



Árcade: Metodología para el desarrollo de videojuegos en cursos de ingenierías

Arcade: Methodology for video game development in engineering courses

Diego Darío López-Mera

Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

dlopez@profesores.uniajc.edu.co

ORCID: 0000-0003-2902-5159

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.10.20.005>

Recibido: Diciembre 12, 2021

Aceptado: Marzo 11, 2022

Resumen: Este artículo describe una propuesta metodológica para el diseño y desarrollo de videojuegos, la cual puede ser utilizada por estudiantes con habilidades en programación de computadores; aunque no cuenten con habilidades artísticas destacadas. Para su elaboración, se tomó como base tres estudios comparativos sobre metodologías de desarrollo de videojuegos. La metodología elaborada se aplicó en un curso electivo de ingeniería de sistemas en una institución de educación superior, durante cuatro períodos académicos semestrales desde el 2016. Por el curso, pasó un total de 87 estudiantes y dio como resultado el desarrollo de 48 videojuegos. Esta metodología se diseñó especialmente para que pudiese ser empleada en cursos de ingeniería en los que se espera el desarrollo de un videojuego aceptable en su primera versión o, al menos, con la calidad de un software ejecutándose con las funciones esenciales. De tal modo que la metodología permite el diseño y desarrollo de videojuegos en poco tiempo, tomando en cuenta presupuestos y recursos limitados, y utilizando una cantidad mínima de desarrolladores, no más de dos y específicamente programadores.

Palabras clave: *Enseñanza Superior, Estrategias Educativas, Juego Educativo, Programación Informática, Videojuego.*

Abstract: This paper describes a methodological proposal for the design and development of videogames, which can be used by students with skills in computer programming; although they do not have outstanding artistic abilities. For its elaboration, three comparative studies on videogame development methodologies were taken as a basis. The methodology developed was applied in an elective course in systems engineering at an institution of higher education, during four semester academic periods since 2016. A total of 87 students passed through the course and resulted in the development of 48 video games. This methodology was specially designed so that it could be used in engineering courses in which the development of an acceptable video game in its first version is expected or, at least, with the quality of software running with the essential functions. In such a way that the methodology allows the design and development of video games in a short time, taking into account limited budgets and resources, and using a minimum number of developers, no more than two and specifically programmers.

Keywords: *Computer Programming, Educational Games, Educational Strategies, Higher Education, Videogames.*

1. Introducción

De acuerdo con Newzoo [1], una de las más importantes consultoras en el análisis del mercado de videojuegos, el sector creció en el 2020 y 2021, a pesar de la pandemia del COVID-19. Es una tendencia que se estima irá en aumento para los próximos años. Otros estudios realizados en Latinoamérica [2] y España [3] también coinciden en que la industria de los videojuegos pasa por un buen momento. No obstante, el desarrollo de videojuegos es un proceso complejo, puesto que requiere del esfuerzo y talento de un equipo de expertos en diversas áreas. Para dar origen a un videojuego no sólo se necesita de buenos programadores, sino además de diseñadores visuales, escritores, animadores, músicos y la participación de una variedad de profesionales cuya cantidad, especialidad y dedicación dependerá del juego en sí. Así que, en la actualidad, es difícil —aunque no imposible— que una única persona diseñe y desarrolle un videojuego de calidad y éxito comercial. En este sentido, el desarrollo de un videojuego equivale a la realización de un largometraje, y tanta es la similitud entre la industria del videojuego y el cine que, inclusive, comparten procesos y dificultades.

Existen diversas metodologías para el desarrollo de videojuegos, cada una con sus particularidades, propósitos, procesos y condiciones para ser aplicadas correctamente. La presente investigación describe una metodología que se diseñó, especialmente, para ser utilizada en cursos de ingeniería. Esta metodología tiene el nombre de «Árcade», en homenaje a las máquinas que dieron a conocer los primeros videojuegos al mundo, y cuyos primeros juegos fueron desarrollados por uno o dos programadores.

La metodología fue aplicada en un curso electivo relacionado con el diseño y desarrollo de videojuegos, del programa académico de ingeniería de sistemas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho (UniCamacho) de Cali. El curso se ofreció durante cuatro semestres a partir del 2016 y, en éste, participaron estudiantes de ingeniería de sistemas, en su mayoría. Ahora, la metodología es utilizada por estudiantes en proyectos de actividades extracurriculares, y también por estudiantes cuyo producto principal de trabajo de grado es un videojuego.

2. Estado del arte

De acuerdo a Johan Huizinga [4], el juego (*game*) y el acto de jugar (*play*) están inmersos en la cultura, no son accesorios, ni excepciones del comportamiento; en últimas, el juego y el acto de jugar forman parte de la naturaleza del ser humano. La participación en el juego implica la interacción con los demás, en la que el jugador aprende y se divierte a través de la superación de obstáculos; pero la «diversión» como concepto lo rodea la disyuntiva de lo que es divertido para algunos, para otros puede ser la representación del aburrimiento.

En este sentido, Hunicke, LeBlanc y Zubek [5] proponen ocho tipificaciones de diversión a las que denominan «estéticas» o «atractivos» (*aesthetics*):

1. *Sensation* — *game as sense-pleasure*.
2. *Fantasy* — *game as make-believe*.
3. *Narrative* — *game as drama*.
4. *Challenge* — *game as obstacle course*.
5. *Fellowship* — *game as social framework*.
6. *Discovery* — *game as uncharted territory*.
7. *Expression* — *game as self-discovery*.
8. *Submission* — *game as pastime*.

Las estéticas o atractivos definen las emociones o experiencias lúdicas que sentirá el jugador al jugar, y un juego puede contener una o varias. En la serie *FIFA* de *Electronic Arts*, por ejemplo, está presente el desafío (*challenge*), pero también la fantasía (*fantasy*). Esta última estética genera la sensación de “como si” se estuviese en un mundo alterno, en el que el jugador dirige las acciones de un equipo de fútbol como si estuviese en competencias deportivas en la vida real.

Ahora bien, un videojuego es un artefacto en un medio visual digital, destinado principalmente para la diversión mediante los siguientes modos de participación: juego regido por reglas, ficción interactiva o ambos [6]. En cuanto a su forma de ser clasificado, los videojuegos se dividen en varios tipos, según el autor que elabore la taxonomía [7]. En el curso electivo, se fomenta el desarrollo de un tipo de juego al que se le denomina «serio». Este resulta interesante, pues, su propósito abarca más que la diversión. A manera de ejemplo, la serie

de juegos de *Dragon Box* de Kahoot fueron diseñados para que pudieran ser utilizados como herramientas didácticas en el aprendizaje de las matemáticas [8]. En uno de estos, el objetivo es aislar una caja y cada vez que se logra, un dragón oculto en la caja se alimenta y crece. En este proceso, el jugador aprende a despejar variables y solucionar ecuaciones. En otro, se muestran dos números diferentes en la pantalla y el jugador dibuja, entre estos, un signo ‘mayor que’ o ‘menor que’. Si acierta, el signo se convierte en la dentadura de un cocodrilo que se come al número. De este modo, un videojuego es más que un artefacto destinado a la diversión, también puede ser un agente motivador en el campo del aprendizaje. En principio, porque un requisito para jugar es aprender [9]; es decir, el jugador debe estar dispuesto a aprender sobre el mundo del videojuego y las reglas que lo rigen. Además, la motivación se da porque un buen videojuego divierte, genera curiosidad, reta al jugador para que avance y supere cada uno de los niveles, retroalimenta constantemente sobre el desempeño y así como estimula la competencia algunos también pueden impulsar la cooperación [10]. *Civilization* de Sid Meier, *Zoo Tycoon* de Blue Fang Games o *Spore* de Will Wright son videojuegos que se inclinan más hacia el divertimento y tienen imprecisiones en los temas que tratan; sin embargo, son utilizados para motivar el interés de los estudiantes por la historia [11], la zoología [12] o la biología [13], respectivamente.

No obstante, los videojuegos serios no sólo se circunscriben a ser herramientas didácticas alternativas para aprender matemáticas, idiomas u otras temáticas, también pueden ser medios para dar a conocer situaciones que muchos desconocen o no se les presta la debida atención. *September 12th* de Newsgaming, por ejemplo, es un videojuego que sintetiza la tensión sucedida un día después del atentado en el que cayeron las torres gemelas del World Trade Center y en el que murieron miles de personas [14]. En este juego, la misión consiste en dar de baja a terroristas en territorio árabe. El dilema consiste en que cada vez que se elimina a un terrorista existe la posibilidad de causar daños colaterales, es decir, asesinar a personas inocentes. La cuestión aquí es que hay familiares que lloran a estas víctimas, se llenan de odio, quieren venganza y, de acuerdo con el juego, se transforman en terroristas. De esta forma, el videojuego se convierte en un interesante objeto de estudio.

En algunas instituciones de educación superior, existen carreras o programas académicos orientados al diseño y desarrollo de videojuegos [15] o cursos específicos relacionados con esta área en carreras como ingeniería, diseño o comunicación; inclusive, existen experiencias de cursos académicos diseñados para la participación de estudiantes de varias disciplinas interesados en el desarrollo de videojuegos [16]. Por otra parte, los colegios no se quedan atrás. Cada vez más estudiantes de secundaria como de primaria son animados por sus profesores para que desarrollen videojuegos como una forma para potenciar habilidades en pensamiento computacional [17]. Incluso, se evidencia un creciente interés en los mismos profesores por desarrollar videojuegos para utilizarlos como herramientas didácticas en sus cursos [18] [19]. Sin embargo, reiterando lo anteriormente planteado, el proceso de diseño y desarrollo de videojuegos es complejo.

Existen investigaciones sobre metodologías creadas para el desarrollo de videojuegos. En este aspecto, Slimani *et al.* [20], Tomalá *et al.* [21] y Rodríguez [22] presentan tres estudios comparativos. El primero compara 14 metodologías; el segundo, 10; y el último, 9.

Todas las metodologías comparadas tienen diferentes nombres de fases, aunque en esencia consisten en lo mismo —parten de una idea, requisito o problema que avanza hacia un proceso de solución iterativo que incluye pruebas—; además, abogan por la conformación de un equipo interdisciplinar para el desarrollo. Hay, inclusive, metodologías para fines muy específicos, por ejemplo, una planeada con el propósito de desarrollar juegos para niños en condición de discapacidad auditiva [23].

3. Método

La investigación se realizó en un curso electivo del programa académico de ingeniería de sistemas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Este se ofreció por cuatro periodos desde el 2016 a estudiantes de octavo semestre. Por este curso, pasó un total de 87 estudiantes y fue el único que ofreció el programa académico relacionado con videojuegos. Esta condición representó un desafío tanto para los estudiantes como para el profesor. En primer lugar, los estudiantes de ingeniería de sistemas tienen habilidades en programación de computadores, pero no en escritura de ficciones ni en áreas artísticas ni de diseño visual. Por otra parte, el curso es de 48 horas de tiempo total dirigido por el docente y los estudiantes deben distribuir su tiempo de tal modo para que puedan rendir y cumplir con otras actividades académicas; es decir, su tiempo de estudio no es de dedicación exclusiva a una sola asignatura.

Lo ideal sería que el curso integrara estudiantes de otras carreras, con habilidades en escritura, ilustración,

animación o composición musical; sin embargo, la especificidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la programación de videojuegos tiene sus propios desafíos.

De este modo, los estudiantes de la muestra del presente estudio 1) tienen conocimientos en programación de computadores, aunque no el área específica de los videojuegos; 2) en la mayoría de los casos, no han desarrollado habilidades artísticas y 3) tienen un tiempo específico de dedicación al curso.

También se hizo una revisión documental de investigaciones sobre metodologías orientadas al diseño y desarrollo de videojuegos. Se consultó, sobre todo, estudios que recopilaran y compararan metodologías, y se encontraron tres: [20], [21] y [22]. Estas metodologías fueron la base para la creación o mejora de la metodología *Árcade*; la cual, una vez elaborada se probó en el curso electivo.

La metodología *Árcade* se fue mejorando semestre tras semestre; al igual que sus artefactos, los cuales se ajustaron y refinaron.

4. Resultados: la metodología *Árcade*

En total, se diseñaron y desarrollaron 48 prototipos funcionales en el curso electivo, utilizando la metodología *Árcade*. Estos prototipos consistieron en videojuegos con, al menos, un nivel funcionando y fueron desarrollados en motores de juegos o librerías como *Unity*, *Turbulenz*, *Cocos*, *KiwiJS*, *Gideros* o *Processing*. Los estudiantes seleccionaron el motor de acuerdo a las particularidades del juego: desarrollo multiplataforma, dimensionalidad, curva de aprendizaje, comunidad activa, tipo de licencia, lenguaje de programación, etc. Cada juego fue desarrollado por un estudiante o en parejas; aunque hubo ocasiones en las que se permitió la participación de un integrante adicional.

4.1. Fase 1: Sensibilización

La decisión de un estudiante para matricular un curso electivo es multifactorial y no necesariamente se debe porque le interesen los temas tratados. Como se explicó anteriormente, la asignatura relacionada con el diseño y desarrollo de videojuegos de la UniCamacho es la única que ofrece el programa académico de ingeniería de sistemas. Se trata de otro curso más entre otros cursos electivos. De todas formas, los estudiantes que llegan a la asignatura tienen experiencia en el desarrollo de software empresarial o industrial, puesto que esos son los temas que trabajan normalmente en sus proyectos finales de curso; sin embargo, por lo general, desconocen lo que implica el desarrollo de un videojuego.

La fase de sensibilización es una aproximación a esas áreas poco tratadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en ingeniería. Se trata de una exploración al arte y a los derechos de autor.

En esta fase, una de las actividades planteadas es el diseño de una historieta, utilizando las funciones básicas de un software de edición y retoque de imágenes (capas, ajuste de imagen, recorte, clonación y filtros). Las viñetas o paneles de la historieta son composiciones formadas por fotografías que los mismos estudiantes se encargan de tomar. Lo anterior se realiza, luego de una capacitación básica en el manejo de algún software de edición y retoque de imágenes (*Art Weaver*, *Photoshop*, *Fire Alpaca* o *Medibang Paint*).

4.2. Fase 2: Especificación

En esta fase se analiza, identifica y especifica el qué, para qué y el porqué del juego a desarrollar. Para lograr lo anterior, los estudiantes exploran e identifican un problema que les interese dar un aporte para su solución. Este proceso lo documentan, tomando en cuenta los siguientes ítems:

1. Descripción del problema.
2. Objetivo principal del videojuego.
3. Mapa conceptual de la temática del videojuego.
4. Fuentes bibliográficas de la temática.

La temática se relaciona directamente con el problema. Por ejemplo, si el problema trata sobre los daños ambientales causados por la minería ilegal, la temática es «minería ilegal».

4.3. Fase 3: Diseño

Esta fase consta de cuatro subfases en las cuales se identifican las mecánicas, dinámicas y estéticas del juego, así como su estructura y se elabora el guión y los *assets*.

4.3.1. Subfase 3.1: MDA (*Mechanics, Dynamics y Aesthetics*)

Esta subfase aplica el modelo MDA elaborado por Hunicke, LeBlanc y Zubek [5]. Las mecánicas (*mechanics*) son las reglas del juego, mientras que las dinámicas (*dynamics*) son las que permiten que las estéticas (*aesthetics*) funcionen. Un ejemplo de dinámica para la estética «desafío» (*challenge*) podría ser la inclusión, en la interfaz gráfica, de un cronómetro con cuenta regresiva que le recuerde al jugador que su tiempo se está acabando. En la estética «comunidad» (*fellowship*), las dinámicas podrían estar orientadas a que sólo colaborando con los demás se puede alcanzar una meta.

De este modo, la fase de diseño inicia con la definición de las mecánicas, dinámicas y estéticas o atractivos del juego.

4.3.2. Subfase 3.2: Estructura

Una vez definidas las generalidades del juego, la elaboración de una estructura se hace necesaria como guía para planificar el desarrollo. Se propone la creación de dos estructuras: una que trate los aspectos lúdicos y narrativos; y otra con respecto a la utilización e integración de elementos de software y hardware del juego.

1. En la estructura lúdico-narrativa se define la historia y la jugabilidad por pantalla o nivel, y se integra la temática del problema al juego. Se escribe la sinopsis, se describen los perfiles de los personajes, y se explica la jugabilidad y cómo se aborda la temática en el juego. En resumen, se especifica el mensaje que el juego quiere o pretende comunicar. Con estos insumos, se construye la escaleta o *step outline*. La escaleta del juego es un listado completo con una descripción resumida de lo que sucede en cada pantalla o nivel. Con el fin de que la problemática se aborde de forma seria y respetuosa, es importante que el estudiante solicite el apoyo de asesores pedagógicos o expertos en el tema del problema para que revisen la escaleta.
2. La estructura software-hardware consiste en definir y relacionar los elementos de software y hardware que se utilizarán en el desarrollo del juego. En este caso, el estudiante inicia con el diseño del sistema a través de diagramas en notación UML (Lenguaje de Modelamiento Unificado) [24]. Luego de esto, explora, compara y selecciona los recursos tecnológicos más apropiados para el desarrollo, empezando con el motor o *game engine*.

4.3.3. Subfase 3.3: Guion

El guion describe todo lo que sucede en la interfaz del videojuego. Así como el guion cinematográfico se divide por escenas, y cada escena tiene un número y una descripción del lugar donde ocurre la acción; en el caso del guion de videojuegos la división es por pantallas. Una pantalla es todo lo que sucede en la interfaz gráfica hasta la realización de un evento que implica un cambio de escenario o nivel.

La Figura 1 muestra un ejemplo de fragmento de la propuesta de un guion literario para videojuegos. En ella se describe lo que se muestra en la pantalla número 5 de un juego. En ésta, dos personajes conversan en el interior de una oficina. La pantalla también muestra tres botones con los que interactúa el jugador, y dependiendo de cuál oprima, la acción se dirige a otra pantalla.

Otra alternativa al guion literario es el *storyboard*, en la que se dibujan las pantallas en forma de historieta.

5. INT. OFICINA DE GAUSS - DÍA.

Plano general lateral: Gauss y Juan al escritorio; uno al frente del otro.

GAUSS:
Siento lo que pasó. A veces uno cree que contrata a buenas personas y resultan ser ladrones. Pero lo bueno es que aún existen personas honradas como tú, Juan.

JUAN:
Gracias, señor Gauss.

GAUSS:
Dime: ¿crees que cada persona forja su destino?

JUAN:
Sí, señor.

►INTERACCIÓN:
BOTÓN «Una revelación de Gauss» (imagen: Portada de revista con retrato de Gauss). Ir a pantalla 6.

►INTERACCIÓN:
BOTÓN «La propuesta de Juan» (imagen: Carpeta de Juan con papeles, sonido: sfx. Pasando hojas papel). Ir a pantalla 7.

►INTERACCIÓN:
BOTÓN «Reunión con el socio de Gauss» (imagen: Botón Flecha Siguiente, sonido: sfx. campanilla). Ir a pantalla 8.

Figura 1. Fragmento de guion literario. Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Subfase 3.4: *Assets*

Los *assets* son los recursos utilizados en la creación de videojuegos; por ejemplo: fondos, música, efectos sonoros o *sprites* (series de imágenes de un objeto o personaje en varias posiciones). Para identificar los *assets*, hay que desglosar el guion, es decir, realizar un análisis del guion y listar todos los elementos que utilizará el juego.

Una vez finalizado el desglose, los artistas y diseñadores comienzan la elaboración de los *assets*. En el caso del curso impartido, los estudiantes elaboran sus propios *assets* o utilizan contenido digital de terceros, siempre y cuando sea de uso libre y citen al autor en los créditos del juego.

Otro artefacto que se puede crear en esta fase es el guion técnico. A diferencia de los utilizados en cine y televisión que tienen las columnas «Video» y «Audio», el guion técnico propuesto para los videojuegos añade una columna que describe cómo será la «Interacción» del juego con el jugador. En la Tabla 1 se propone una plantilla de guion técnico.

Tabla 1. Plantilla guion técnico de videojuego. Fuente: Elaboración Propia.

Número. Título o descripción de la pantalla.		
Video	Audio	Interacción
Descripción de todo lo que se visualiza en pantalla, indicando su ubicación. También se describen aquellas animaciones que existen, pero con las que el jugador no interactúa. Por ejemplo: el movimiento de las nubes en el cielo.	Descripción de lo que se escucha en pantalla, indicando su momento de ejecución. En este apartado también se escriben los diálogos completos de los personajes.	Descripción de todas las interacciones del jugador con el sistema. Se describe, por ejemplo, lo que sucede al oprimir un botón o la acción que realiza el sistema cuando un objeto colisiona con otro.
Boceto de la Interfaz: Es el boceto o bosquejo de la interfaz gráfica de la pantalla y puede ser un prototipado en <i>wireframes</i> .		

<p>Assets visuales: Listado de todos los nombres de los archivos de imágenes, texturas, objetos 3D y vídeos que aparecen en la pantalla, con sus respectivas extensiones. Si el objeto es audiovisual, incluirlo aquí.</p>
<p>Assets sonoros: Listado de todos los nombres de los archivos de sonido que se escuchan en la pantalla, con sus respectivas extensiones.</p>
<p>Otros assets: Listado de todos los otros <i>assets</i> utilizados.</p>

4.4. Fase 4: Ciclo Diseño ↔ Desarrollo ↔ Pruebas

Esta es una fase iterativa que retoma —inclusive— las actividades de la fase de diseño. Se realiza la codificación y se integran todos los *assets*; además, se hacen las pruebas a medida que se tenga un avance significativo o se quiera probar un aspecto determinado del juego.

En el curso, se usó *Thinking Aloud* para las pruebas con usuarios [25]. Este es un método en el cual se le solicita a los jugadores ‘pensar en voz alta’ o verbalizar sus pensamientos, mientras juegan. Durante la prueba, los estudiantes toman apuntes de las observaciones de los usuarios, hacen preguntas en el caso de que requieran más detalles y, de acuerdo a los resultados, hacen ajustes a nivel de guion, diseño o programación. Las observaciones más comunes son debido a errores ortográficos o de redacción en los textos, carencia de algún mensaje de retroalimentación, tiempos no adecuados para el cumplimiento de retos o misiones, tamaños o tipos de fuente poco legibles en las pantallas, y por supuesto, bugs de programación. Con base en lo anterior, los estudiantes hacen los ajustes necesarios y vuelven a hacer otra prueba. Así que, dependiendo de la observación, por ejemplo, si un texto es poco legible porque tiene la letra pequeña, los estudiantes pueden dividirlo en dos y mostrarlos uno seguido del otro con el propósito de aumentar el tamaño de letra; o también, en otros casos, pueden llegar a reescribir el guión para que el mensaje del juego sea claro. Por lo general, debido a la duración del curso, se hace una prueba con usuarios y otra más, luego de los ajustes.

Al final, los videojuegos desarrollados tuvieron una buena aceptación por parte de los usuarios. Estos fueron prototipos con un nivel de juego en funcionamiento. En consecuencia, más que evaluarlos por excelencia gráfica, diseño sonoro o solidez narrativa, para la valoración se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Coherencia visual: ¿el juego tiene un estilo gráfico definido?, ¿el estilo gráfico se relaciona con la temática del juego?
2. Claridad del mensaje: ¿la temática o problemática presentada en el juego es entendible?, ¿el objetivo principal del juego se cumple?
3. Jugabilidad acorde al MDA: ¿los jugadores manifiestan que la interacción con el juego genera las estéticas o atractivos establecidos por los desarrolladores?, ¿las mecánicas, dinámicas y estéticas están interrelacionadas en el juego?

5. Conclusiones

La metodología *Árcade* permitió el diseño y desarrollo de videojuegos en poco tiempo y utilizando una cantidad mínima de desarrolladores, no más de dos y específicamente programadores. El alcance logrado fue hasta el desarrollo de videojuegos aceptables para una primera versión o, al menos, con la calidad de un software ejecutándose con las funciones esenciales.

Una situación común que se presentó en el inicio del curso fue que los estudiantes asocian «videojuego serio» como juego para niños. Así que uno de los requisitos del proyecto final de la asignatura consistió en que el juego desarrollado estuviese orientado, en especial, al público adulto. Uno de los juegos desarrollados, por ejemplo, trató de un héroe que, por batalla o nivel, se enfrenta con un monstruo diferente. Al lado del monstruo se muestra un recuadro con un algoritmo, específicamente, una estructura de decisión en pseudocódigo. En ésta se encuentra la pista que indica el arma a utilizar para derrotar al monstruo. El jugador avanza en los niveles, sólo si comprende los algoritmos. Este es un juego que, evidentemente, puede utilizarse como herramienta didáctica en cursos de programación de computadores. En otro juego desarrollado se explora el sistema político electoral. En este, una persona se dirige al puesto de votación. Durante el camino recoge y lee volantes con diferente tipo de información. En algunos hay detalles de las propuestas de los candidatos; en otros, se ofrece la

compra del voto o se explican asuntos relacionados con la jornada electoral. El juego, al final, no indica si la decisión de voto del jugador fue la mejor; en vez de eso, luego de la votación, se muestra un mensaje en pantalla sobre la responsabilidad de votar a conciencia. De este modo, los juegos desarrollados se orientaron a la educación y a tratar, inclusive, problemáticas sociales como las fronteras invisibles, minería ilegal o trata de personas.

En la fase de Sensibilización, los estudiantes se enfrentan al área artística y algunos muestran una incomodidad o rechazo inicial a las temáticas y tareas planteadas; ya que, en principio, no se tratan de actividades estrictamente relacionadas con la programación. De todas formas, durante el proceso, llegan a reconocer que, si esas actividades no se realizan, la calidad del juego se verá perjudicada.

La siguiente fase —la de Especificación— es importante; puesto que, en ésta, no sólo se define la temática del juego; si no que, además, se investiga sobre la misma y se unifican y relacionan conceptos. En la primera versión del curso, la temática fue libre y los estudiantes seleccionaron temas relacionados con la programación de computadores; es decir, sobre los conceptos que dominan. En las siguientes versiones, se instó para que seleccionaran otras temáticas. Los problemas acontecidos por esta decisión fueron esencialmente dos: 1) los estudiantes ya no están en su zona de confort y deben investigar sobre temas que *a priori* no conocen a fondo, y 2) en el curso, por cuestiones de tiempo y facilidad, la investigación es sobre todo documental. De todos modos, al final, las dificultades se solventaron, los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar y descubrir nuevos temas, y los videojuegos cumplieron con lo esencial que es el de dar a conocer la importancia de la temática de una forma simple y jugable. Aunque, desde luego, un escenario ideal sería cuando el videojuego fuese el resultado de un trabajo académico interdisciplinar, tal y como el llevado a cabo por los estudios [26] y [27]; sin embargo, la gestión y logística para coordinar todo el personal involucrado sería dispendioso para cualquier docente de un curso electivo. No obstante, lo anterior sí es posible y exigible en el contexto del proceso de un trabajo de grado. En este caso, la labor de investigación del estudiante trasciende lo documental y debería consultar, en lo posible, las fuentes primarias. De todas formas, a modo de reflexión, una mejora para el desempeño de la fase estaría en definir una temática única para trabajar en el curso y contar con la asesoría de un experto en el tema.

Ahora bien, la fase de Diseño representa un reto, puesto que todo error que se cometa en una subfase va en perjuicio de las demás. Un cambio tardío en el MDA afecta la estructura, al igual que un replanteamiento de guion puede implicar el rediseño de *assets*. Un escenario ideal sería que los insumos, es decir, guion y *assets* estuviesen listos, y que los estudiantes no los elaboren y sólo se dediquen a programar. Esto es posible en el marco de un trabajo interdisciplinar. Sin embargo, la metodología *Árcade* se hizo para la materialización de resultados en procesos formativos específicos con limitantes de recursos humanos con experticia en el arte, así que su intención es presentar una ayuda para que los profesores puedan afrontar cursos de diseño y desarrollo de videojuegos con estudiantes con habilidades en programación de computadores, pero no en áreas artísticas, y para proyectos que puedan ser realizados por una sola persona. Por otra parte, la fase de Sensibilización también sirve como un mecanismo para que el programador no sólo sea el miembro del equipo de desarrollo que realiza una labor técnica; sino, además, creativa.

En cuanto a la última fase, Ciclo Diseño ↔ Desarrollo ↔ Pruebas, la cantidad de iteraciones se lleva a cabo hasta la fecha máxima permitida por la institución educativa para la entrega de notas. Por lo general, se alcanza a realizar un máximo de dos pruebas con usuarios por medio del método *Thinking Aloud*. En la segunda prueba pueden aparecer nuevas observaciones; sobre todo, si el usuario o usuarios no son los mismos de la primera. Sin embargo, la segunda prueba tiende a tener menos observaciones.

La metodología *Árcade* no entra en disonancia con *Scrum* y otros marcos de trabajo ágil¹; por el contrario, mientras que la cantidad de integrantes del equipo aumente y las actividades se distribuyan y las asuman más personas, la calidad del software puede mejorar, a la vez que se reduce el tiempo de desarrollo. Lo anterior sólo se cumple, desde luego, si realmente se siguen las recomendaciones de trabajo en equipo de esos marcos.

Por otra parte, la metodología *Árcade* funciona y se limita al contexto para el cual fue concebida y probada;

¹ Los marcos de trabajo ágil son modelos de procedimientos que ponen en práctica los principios del manifiesto por el desarrollo ágil de software (agilemanifesto.org). Este manifiesto valora los individuos e interacciones sobre procesos y herramientas, el software funcionando sobre documentación extensiva, la colaboración con el cliente sobre negociación contractual y la respuesta ante el cambio sobre seguir un plan. Algunos ejemplos de estos marcos son: *Extreme programming (XP)*, *Feature-driven development (FDD)*, *Kanban* y *Scrum*, siendo este último uno de los más populares, entre otras razones, porque puede utilizarse y adaptarse a ámbitos diferentes al desarrollo de software.

es decir, al ámbito educativo. Para otros contextos y requerimientos especiales, deberían utilizarse otras metodologías. GREM (*Game Rules Scenario Model*), por ejemplo, es para videojuegos educativos y toma en cuenta el proceso de comercialización [28]; y CMPG (*Classroom Multiplayer Presential Game*) se orienta al desarrollo de videojuegos multijugador [29].

Por último, existen herramientas para el desarrollo de videojuegos para las cuales no se requiere saber programar, pero son limitadas en lo que se puede hacer. La metodología propuesta es para cursos en los cuales los estudiantes cuentan con conocimientos previos en programación de computadores; puesto que como se evidencia en los juegos desarrollados, la elección del motor de juego fue por las particularidades del juego, y no con respecto a si el estudiante sabe o no sabe programar.

De este modo, la metodología *Árcade* permite que los equipos de desarrollo estén compuestos por uno o dos programadores, sin habilidades previas en arte o diseño visual. Esto se debe, en parte, a las actividades que se realizan en la fase de sensibilización. Esta, en principio, pretende motivar y dar seguridad a los estudiantes para que elaboren, por sí mismos, los recursos gráficos. Además, esta fase también tiene el propósito de reconocer la importancia de la labor de artistas, escritores y diseñadores visuales en la creación de un videojuego, y para que los programadores tengan criterio en el momento cuando deban comunicar o exponer sus ideas al área artística.

6. Agradecimientos

Se agradece a las directivas de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Antonio José Camacho y a los estudiantes de ingeniería que participaron en el curso electivo y se esforzaron por presentar buenos proyectos.

7. Referencias

- [1] Newzoo. (2021). *Newzoo Global Games Market Report 2021 | Free Version*. Newzoo. Recuperado de: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2021-free-version>
- [2] UNRaf (Universidad Nacional de Rafaela) y ADVA (Asociación de Desarrolladores de Videojuegos Argentinos). (2021). *Informe 2021 - Observatorio de la Industria Argentina de Desarrollo de Videojuegos*. ADVA. Recuperado de: <https://www.adva.vg/observatorio>
- [3] DEV (Asociación española de empresas productoras y desarrolladoras de videojuegos y software de entretenimiento). (2021). *Libro blanco del desarrollo español de videojuegos 2020*. DEV. Recuperado de: <https://www.dev.org.es/es/publicaciones/libro-blanco-dev-2020>
- [4] Huizinga, J. (1998). *Homo ludens*. Madrid: Alianza Editorial, S. A.
- [5] Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. Trabajo presentado en *AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. Recuperado de: <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- [6] Tavinor, G. (2008). Definition of videogames. *Contemporary Aesthetics (Journal Archive)*, 6 (16), 1-21. Recuperado de: https://digitalcommons.risd.edu/liberalarts_contempaesthetics/vol6/iss1/16
- [7] Hernández, J., Cano, A., Parra, M. (2016). Taxonomía del videojuego: Un planteamiento por géneros. En C. Mateos, J. Herrero (Coords.). *La pantalla insomne* (2ª Ed) (pp. 2149–2168). Tenerife: Sociedad Latina de Comunicación Social. doi: <https://doi.org/10.4185/cac103>
- [8] Cates, M. (2018). *The effect of using Dragonbox on the mathematics teaching efficacy of preservice middle grade teacher* [Tesis de Doctorado]. Georgia State University. Recuperado de: https://scholarworks.gsu.edu/mse_diss/67
- [9] Aranda, D. (2015). Jugar y juego. En D. Aranda, S. Gómez, V. Navarro, A. Planells (Eds.), *Game & Play: diseño y análisis del juego, el jugador y el sistema lúdico* (pp. 11-38). España: Editorial UOC.
- [10] Calvo-Ferrer, J. R. (2018). Juegos, videojuegos y juegos serios: Análisis de los factores que favorecen la diversión del jugador. *Miguel Hernández Communication Journal*, 9 (1), 191-226. doi: <http://dx.doi.org/10.21134/mhcj.v0i9.232>
- [11] Vázquez-Miraz, P., Matos, C., Freire, G. (2020). Representaciones de la antigua cultura helenística en los videojuegos Civilization (1991-2018). *Byzantion nea hellás*, (39), 185-205. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-84712020000100185>

- [12] Carter, D. (2017). *Can video games technology be used for educational purposes?* [Tesis de Maestría]. Universidad de Huddersfield. Recuperado de: <http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/31582>
- [13] Poli, D., Berenotto, C., Blankenship, S., Piatkowski, B., Bader, G., Poore, M. (2012). Bringing evolution to a technological generation: A case study with the video game Spore. *The American Biology Teacher*, 74 (2), 100–103. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.2.7>
- [14] Frasca, G. (2013). Newsgames: el crecimiento de los videojuegos periodísticos. En C. Scolarì (Ed.), *Homo Videoludens 2.0. De Pacman a la gamification* (pp. 253-263). España: Universidad de Barcelona. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10230/26009>
- [15] Esnaola, G., Galli, M., Colla, M. (2017). La formación superior en desarrollo de los videojuegos en la educación Argentina. Trabajo presentado en *V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación*, Universidad de La Laguna, España. Recuperado de: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6777>
- [16] Barrientos Bueno, M., Navarrete Cardero, J. L. (2012). Aula de Videojuegos, un proyecto académico. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 18 (Especial), 111-119. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11441/24718>
- [17] Vázquez-Cano, E., Ferrer Delgado, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication papers*, 4 (6), 63-73. Recuperado de: <https://plataformarevistascomunicacion.org/2015/09/la-creacion-de-videojuegos-con-scratch-en-educacion-secundaria>
- [18] Bedoya Ospina, L. P. (2016). *Diseño de una estrategia didáctica basada en la programación de juegos, utilizando herramientas ofimáticas para la enseñanza de conceptos de biotecnología y el desarrollo de competencias comunicativas* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59418>
- [19] Martínez, J. (2019). Percepciones de estudiantes y profesores acerca de las competencias que desarrollan los videojuegos. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 56 (2), 1-21. Recuperado de: <http://www.revistacienciapolitica.cl/index.php/pel/article/view/24399>
- [20] Slimani, A., Sbert, M., Boada, I., Elouaai, F., Bouhorma, M. (2016). Improving serious game design through a descriptive classification: A comparison of methodologies. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 92 (1), 130-143. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10256/13913>
- [21] Tomalá-González, J., Guamán-Quinche, J., Guamán-Quinche, E., Chamba-Zaragocin, W., Mendoza-Betancourt, S. (2020). Serious Games: Review of methodologies and games engines for their development. Trabajo presentado en *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Sevilla, España. doi: <http://dx.doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140827>
- [22] Rodríguez Moreno, G. M. (2020). Metodologías para el diseño de videojuegos educativos o serious games: una revisión sistemática de la literatura en la última década (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12192>
- [23] Cano, S., Muñoz Arteaga, J., Collazos, C., González, C., Zapata, S. (2016). Toward a methodology for serious games design for children with auditory impairments. *IEEE Latin America Transactions*, 14 (5), 2511-2521. doi: <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7530453>
- [24] Silva Avila, A. E., Ledezma Pérez, E. G., Castorena Peña, J. A., Valdés Menchaca, A. G., Martínez Castro, J. E. (2019). Comparación estadística de la relación de dependencia de uso del UML dentro del sector empresarial y educativo. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 7 (13), 20-25. Recuperado de: <https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/159>
- [25] Nielsen, J. (2012). *Thinking Aloud: The #1 usability tool*. Recuperado de: <https://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool>
- [26] Tello, D., Lamus, L., Ramírez, P., Uribe, N. (2020). Experiencia interdisciplinar en la creación de un videojuego móvil: Diálogo entre programadores y artistas. *La Tercera Orilla*, (24), 4-25. Recuperado de: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/laterceraorilla/article/view/4047>
- [27] Mollá Vayá, R., Abad Cerdá, F. J., Boj Tovar, C. (2021). Experiencia interdisciplinar de desarrollo de videojuegos con alumnos de bellas artes e informática. Presentado en *IN-RED 2020: VI Congreso de innovación educativa y docencia en red*, Valencia, España. doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11962>

- [28]Zarraonandia, T., Díaz, P., Aedo, I., Ruiz, M. (2015). Designing educational games through a conceptual model based on rules and scenarios. *Multimedia Tools and Applications*, 74 (13), 4535-4559. doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1821-1>
- [29]Echeverría, A., García-Campo, C., Nussbaum, M., Gil, F., Villalta, M., Améstica, M., Echeverría, S. (2011). A framework for the design and integration of collaborative classroom games. *Computers and Education*, 57 (1), 1127–1136. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.12.010>