativos

Grupo	Promedio	D.E	N
Control	2,0	2,2	24
Experimental	1,64	1,81	22
Total	1,83	2,01	46

III. Resultados

Los resultados están divididos en lo cualitativo y lo cuantitativo, en donde para efectos del presente trabajo, nos centraremos en los resultados cualitativos. En este sentido, para dar un marco de comprensión se presentarán los resultados descriptivos de la fase 2 (CUAN) del diseño de investigación. Es así como se pudo identificar una diferencia entre el pre-test y pos-test en promedio de 2,0 puntos en el grupo control con una D.E de 2,20. En el grupo experimental se obtuvo una diferencia de 1,64 puntos con una D.E de 1,81. Estos se pueden ver expresado en la tabla II.

A. Resultados cualitativos

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del *Stimulated Recall*. Para la presentación de los resultados se eligieron 4 categorías, las cuales están encaminadas a evidenciar la dimensión cualitativa del desarrollo de competencia a través de la experiencia de juego con *Code Combat*.

1. *Características del juego*: A través de lo expresado por los participantes sobre aquellas características del juego que tuvieron una relación con su desempeño, se identificaron en especial tres que permitieron un desarrollo de competencias. La primera característica es la dinámica de juego, la cual hace referencia a todas aquellas dinámicas, mecánicas, objetivos, reglas y contingencias que guían el JS. En este punto se pudo observar que los objetivos del juego fueron claros para los participantes, así como las mecánicas para alcanzarlos, lo cual posibilita un buen desempeño en el mismo. Adicionalmente, que el videojuego no tenga un direccionamiento paso a paso permite que el participante pueda explorar la mejor forma para superar los desafíos del juego, escenario en el cual se permite desarrollo de competencias. Un ejemplo de esto lo podemos ver en lo expresado por un participante: "me gustó que uno se pueda mover con quien quiera, moviéndose con direcciones que uno ponga, porque muchas veces es solo con las flechas y es muy complicado".

El segundo elemento importante en esta categoría es el arte del videojuego, entendido como los elementos gráficos y audiovisuales que promovían el aprendizaje. En este punto se pudo observar que la interfaz, los elementos del escenario y los personajes generan un acercamiento

positivo al juego, como se registra: "Me gustó el escenario, es divertido jugar". Esto permite un mejor vínculo entre los jugadores y el videojuego, siendo el arte un factor motivante en la inmersión con el JS. En este punto, aunque no haya un desarrollo propio de las competencias gracias al arte del videojuego, el JS permite una vinculación directa del jugador con el videojuego, motivando la interacción constante con el contenido educativo de este.



Figura 4. Ejemplo retroalimentación en el JS. Tomado de CodeCombat.com

Como último elemento de esta categoría podemos resaltar la retroalimentación, entendida como la capacidad del videojuego para guiar la experiencia del jugador hacia el cumplimiento de los objetivos del juego. En este sentido, se pudo observar que gracias a la retroalimentación instantánea se posibilitaba un buen desempeño en el juego y, por consiguiente, el desarrollo de competencias. Esta retroalimentación puede ser negativa, al evidenciar procedimientos erróneos en el juego, o positiva, al resaltar el logro en acciones que permiten cumplir los objetivos. Esto lo podemos ver evidenciado en la Figura 4, imagen de la partida de juego de un participante que registra: "Pues simplemente le ponía "ejecutar" y si me decía que estaba mal, verificaba como estaba el código".

2. *Experiencia del jugador*: En esta categoría se puede resaltar como factor importante la vinculación de los participantes con el videojuego. De esta forma, la sensación de entretenimiento permite que el usuario se acerque al juego, teniendo una actitud positiva hacia el mismo y, a su vez, promueve una continua interacción con el contenido a lo largo de su experiencia con el JS. Así mismo, se puede destacar la percepción de aprendizaje en la interacción con el JS, donde además de tener un objetivo ligado a la diversión también tiene como objetivo la enseñanza, tal como lo cita un jugador: "Me pareció muy chévere porque uno siempre juega un juego para divertirse, pero acá uno no solo se divierte, sino que aprende". De esta forma, el JS es tomado como una herramienta que media en el desarrollo de competencias, en este caso, de programación computacional.

Sumado a lo anterior, también se observa que existe un acercamiento positivo al juego debido a su naturaleza digital, lo cual permite que los participantes, consumidores constantes de tecnología, tengan un acercamiento más directo. Por último, la única participante mujer elegida para ser entrevistada registra que el JS, a pesar de ser un

juego con una temática de guerra, permite un acercamiento sin importar el sexo del jugador. Se resalta este punto ya que usualmente el género femenino es estereotipado con un bajo desempeño en juegos con temáticas específicas. Adicionalmente, este estereotipo activa un sesgo que relaciona a las mujeres con un bajo rendimiento en este tipo de juegos, expresado según la participante en: *"te tratan como un inexperto, un iniciado"*.

3. Desarrollo de competencias: Esta categoría recoge todas aquellas competencias que se desarrollaron gracias a la experiencia de juego con *Code Combat*. La competencia específica que se desarrolló fue la escritura en lenguaje *Python*, observado en el uso adecuado de los *loops*, cadenas, argumentos, entre otros elementos de gran importancia para la gramática en programación. Adicionalmente, se pudo evidenciar una comprensión del lenguaje *Python* en su nivel básico y su aplicabilidad para superar los retos que presentaba el videojuego. Esto lo podemos ver reflejado en lo expresado por un jugador: *"uno antes no sabía cómo, por ejemplo, hacer el de moverse a la derecha o algo así, aquí aprendemos cómo hacerlo"*.

Por su lado, de forma emergente y paralelo al desarrollo de la competencia específica se desarrollaron competencias genéricas. Es así como se evidencia un desarrollo en la competencia de procesamiento de la información, ya que se registra un cambio en el razonamiento estratégico para superar los desafíos en el juego.

Lo anterior se observa cuando los participantes adquirían la destreza para identificar los puntos clave de cada nivel, realizar el plan de acción y programar el código en esta secuencia. En este sentido, algunos participantes registraron: *"Miro la pantalla, para ver cómo se movería el personaje. Aquí lo pruebo y ya"*.

Adicionalmente, podemos advertir el desarrollo del aprendizaje colaborativo. Aunque la experiencia de juego era una actividad individual, emergieron espacios de colaboración entre pares en donde intercambiaban experiencias del juego, formas de superar los desafíos y estrategias para la consecución del logro del objetivo, lo cual permitió el diálogo de saberes y la distribución de conocimiento. Esto posibilitaba un desarrollo colaborativo que podemos ver evidenciado en lo registrado por un participante *"primero yo no sabía, entonces un amigo mío me dijo que tenía que "clickar" en hints y después un amigo me preguntó y yo le dije cómo"*.

Sumado a lo anterior, se pudo determinar que, simultáneamente al desarrollo de competencias, habilidades previas en varias áreas disciplinares como inglés, matemáticas, lenguaje e informática se reforzaron. Así, en el área de inglés los participantes determinaron que debido al lenguaje utilizado en el juego, principalmente en los comandos de movimiento (*up, down, right, left*), aprendieron y reforzaron vocabulario en este idioma. En relación con el área de matemáticas, los jugadores hacen referencia a un vínculo entre el videojuego y sus dinámicas de lógica matemática, específicamente con las operaciones necesarias para resolver algún tipo de ecuación. Así

mismo, se puede percibir que la noción de cantidad es reforzada en la interacción con el juego.

Por su lado, algunas habilidades del lenguaje se desarrollaron gracias a la interacción con el JS, como lo son la producción textual, la gramática y el uso de signos de puntuación. Por último, se denota un desarrollo vinculado a la informática y tecnología. En esta área, gracias al constante uso de las herramientas digitales e informáticas (teclado, navegadores, internet, entre otras) en la experiencia de juego, se posibilita el desarrollo de la experticia en la comprensión y uso de estas herramientas.

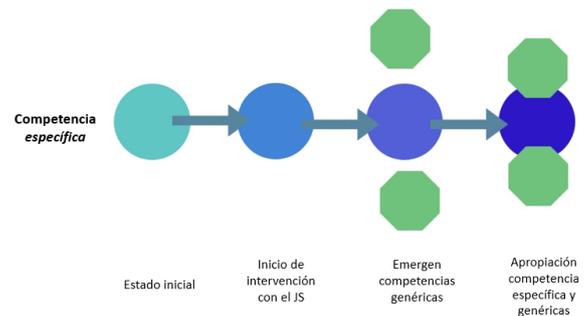


Figura 5. Esquema proceso de desarrollo de competencias. Elaboración propia de los autores.

4. Didáctica: En esta categoría se agrupan todos aquellos registros donde interactúan métodos y técnicas de enseñanza con la experiencia de juego. En este sentido, los participantes afirman que la experiencia con el JS es una novedosa metodología de enseñanza ya que posibilita un mayor desarrollo de competencias en comparación con procesos de enseñanza vinculados a metodologías tradicionales de enseñanza [50] [51]. Tal como lo indica un participante *"aprendí por medio del videojuego matemáticas (...), a mí en matemática no me va muy bien que digamos, y a muchos de acá no les va muy bien, entonces (aprendí) matemáticas"*.

Por otro lado, los jugadores hicieron énfasis en el rol pasivo que cumplían en su actual proceso de aprendizaje, el cual se desprende del método tradicional de enseñanza en el que los estudiantes únicamente reciben información sin interactuar con el contenido de forma directa. Esto tiene un impacto negativo en el aprendizaje de los usuarios, ya que además de desmotivarlos en su proceso de aprendizaje, promueve conductas de desatención, lo cual disminuye la interacción con el contenido. Teniendo en cuenta esto, los JS surgen como una gran herramienta para promover la interacción con los contenidos, impulsando el rol activo de los estudiantes y motivándolos a hacer parte esencial de su proceso de aprendizaje. Esto lo podemos ver en lo expresado por los participantes: *"una materia que aburre tú no le pondrías atención"*, *"simplemente como aprender, aprender, pero no te diviertes aprendiendo"*.

IV. Discusión

Con base en la experiencia de juego con el JS, se pudo comprobar la relación positiva entre el aprendizaje y los videojuegos como herramienta de mediación en el aprendizaje, propuesta por autores especializados en el área [5], [48], [10], [7]. Así mismo, específicamente en los

Cómo citar este artículo: C. A. Quintero and G. A. C. Álvarez, "Serious Games and Computer Programming Competencies Development in Educational Contexts," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 18, no. 1, pp. 48-53, Feb. 2023, doi: 10.1109/RITA.2023.3250504.

Juegos Serios, se pudieron establecer los puntos más representativos en su relación con el desarrollo de competencias.

En primer lugar, se destaca el desarrollo de competencias en los videojugadores gracias a la interacción con el JS. Esto debido a que, desde su diseño inicial, los JS disponen de las herramientas necesarias para ofrecer una experiencia de aprendizaje [25], [22]. De esta forma, los JS permiten una enriquecida experiencia de juego ya que ofrece dinámicas, mecánicas y elementos estéticos que fomentan una alta interactividad [27], [24] y una gran complejidad y reto, lo cual aumenta el vínculo entre el usuario y el JS [49]. Lo anterior promueve un rol activo por parte de los videojugadores en la interacción con el JS. Es así como, en la medida que los usuarios tengan una relación interactiva con el contenido del JS, se evidencia un mayor aprendizaje en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza, en donde usualmente el estudiante posee un rol pasivo y se limita a memorizar contenidos sin interactuar con los mismos [48].

Por otro lado, a raíz de la experiencia de juego, emergieron registros de los participantes vinculados a los estereotipos de género. En este sentido, la literatura especializada argumenta una relación implícita entre las características de los videojuegos (tema, color y tipo) con un sexo en específico, lo cual promueve un acercamiento y desempeño diferencial en el mismo [17]. Sin embargo, los Juegos Serios, y en específico *Code Combat*, son videojuegos en donde la experiencia de juego no posee ningún sesgo relacionado al género, lo cual se evidenció en el acercamiento indiferenciado de niños y niñas a la experiencia de juego.

En líneas generales, teniendo en cuenta lo propuesto por Prensky [6], podemos ver que el JS utilizado desarrolla niveles de aprendizaje más especializados debido a su énfasis en elementos de estrategia para la resolución de problemas. De esta forma, teniendo en cuenta lo planteado por De Miguel [36], para posibilitar el desarrollo de competencias es necesario que el usuario esté enfrentado a un ambiente desafiante y retador, característica propia de los JS. Este ambiente ofrecerá un espacio para que el jugador pueda poner a prueba habilidades previas con el objetivo de superar los retos del juego, escenario en el cual el desarrollo de competencias tiene lugar.

En relación con el desarrollo de competencias se pudo evidenciar que tuvo lugar en dos niveles: uno específico y uno genérico [36]. Este desarrollo conjunto de competencias se puede evidenciar en la Figura 5, en la cual se observa que paralelo al desarrollo de la competencia específica competencias genéricas emergieron y se apropiaron. En este sentido, el esquema propuesto podría ser utilizado para explicar cómo se da el desarrollo de competencias en el marco de intervenciones basadas en videojuegos ya que responden a características similares.

En este sentido, la competencia específica que se desarrolló gracias a la interacción con el juego fue la escritura de programación en lenguaje *Python*. Esto pudo verse en un mejor desempeño en la gramática, la puntuación y el uso de *loops* y cadenas, elementos de gran importancia en la programación computacional [50].

Paralelo al desarrollo de estas competencias, se

desarrollaron diversas competencias genéricas. Entre estas competencias se resalta el pensamiento computacional, el cual se promovió a través del razonamiento estratégico para superar los retos presentados en el juego [50]. Sumado a esto, se evidenció un desarrollo en procesos colaborativos, donde gracias a la interacción con pares, los jugadores podían adquirir y compartir conocimientos relacionados al JS, posibilitando un mejor desempeño en el juego [51], [11], [9]. Adicionalmente, el contenido de algunas áreas básicas del currículo educativo tradicional como inglés, español, matemáticas y tecnología fue reforzado gracias a la interacción con el videojuego, lo cual permite dar cuenta de una gran oportunidad para fortalecer los procesos curriculares en ambientes formales de enseñanza [5], [52], [23].

V. Conclusiones

A través de la presente investigación se pudo determinar que los videojuegos, específicamente los Juegos Serios educativos, promueven el desarrollo de competencias. Esto es gracias al diseño y producción del juego, donde por medio de ambientes complejos, con un alto nivel de reto, un destacado diseño gráfico y mecánicas estimulantes, crea una experiencia de juego mediante la cual el usuario desarrolla competencias en varios niveles en el marco de un ambiente inmersivo.

Este desarrollo comprendió dos vías, por un lado, el de la competencia específica referente al lenguaje de programación en *Python*. A partir de este desarrollo, y de forma emergente, se identificó el desarrollo paralelo de competencias genéricas. En este último punto radica el principal hallazgo de la presente investigación ya que, a partir de la promoción del aprendizaje por parte del JS, posibilita el desarrollo de competencias específicas y genéricas, además de múltiples habilidades en diversas áreas aplicadas. Esto, a su vez, es un factor diferencial entre los JS y los videojuegos convencionales, ya que estos últimos tienen como principal objetivo el entretenimiento y es de una forma espontánea que logran desarrollar habilidades.

En este proceso los usuarios dispusieron de habilidades personales para la superación de los objetivos del videojuego, momento en el cual el desarrollo de la competencia específica tuvo lugar. En cuanto a las competencias genéricas, su desarrollo sucede en la medida que éstas apoyan el desarrollo de la competencia específica necesaria para la superación de los objetivos del videojuego.

De esta forma, teniendo en cuenta los beneficios de los JS, se puede destacar el gran potencial que tendría esta herramienta para complementar dinámicas curriculares en diferentes áreas disciplinares. Esto debido al aporte de los JS al proceso de aprendizaje de los estudiantes, en el cual, mediante una constante y activa interacción con el contenido, permite un desarrollo de competencias.

Por último, se plantea la necesidad de investigación y producción científica en el área, sobre todo en el contexto colombiano y latinoamericano. Esto permitiría profundizar en la comprensión del proceso de mediación efectiva de los Juegos Serios en el desarrollo de competencias y, de esta forma, establecer lineamientos para la implementación de

Cómo citar este artículo: C. A. Quintero and G. A. C. Álvarez, "Serious Games and Computer Programming Competencies Development in Educational Contexts," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 18, no. 1, pp. 48-53, Feb. 2023, doi: 10.1109/RITA.2023.3250504.

este tipo de herramienta en ámbitos formales de educación. Del mismo modo, el esquema del desarrollo de competencias planteado en la presente investigación puede ser utilizado para explicar el desarrollo de competencias en intervenciones educativas basadas en videojuegos. Por último, se sugiere que los trabajos futuros se enfoquen en determinar el estado de las competencias desarrolladas y el nivel de apropiación del contenido en diferentes rangos de tiempo luego de la intervención con JS.

Referencias

- [1] H. Brown, *Videogames and Education*, New York: Routledge, 2015.
- [2] H. Jenkins, *Fans, Bloggers, and Gamers: Exploring Participatory Culture*, New York: University Press, 2006.
- [3] H. Lowood, «Videogames in Computer Space: The Complex History of Pong,» *IEEE Annals Of The History Of Computing*, vol. 31, n° 3, pp. 5-19, 2009.
- [4] J. Corredor, O. Pinzón y M. Guerrero, «Mundo sin centro: Cultura, construcción de la identidad y cognición en la era digital,» *Revista de Estudios Sociales*, vol. 40, pp. 44-56, 2011.
- [5] K. Squire, «Video Games and Education: Designing learning systems for an interactive age,» *Educational Technology Magazine: The Magazine for Managers of Change in Education*, vol. 28, n° 2, pp. 17-26, 2008.
- [6] M. Prensky, «Digital natives, digital immigrants,» *On the horizon*, vol. 9, n° 5, pp. 1-6, 2001.
- [7] J. Gee, *What video games have to teach us about learning and literacy*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2007.
- [8] J. Gee, «Learning by design: Good video games as learning machines,» *eLearning*, vol. 2, n° 1, pp. 5-16, 2005.
- [9] M. Griffiths, «The Educational Benefits of Videogames,» *Education and Health*, vol. 20, n° 3, pp. 47-51, 2002.
- [10] B. Gros, «Digital games in education: The design of games-based learning environments,» *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 40, n° 1, pp. 23-38, 2007.
- [11] K. Squire, «Open-Ended Video Games: A Model for Developing Learning for the Interactive Age,» de *The ecology of games. Connecting youth, games and learning.*, Cambridge, MIT Press, 2008, pp. 167-198.
- [12] C. González y F. Blanco, «Videojuegos educativos sociales en el aula,» *Revista ICONO14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, vol. 9, n° 2, pp. 59-83, 2011.
- [13] K. Squire y S. Durga, «Productive gaming: The case for historiographic game play,» de *The Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, Hershey, IGI Global, 2008, pp. 200-2018.
- [14] J. Corredor, M. Gaydos y K. Squire, «Seeing change in time: Video games to teach about temporal change in scientific phenomena,» *Journal of Science Education and Technology*, vol. 23, n° 3, pp. 324-343, 2014.
- [15] K. Jaipal y C. Figg, «Using Video Games in Science Instruction: Pedagogical, Social, and Concept-Related Aspects,» *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 9, n° 2, pp. 117-134, 2009.
- [16] N. Iten y D. Petko, «Learning with serious games: is fun playing the game a predictor of learning success?,» *British Journal of Educational Technology*, vol. 47, n° 1, pp. 151-163, 2016.
- [17] D. Williams, N. Martins, M. Consalvo y J. Ivory, «The virtual census: Representations of gender, race and age in video games,» *New Media & Society*, vol. 11, n° 5, pp. 815-834, 2009.
- [18] B. Sawyer, «Serious games: improving public policy through game-based learning and simulation,» *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, Washington, 2003.
- [19] D. Michael y S. Chen, *Serious games: games that educate, train and inform*, Boston: Thomson Course Technology, 2006.
- [20] C. Abt, *Serious Games*, New York: Viking Compass, 1975.
- [21] J. Breuer y G. Bente, «Why so serious? On the relation of serious games and learning,» *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, vol. 4, n° 1, pp. 7-24, 2010.
- [22] K. Sanford, L. Starr, L. Merkel y S. Kurki, «Serious games: video games for good?,» *E-Learning and Digital Media*, vol. 12, n° 1, p. 90-106, 2015.

Cómo citar este artículo: C. A. Quintero and G. A. C. Álvarez, "Serious Games and Computer Programming Competencies Development in Educational Contexts," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 18, no. 1, pp. 48-53, Feb. 2023, doi: 10.1109/RITA.2023.3250504.

- [23] B. Gros, «Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje,» *Comunicación*, vol. 7, n° 1, pp. 251-264, 2009.
- [24] A. De Gloria, F. Bellotti, R. Berta y E. Lavagnino, «Serious games for education and training,» *International Journal of Serious Games*, vol. 1, n° 1, 2015.
- [25] U. Ritterfeld, M. Cody y P. Vorderer, *Serious Games. Mechanisms and Effects*, New York: Routledge, 2009.
- [26] I. Mayer, H. Warmelink y Q. Zhou, «A frame-reflective discourse analysis of serious games,» *British Journal of Educational Technology*, vol. 47, n° 2, pp. 342-357, 2016.
- [27] M. Dodlinger, «Educational video game design: A review of the literature,» *Journal of Applied Educational Technology*, vol. 4, n° 1, pp. 21-31, 2007.
- [28] M. Prensky, «How to teach with technology: keeping both teachers and students comfortable in an era of exponential change.,» *Emerging Technologies for Learning*, vol. 2, pp. 40-60, 2007.
- [29] N. Howe y W. Strauss, *Millennials Go to College: Strategies for A New Generation on Campus.*, Great Falls: Life Course Associates, 2007.
- [30] C. Coll, «Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades,» *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, vol. 72, pp. 17-40, 2008.
- [31] O. Turpo y M. Romero, «Serious Games para el desarrollo de las competencias del siglo XXI,» *RED, Revista de Educación a Distancia*, vol. XI, n° 34, pp. 1-22, 2012.
- [32] A. Widitarsa, «Video Games as Tools for Education,» *Journal of Game, Game Art, and Gamification*, vol. 3, n° 2, pp. 58-62, 2018.
- [33] H. Del Castillo, D. Herrero, A. Garcia, M. Checa y N. Monjelat, «Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización digital e identidad,» *RED - Revista De Educación A Distancia*, vol. 33, pp. 1-22, 2012.
- [34] D. Rychen y L. Salganik, «A holistic model of competence,» de *Key competencies for successful life and a well-functioning society*, Göttingen, Hogrefe y Huber, 2003, pp. 41-62.
- [35] Parlamento Europeo, «Recomendación sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente,» *Diario Oficial de la Unión Europea*, Bruselas, 2006.
- [36] M. De Miguel, *Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*, Madrid: Alianza, 2006.
- [37] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, «Competencias genéricas en educación superior,» Ministerio de Educación de Colombia, Bogotá, 2009.
- [38] M. De la Cruz, *Taller sobre el proceso de aprendizaje-enseñanza de competencias*, Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación, 2003.
- [39] J. Creswell, *A concise introduction to mixed methods research*, Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.
- [40] S. Diaz, «Los métodos mixtos de investigación: presupuestos generales y aportes a la evaluación educativa,» *Revista Portuguesa de Pedagogía*, vol. 48, n° 1, pp. 7-23, 2014.
- [41] J. Creswell y V. Plano-Clark, *Designing and conducting mixed methods research*, Thousand Oaks: Sage Publications, 2007.
- [42] N. Ivankova, J. Creswell y S. Stick, «Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice,» *Field methods*, vol. 18, n° 1, pp. 3-20, 2006.
- [43] A. Onwuegbuzie y N. Leech, «Linking Research Questions to Mixed Methods Data Analysis Procedures,» *Qual Report*, vol. 11, n° 3, pp. 474-498, 2006.
- [44] G. Van Rossum y F. Drake, «Guía de aprendizaje de Python. Release. 2,» 16 10 2000. [En línea]. Available: <http://es.tldp.org/Tutoriales/Python/tut.pdf>. [Último acceso: 31 Julio 2020].
- [45] Code Combat, «Code Combat,» CodeCombat INC, [En línea]. Available: <https://codecombat.com/>. [Último acceso: 31 Julio 2020].
- [46] J. Pitkänen, «Studying thoughts: stimulated recall as a game research method,» de *Game Research Methods: An overview*, Pittsburgh, ETC Press-Carnegie Mellon University, 2015, pp. 117-132.

Cómo citar este artículo: C. A. Quintero and G. A. C. Álvarez, "Serious Games and Computer Programming Competencies Development in Educational Contexts," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 18, no. 1, pp. 48-53, Feb. 2023, doi: 10.1109/RITA.2023.3250504.

[47] M. Q. Patton, *Qualitative research & evaluation methods*, Thousand Oaks: Sage Publications, 2002.

[48] C. Steinkuehler y D. Williams, «Where everybody know your (screen) name: Online games as "third places",» *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 11, n° 4, pp. 885-909, 2006.

[49] R. Ratan y U. Ritterfeld, «Classifying Serious Games.,» de *Serious Games: Mechanisms and Effects*, New York, Routledge, 2009, pp. 10-24.

[50] K. Brennan y M. Resnick, «Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design,» de *American Educational Research Association meeting*, Vancouver, 2012.

[51] L. Tsun-Ju y L. Yu-Ju, «Language Learning in Virtual Reality Environments: Past, Present, and Future,» *Journal Of Educational Technology & Society*, vol. 18, n° 4, pp. 486-497, 2015.

[52] M. Prensky, «Engage Me or Enrage Me. What Today's Learners Demand,» *EDUCAUSE Review*, vol. 40, n° 5, pp. 60-65, 2005.