

Experiencia Ludificada para el desarrollo de Métricas en Gestión de Proyectos

Patricia R. Cristaldo¹, Daniela López De Luise^{1,2}, Lucía I. Thea,¹ Luciana G. Valiente¹

(1) GIBD - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay

(2) Computational Intelligence & Information Systems Lab, Buenos Aires

Resumen

El involucramiento de las partes interesadas en formular el alcance completo de un proyecto de tecnologías de la información (TI) es crucial para su desarrollo y para los gestores del mismo. El uso de técnicas ludificadas ha ayudado significativamente en varios campos y, se está introduciendo en la gestión de proyectos.

El objetivo de este trabajo es mostrar la aplicación de técnicas de ludificación para completar ciertos datos como estrategia alternativa a una encuesta. Como resultado de dicha compilación es posible generar un documento técnicamente de calidad, que describe el alcance de un proyecto.

Entre otras cuestiones el alcance comprende una breve introducción a técnicas de ludificación, su uso para la compilación de la información que permite generar el alcance de un proyecto. Se aplican estadísticas y métricas que permite determinar que la ludificación no perjudica la aplicación de métricas de metodología de gestión, respecto a un relevamiento en base a cuestionario tradicional. También se aplica una de dichas métricas publicadas en trabajos anteriores, a manera de ejemplo.

Los resultados admiten confirmar que la ludificación facilita la adquisición de suficiente información, motiva a los interesados, y permite completar una encuesta subyacente, a través de un juego.

Palabras Claves— ludificación, gestión de proyectos, Unreal Engine, Godot Engine.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de software involucra conocimientos científicos y habilidades gerenciales, combinando aptitudes técnicas y ejecutivas. Esto implica desempeñar diversas funciones, como liderazgo, planificación, seguimiento y control de actividades, administración de requisitos del proyecto y consideraciones empresariales. En este sentido, la dirección de proyectos debe abarcar tanto las actividades de gestión como las funciones tecnológicas. Existen numerosas tecnologías y guías disponibles en la comunidad que proporcionan orientación en este campo, incluyendo PMBOK [1], PRINCE2 [2][3], APM [4], ISO 21500 [5], SCRUM [6][7], KANBAN [8], CRISP-DM [9][10]. El objetivo primordial de una gestión de proyectos efectiva es lograr un producto exitoso dentro de los plazos y costos previstos [11]. Según el informe CHAOS de 2018, solo el 29% de los proyectos logró cumplir con los plazos, el presupuesto y los requisitos de funcionalidad. Aproximadamente el 37% no cumplió con al menos una de estas dimensiones clave. El informe señala que casi el 52% de todos los proyectos sufrió retrasos, sobrecostos o no cumplió con todos los requisitos [12]. Estas estadísticas representan un aumento del 10% con respecto a las cifras de

2010. Además, el 19% de los proyectos se completaron sin entregar un producto funcional. Los proyectos de software requieren una gestión precisa tanto de los aspectos técnicos como de los gerenciales para tener éxito. A pesar de la disponibilidad de diversas metodologías, aún persisten desafíos en el camino hacia la ejecución efectiva de proyectos dentro de los límites de tiempo y costos establecidos, así como las expectativas de los usuarios. Entre las razones se incluyen una planificación deficiente [13][14][15], definición inadecuada de requisitos [16][17][18], falta de habilidades, problemas de disciplina en la gestión y liderazgo insuficiente [19]. La ludificación ha surgido como una estrategia reciente para abordar la falta de compromiso y formalidad en la gestión de proyectos. En los últimos años, se ha investigado ampliamente en el ámbito de los "juegos serios", aplicando conceptos de juegos de video a la educación [20][21], la atención médica [22], el marketing [23][24] y el comportamiento social [25]. Sin embargo, la introducción efectiva de la ludificación como opción sigue siendo un desafío, ya que implica más que simplemente aplicar elementos y herramientas de juegos para entretener [26][27]. Debe incorporar una dinámica de juego específica con un sistema de recompensas, competencia, desafío y autoexpresión que aborde necesidades psicológicas individuales como la autonomía, la relación y la competencia [28][29]. La ludificación logra motivación y compromiso a través de la integración de recompensas, habilidades y una cultura específica, entre otros aspectos [30][31] [32]. En este artículo, se presenta un prototipo diseñado para recopilar información necesaria para un modelo de recomendación de gestión de proyectos, basado en investigaciones previas. El objetivo de esta implementación es ofrecer una experiencia ludificada para completar el alcance de un proyecto, permitiendo a los interesados hacerlo de una forma más atractiva y, a su vez permite recopilar información de mayor calidad. En secciones sucesivas también se evaluará la capacidad de modelar con las métricas a partir de variables derivadas de la compilación lograda por medio de la plataforma ludificada, en comparación al cuestionario de relevamiento usado en publicaciones previas del mismo proyecto [51].

Las secciones que siguen muestran un resumen sumario indicativo de los aspectos de interés acerca del estado de la aplicación de ludificación en la materia de gestión (sección II), presentación de las técnicas de ludificación aplicadas (sección III), estudio de casos (sección IV), discusión de los resultados (sección V), conclusiones y trabajos futuros (sección VI).

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las contribuciones a la literatura sobre ludificación se han centrado particularmente en la educación y el aprendizaje [33] [34] [35] la salud [36] [37] el marketing [38] [39] y en

comportamientos sociales [40]. Asimismo, a pesar de la creciente evolución, la ludificación es todavía un concepto reciente. Es más que un proceso técnico de aplicar elementos y herramientas del juego que proporcionen diversión y disfrute [41]. Genera diversas dinámicas de juego, como recompensas, competencia, altruismo y autoexpresión, apoyando la satisfacción de las necesidades psicológicas de las personas, tales como, autonomía, competencia y relaciones interpersonales [42] [43]. La selección de los elementos del juego, como las recompensas y el nivel de competencia, aporta a que las personas se mantengan motivadas y comprometidas [44].

En cuanto a la gestión de equipos, la ludificación juega un papel clave en la coordinación de los miembros del equipo y los altos directivos. Varios estudios sugieren el uso de enfoques de juegos para apoyar el proceso de innovación y la colaboración entre equipos. Puede aplicarse como una práctica de innovación colaborativa que crea oportunidades para apoyar la creatividad colectiva y ayudar a las partes en conflicto a alcanzar un consenso [44]. Por otro lado, permite una autogestión en un equipo con una distribución de poder más equilibrada que brinde igualdad de oportunidades a todos sus miembros [45].

Asimismo, otros autores [46], ilustran las ventajas de implementar componentes de juegos en los proyectos de gestión del conocimiento, permitiendo entre otras cosas, garantizar un adecuado manejo de este recurso, atendiendo aspectos centrales como la motivación humana y la voluntad individual de compartir el conocimiento. La Ludificación ha demostrado ser un enfoque factible para aumentar la motivación de los empleados.

Por otro lado, un reciente estudio establece que la visión lúdica ofrece una de las soluciones más prometedoras para que los gerentes de proyectos de tecnología de la información innoven sus rendimientos [47]. Sin embargo, la evidencia sobre sus beneficios es aún muy limitada. Por lo que este autor, muestra los beneficios de la concepción de videojuegos para el desempeño general del trabajo y los mecanismos de intermediación a través de los cuales ejerce sus efectos ventajosos. La participación de las personas en este tipo de iniciativas altera favorablemente sus cogniciones, transfiriendo su efecto sobre las actitudes y comportamientos en el lugar de trabajo.

Este trabajo se encuentra alineado al desarrollo y aplicación de métricas para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos, a los efectos de minimizar los fracasos de los mismos. Específicamente se propone un juego como interfase al usuario para gestionar un sistema de métricas de calidad en gestión de proyectos, basada en conceptos de procesamiento de lenguaje natural. Es importante aclarar que esta es una extensión de los propios trabajos publicados por el grupo de proyecto [48][49][50][51] [52].

III. PROPUESTA

La ludificación del proceso de documentación de una organización no es nueva [32] Este trabajo es una propuesta tiene como objetivo contribuir a los proyectos de software mediante la implementación de logros y avances alineados con los núcleos fundamentales del Octalysis Framework. El sistema de niveles, experiencia y recompensas aborda directamente la necesidad de desarrollo personal y realización profesional. La capacidad de personalización y retroalimentación proporciona un empoderamiento tangible y fomenta la participación activa. Además, aspectos como la sana competencia entre pares, la aparición de recompensas inesperadas y la creación de un sentido de urgencia ayudan a

fortalecer la influencia social, alimentan la curiosidad y generan aversión a la pérdida. Estas estrategias tienen el potencial de mejorar la motivación y el compromiso en la gestión de proyectos, abordando las necesidades psicológicas y emocionales de quienes participan en el proceso de una manera particularmente efectiva [53].

A. Ludificación con Godot Engine

i) Plataforma

Particularmente para este trabajo, la ludificación recopila información basada en las aventuras de un carpincho llamado *Cimarrón*. A continuación, se expresan las características de la aplicación:

- *Propuesta de juego*: esta implementación utiliza Godot para ludificar la recopilación de datos [54].
- *Nombre*: el nombre del prototipo para recopilar información es *Capybara Spaceship*, en referencia a la corriente principal de la historia.
- *Tipo de juego*: el prototipo consiste en contemplar la etapa inicial de la gestión del proyecto a través de una aventura conversacional en la que cada miembro del equipo puede avanzar en su juego individual, generando aportes al proyecto que se está trabajando en ese momento.
- *Aspecto visual y artístico de un juego*: La Tabla I es el resumen de las piezas musicales utilizadas en la experiencia ludificada.

Tabla 1. Música para la versión Godot

Nombre de autor y canción	Uso
Sergio "Nardo" González - Hermano Capibará	Menú principal, Configuraciones, Créditos.
Sergio "Nardo" González - Sendero del Capibará	Durante el juego

- *Iluminación, Colores, Interfaz de Usuario y Animaciones*: Las texturas, colores, luces y detalles son aquellos relacionados con la naturaleza y las costumbres argentinas. En cuanto a la animación y la interfaz de usuario, una interfaz 2D. Los *sprites* activos se crean con herramientas como pixel art y con diseños que son intuitivos de usar y visualmente amigables, es decir, que tienen aspectos que no cansan la vista dado el contexto y el uso.
- *Personajes*: El personaje principal es el líder de la rebelión del carpincho a quien llaman "Cimarrón". Su nombre representa un animal salvaje y un mate amargo en relación a las tradiciones argentinas. Para colaborar con la aventura de *Cimarrón*, existe un grupo de carpinchos que representan al usuario del juego. Ese grupo se llama "Malón". Su nombre se refiere al grupo de individuos en un ataque indio generalmente a un pueblo con el objetivo de robar, quemar y tomar cautivos en relación con las tradiciones argentinas.
- *Historia*: Desesperados por el calentamiento global y la invasión de su hábitat natural, los capibaras de Nordelta estudian el comportamiento humano. Pretenden evolucionar y lograr abrirse camino fuera del planeta hacia un lugar donde puedan desarrollar su especie y mejorar su calidad de vida.

ii) Contexto

En 2014 se hace pública una dramática situación en Nordelta. Voces de vecinos comenzaron a preocuparse por la presencia de ciertos animales llamados capibaras (o

carpinchos) [55][56] [57] [58]. Para 2020, la población de esos animales aumentó a 400 carpinchos, y los expertos calculan un aumento del 17% entre 2020 y 2021. Esto podría llevar a una reproducción descontrolada, llegando probablemente a un total aproximado de 3.000 ejemplares para 2022, lo que resultaría en una situación muy compleja. El reclamo de la población local surgió a partir de que los animales estaban invadiendo su territorio y testimonios de ataques de carpinchos a las mascotas de los vecinos. ¿Pero fueron los capibaras los verdaderos invasores?

Según los expertos, el problema surgió porque la instalación del barrio se desarrolló sin un estudio de impacto ambiental previo, imponiéndose a la naturaleza y avasallando un lugar que estaba preparado para otro ecosistema, lo que consecuentemente hizo que estos roedores, jaguares, ocelotes y cánidos desaparecieran. El problema fue discutido en reuniones con la dirección de flora y fauna, la gestión ambiental del municipio de Tigre, biólogos del CONICET (Comité Nacional de Ciencia y Tecnología) y representantes de la AVN (asociación de vecinos local). Se buscó una solución, establecer un plan para lograr una convivencia pacífica con la fauna. Esto implica la creación de sitios específicos para albergar a los capibaras con suficiente vegetación para protegerlos y alimentarlos. Hubo vecinos que no estuvieron totalmente de acuerdo con esto y atacaron a algunos carpinchos con bates, aire comprimido y rifles.

Ante estas condiciones desfavorables *Cimarrón*, el carpincho líder, decidió que la convivencia en este espacio ya no era la mejor manera para ellos. Debían encontrar un nuevo hábitat donde evitar situaciones traumáticas tanto para los humanos como para su especie. Cómo lograrlo fue la siguiente pregunta que se hizo *Cimarrón*. Luego decidió comandar una tropa para investigar el comportamiento de la gente y descubrir cómo encontrar un nuevo hogar.

iii) Mecánica de juego

A continuación, se presentan los niveles que se discutirán aquí.

Nivel 1 - Acceso a la casa: Los capibaras (interpretados por los usuarios) en este nivel tienen como objetivo acceder a un dispositivo tecnológico, que observaron es utilizado por humanos. Para lograr el objetivo es necesario construir un puente de troncos para acceder a la casa que cuenta con la tecnología más accesible, según sus propias investigaciones. Siempre que se ingresen los requisitos comerciales relevantes para el proyecto en desarrollo, los registros se adquieren y se agregan al stock del usuario. Una vez que se acumulan 10 troncos, se forma un puente de troncos que conduce a la casa.

Nivel 2 - En busca de tecnología: Los carpinchos de este nivel tienen como objetivo conseguir una computadora desde la cual puedan obtener recomendaciones de destinos y objetos requeridos para su expedición. Para lograr el objetivo de este nivel es necesario que *Cimarrón* ingrese a la vivienda, tome la computadora y la prenda para buscar la información. *Cimarrón* accede a la vivienda cuando los usuarios le entregan los planos. Para poder dar el plan, deben ingresar los requisitos funcionales relevantes al proyecto.

Nivel 3 - En busca de información: Los capibaras de este nivel tienen como objetivo obtener recomendaciones de destinos y objetos necesarios para su expedición. Han decidido implementar una Inteligencia Artificial de la que hablan los vecinos de dos patas. Para lograr el objetivo de este nivel, *Cimarrón* inicia sesión en el navegador, busca la herramienta de IA y hace preguntas que le serán útiles para su aventura. Al ingresar a la IA, hace preguntas y obtiene los resultados que guían los próximos pasos de su malón. Desde la perspectiva del nivel del juego, *Cimarrón* obtiene las

respuestas cuando el malón ingresa información sobre las partes interesadas relevantes del proyecto. Entre estos, debe detallar quiénes son los interesados y cuáles son sus requisitos.

Nivel 4 - Selección de nuevo hábitat: Los carpinchos de este nivel tienen como objetivo obtener un informe sobre el mejor lugar para migrar al exterior del Planeta Tierra. Para el objetivo de este nivel, *Cimarrón* detalla a la IA cuáles son sus condiciones de supervivencia y cuáles serían sus comodidades. Por tanto, conviene especificar dentro de las opciones disponibles del nivel anterior cuál sería su ubicación óptima. Desde la experiencia del usuario, *Cimarrón* obtiene el informe cuando los carpinchos del equipo especifican los requisitos del proyecto y los requisitos de calidad del proyecto relevante. Al ingresar los requisitos del proyecto escriben P. Lo mismo ocurre con C cuando es un requisito de calidad para poder contar favorablemente para la adquisición del informe.

Nivel 5 - Búsqueda de objetos listados: Los capibaras de este nivel tienen como objetivo recolectar los objetos necesarios para su viaje. Para lograr el objetivo de este nivel, *Cimarrón* les dice dónde encontrar cada elemento en la lista de supervivencia. Los objetos del inventario se adquieren uno a la vez proporcionando restricciones o supuestos del proyecto bajo análisis. Al ingresar la información sobre la restricción de la empresa, el Carpincho escribe R. De manera similar debe presionar S para proporcionar una suposición. De esta forma permite adquirir objetos.

Nivel 6 - Montaje de nave espacial: El objetivo de los capibaras en este nivel es montar su nave espacial. *Cimarrón* deberá dar indicaciones a sus compañeros con la secuencia correcta en la que deben colocar las piezas de la nave espacial. La ludificación requiere que al ensamblar la nave espacial *Malon* ingrese las herramientas y técnicas requeridas por el proyecto.

Nivel 7 - Listo para despegar: Los carpinchos de este nivel tienen como objetivo asegurarse de llevar los elementos necesarios y entrar a la embarcación. *Cimarrón* debe comprobar que todo lo que la IA le dijo que era indispensable está ahí y asegurarse de que todos los que están en el malón entren a la nave. En este momento de la historia, la tripulación está lista para despegar, pero sólo si los miembros de la tripulación del carpincho cooperan con la última fase del alcance del proyecto. Para poder embarcarse deberán ingresar a las herramientas y técnicas de documentación de requisitos. Una vez adquiridas las condiciones necesarias para subir de nivel, el juego despliega la opción de seguir aportando al proyecto, en cuyo caso el jugador acumula logotipos de la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) que muestran el presupuesto de progreso para determinar un estado al final del juego que le servirá como incentivo competitivo para sus compañeros de trabajo. Cuando hay más aportes por hacer, se presenta la opción de continuar al siguiente nivel mediante otro comando de texto.

B. Gamificación con Unreal Engine

i) Plataforma

Unreal Engine es un motor de juegos ampliamente utilizado en Epic Games. Se puede utilizar para crear y desarrollar videojuegos, experiencias de realidad virtual, visualizaciones arquitectónicas y más. UE es de uso gratuito para aprender y desarrollar proyectos internos. Epic Games permite la distribución de proyectos comerciales sin pagar ninguna tarifa a la empresa. Esto incluye cualquier producto que no genere ingresos o cuyos ingresos caigan por debajo del umbral de regalías (si es inferior a 1 millón de dólares).

Unreal Engine es un motor de juegos versátil que admite varias plataformas como Windows, iOS, Android, macOS, PlayStation, Xbox y muchas otras [59].

ii) Contexto

A continuación, se expresan las características de la aplicación:

- **Propuesta de juego:** En este apartado se describe el prototipo del juego, su nombre, estética, misión central y mecánica, y el planteamiento para ludificar la recogida de datos haciendo uso de las numerosas funcionalidades de *Unreal Engine*.
- **Nombre:** El juego es *Antonio Holmes y el Royal Enigma*. La inclusión del apellido “Holmes” aporta familiaridad instantánea al hacer un guiño a un personaje legendario de la literatura, y con este guiño se pretende mostrar al usuario que se trata de un videojuego de rompecabezas. El segundo segmento del nombre se refiere a la ubicación de la historia y al corazón de la narrativa del juego.
- **Música:** esta sección incluye la descripción del estilo, la música y las opciones de diseño del juego. La Tabla II es un resumen de las piezas musicales utilizadas en la experiencia ludificada.

Tabla 2. Música para la versión Unreal Engine

Canción	Fuente	Uso
Flujo de Tiempo Loop 1	Fiftysounds	Menu principal
Noche de Lounge	Fiftysounds	Niveles
Secuencias Aleatorias Loop 1	Fiftysounds	Niveles

- **Fondo, sprites e interfaz de usuario:** Todos los recursos utilizados para el desarrollo del juego son 2D. La mayoría de los recursos son pixel art, con escenarios de castillos y mazmorras.
- **Personajes:** Durante el juego, el usuario se encuentra con dos personajes diferentes. El primero es el rey *Leandro*, quien encomendará a *Antonio Holmes* la misión de descubrir el contenido del misterio centenario de la prueba del tesoro en su castillo; y *Antonio Holmes*, con quien el usuario podrá jugar.
- **Historia:** La misión principal de este juego sigue a *Antonio Holmes*, el tartaranieta de Sherlock Holmes, para encontrar las pistas ocultas para abrir todos los cofres del tesoro en el castillo del rey *Leandro III*, que han estado allí durante siglos y no. uno ha podido abrirlos. El rey prometió a *Holmes* que podría quedarse con una fracción de cada cofre que lograra abrir, en agradecimiento por su servicio a la Corona.

iii) Mecánica de juego

Esta sección detalla la forma en que el usuario puede jugar y los logros e incentivos otorgados:

- **Introducción al juego:** Antes de iniciar el juego se deben introducir datos sobre el usuario y la organización.
- **Desentrañar pistas:** El jugador ingresará los requisitos. El usuario encontrará pistas alrededor del mapa, que contienen preguntas llamadas “pistas” que el usuario responderá escribiéndolas con un teclado. Al final del Capítulo, habrá un archivo .txt disponible con las entradas.

- **El final:** Al final, el usuario tendrá una buena recopilación de requisitos.

El juego está dividido en niveles, a los que ahora nos referiremos como capítulos. Los capítulos son: Requisitos comerciales, Requisitos funcionales, Requisitos no funcionales, Requisitos de las partes interesadas, Requisitos del proyecto, Requisitos de calidad, Restricciones, Supuestos y Herramientas. La siguiente Tabla 5-14, muestra las preguntas asociadas a cada capítulo del juego.

Tabla 3. Preguntas en el juego

Capítulo	Preguntas
Requerimientos de Negocio	
Requerimientos de Negocio	¿Cuál es el objetivo principal del proyecto?
	¿Cuáles son los desafíos específicos a resolver?
	¿Cuáles son las oportunidades de negocio a aprovechar?
	¿Cuáles son los factores de éxito?
	¿Cuáles son las características y funcionalidades claves?
Requerimientos Funcionales	
Requerimientos Funcionales	Cuáles son las actividades específicas para el Sistema/Software/product?
	¿Qué tareas/procesos manuales se automatizarán/afectarán?
	¿Qué tareas/procesos manuales se automatizarán/afectarán?
	¿Qué datos deben recogerse, almacenarse y mostrarse?
	¿Qué datos deben recogerse, almacenarse y mostrarse?
Requerimientos No Funcionales	
Performance	¿Cuál es el número máximo de usuarios simultáneos?
	¿Cuál es el número máximo de usuarios simultáneos?
Disponibilidad	Cuál es el tiempo de inactividad más largo por mes/año?
	¿Cómo es el procedimiento de recuperación? ¿Disponibilidad máxima?
Seguridad	Cuáles son los requisitos de autenticación/autorización del usuario?
Escalabilidad	Cómo escala el sistema con los usuarios/datos?
Usabilidad	Existen estándares de acceso/usabilidad específicos para cada tipo de usuario?
Tecnología	¿Qué software/hardware son compatibles?
Respecto a los reglamentos y leyes	¿Qué reglamentos/estatutos deben aprobarse?
	¿Cuáles son las garantías de cumplimiento legal en materia de privacidad de datos?
Requerimientos de los Interesados	
Clientes/Usuarios finales	Cuáles son las necesidades/expectativas del cliente?
	¿Cuáles son las funcionalidades relevantes según ellos?
Equipo de staff	¿Cuáles son sus requisitos para cumplir con sus deberes?
Equipo Administrativo	Cuáles son los objetivos estratégicos/financieros?
	Cuáles son los informes/métricas para un seguimiento adecuado?
Interesados	¿Qué información se necesita para evaluar el desempeño financiero/de ganancias?
Proveedores y Socios	¿Cómo se comparte la información crítica con ellos?

Comunidad	¿Cómo afecta el proyecto a la comunidad/grupos de interés específicos?
Cientes potenciales	¿Qué características/funcionalidades podrían atraer nuevos clientes?
Requerimientos del Proyecto	
Alcance del proyecto	¿Existen límites claros para las funciones/entregas?
Calendario/plazos	¿Existen hitos/plazos críticos?
Presupuesto/recursos	¿Cuál es el presupuesto disponible?
Grupo de proyecto	¿Cómo organiza/comunica el equipo durante el proyecto?
Comunicación	¿Qué canales de comunicación utilizarán el equipo/las partes interesadas?
	¿Cómo se mantendrán informados a los stakeholders sobre la evolución del proyecto?
Gestión de riesgos	¿Qué riesgos podrían afectar el éxito del proyecto?
	¿Cómo se identifican/evalúan/gestionan los riesgos durante el proyecto?
Calidad y pruebas	¿Qué estándares de calidad deben cumplirse en los entregables?
	¿Cómo se planifican/ejecutan las pruebas para garantizar la calidad?
Documentos y entregables	¿Qué documentación técnica/manuales/otros se entregan?
Aprobaciones y validaciones	¿Quién realiza las aprobaciones?
Implementación/despliegue	¿Cómo es la implementación/despliegue del producto?
Capacitación/soporte	¿Qué capacitación necesitan los usuarios/equipo?
Requerimientos de Calidad	
Funcionalidad	¿Cuáles son las características clave del producto/servicio según los objetivos?
Fiabilidad	¿Qué tiempos de disponibilidad/inactividad se toleran?
Usabilidad	¿Qué usabilidad/accesibilidad se requiere?
	¿Cómo se garantiza que la interfaz de usuario sea clara/simple?
Seguridad	¿Qué seguridad se implementa para los datos y la privacidad?
Mantenibilidad	¿Qué codificación/documentación/mejores prácticas se aplican?
Escalabilidad	¿Qué estrategias de escalabilidad se implementan?
Restricciones	
Tiempo	¿Hay plazos específicos o pasos relevantes?
	¿Cuál es el plazo para el desarrollo/implementación?
Presupuesto	¿Cuál es el presupuesto para los componentes del proyecto?
Recursos humanos	¿Existe alguna limitación en la disponibilidad del equipo?
	¿Cuántas colaboraciones funcionarán/qué antigüedad?
Tecnología	¿Se requieren ciertas tecnologías/plataformas?
	¿Existen límites de procesamiento/almacenamiento/ancho de banda?
Capacidad	¿Qué regulaciones/estatutos se deben imponer? ¿Cómo afectará al proyecto?
Reglamentos y estatutos	¿Qué restricciones físicas existen para el hardware o los equipos?
Espacio físico	¿Hay restricciones de compatibilidad con otros sistemas/tecnologías?
Compatibilidad	¿Existen restricciones a los cambios en la estructura/roles de la organización?
Cambios de organización	¿Existen restricciones por políticas internas?

Políticas internas	¿Existen influencias externas que podrían afectar el proyecto?
Supuestos	
Requerimientos de datos	¿Existen supuestos sobre la disponibilidad, precisión o calidad de los datos?
Tecnología y plataformas	¿Cuáles son las premisas sobre las tecnologías/plataformas que se utilizarán?
Disponibilidad de recursos	¿Existen premisas sobre la disponibilidad de los recursos requeridos?
Cronograma	¿Se supone que los hitos se lograrán en un plazo determinado?
Comportamiento del usuario	¿Existen hipótesis sobre cómo interactuarán los usuarios con el producto/servicio?
Seguridad y privacidad	¿Existen premisas sobre amenazas/riesgos?
Cambios de organización	¿Se aceptan o adoptan cambios en las instalaciones existentes sobre el personal?
Reglamentos y estatutos	¿Existen premisas sobre problemas de cumplimiento de reglamentos/estatutos?
Mitigación de riesgos	¿Existen premisas sobre la probabilidad/impacto del riesgo?

Al comienzo del capítulo hay preguntas desencadenantes relacionadas con pistas que se deben buscar dentro de la sala. El jugador tiene que encontrar cuál de ellos contiene una pregunta desencadenante. El juego termina cuando se han abierto todos los cofres de todos los capítulos. Luego, el usuario recibe puntos de bonificación y puede haber completado un logro o recibido una insignia especial. Después de terminar todos los capítulos, el usuario recibe experiencia puntuando "unidades" para el perfil personal. Otro incentivo para el usuario es el perfil. El perfil muestra insignias, progreso de nivel y premios virtuales como canjear "oro" de cofres por premios virtuales (más baratos) o premios reales (más caros) para la organización o empresa. En esta versión, el usuario puede alcanzar 15 niveles. La barra de experiencia comienza con 50 unidades de experiencia necesarias para subir de nivel. Cada nivel requiere 0,20 más de experiencia que el anterior. Finalmente, el perfil del usuario también podría mostrar las insignias obtenidas y qué tan lejos están de alcanzar las siguientes insignias (por ejemplo, el logro de 100 requisitos de contribución acumulados, cuya finalización le otorgará una insignia de detective dorada).

IV. ESTUDIO DE CASO

En esta sección, se muestran los resultados de aplicar las anteriores técnicas de ludificación.

a. Muestra Demográfica

Del total de encuestas presentadas en trabajos publicados anteriormente, [48][49][50][51][52]. hemos tomado solo cuatro, elegidas de acuerdo con los resultados de aplicación de las métricas publicadas en los trabajos citados. Estas cuatro organizaciones pertenecen al sector privado, tres de ellas con 250 empleados y una con 50 empleados. Las personas que accedieron a utilizar las técnicas de ludificación para contestar la encuesta y generar el documento *Enunciado del Negocio* del proyecto son gerentes y directores de proyectos y solo uno es miembro del equipo de proyecto. Particularmente, para estos casos aplicados dos de ellos tenían definido el alcance del proyecto y del producto y las restantes no lo tenían definido.

b. Comportamiento de las técnicas propuestas

En esta sección se analiza y estudia el comportamiento de las técnicas de ludificación, particularmente utilizando la plataforma de *Unreal Engine*, descrita en la Sección III aplicadas a la muestra demográfica descrita en el punto

anterior. Se muestra a continuación algunas estadísticas básicas, lograda a partir de la aplicación de las técnicas de ludificación y que luego servirán de base para aplicar las métricas en el punto c.

De la muestra la mayoría de los entrevistados son masculinos, como muestra la Figura 1.

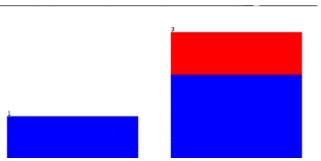


Figura.1. Sexo del encuestado

El rojo corresponde a p1Sector=SI (cuando alguna de las palabras que responde la pregunta 1 se encuentra en la definición de sector dada por el propio jugador), el azul en caso contrario. Es importante destacar en este punto que los casos en rojo corresponden a los participantes que han incorporado de manera más óptima la definición del sector. El 100% de los entrevistados son universitarios, de origen argentino, con hasta 1 año en el cargo y en el puesto de gestión proyectos, como muestra la Figura 2.



Figura 2. Puesto del encuestado

Las empresas involucradas son de distintas áreas de servicios, tal lo que indica la Figura 3. La primer columna a izquierda corresponde a 1 persona del sector finanzas, la segunda al sector servicios y la última a software.

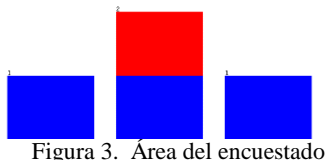


Figura 3. Área del encuestado

La Figura 4 muestra las entidades para las que brindan sus servicios, mayormente entidades internacionales (3 casos en la columna izquierda, contra 1 caso a derecha).

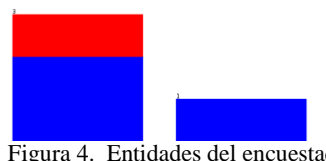


Figura 4. Entidades del encuestado

En cuanto al tamaño de las organizaciones encuestadas, la cantidad mínima de empleados es 50 y la máxima ronda los 250, con un promedio de 200 empleados. Si bien el 100% de los casos cuenta con un área de gerencia de proyectos, a pesar de ello, la mitad no tiene un plan documentado de manera sistemática (columna de izquierda), tal como lo muestra la Figura 5.

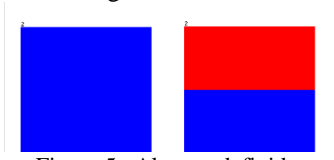


Figura 5. Alcance definido

Para evaluar la capacidad de predecir si hay un grado de formalización del plan en base a todo el conjunto de variables: Género, Educación, Nacionalidad, Cargo, Tcargos, Tgestion, organización, País, Sector, sucursalesInt, CantEmpleados, AreaGciaProyectos, y Plan. Se realizó un agrupamiento usando Expectation Maximization (ver resultados en Tabla 4), que toma la información entregada naturalmente por datos. Comparando con la cantidad de palabras de los documentos (ver tabla 5) en las respuestas no se observa diferencia en la muestra.

Tabla 4. Grado de formalización usando variables generales

Métrica	Valor
Casos clasificados correctamente	2 (50 %)
Casos clasificados incorrectamente	2 (50 %)
Promedio de error absoluto	0.5
Matriz de confusión:	
Clasificados correctamente por SI	0
Clasificados incorrectamente por SI	2
Clasificados correctamente por NO	2
Clasificados incorrectamente por NO	0

Tabla 5. Grado de formalización según cantidad de palabras

Métrica	Valor
Casos clasificados correctamente	2 (50 %)
Casos clasificados incorrectamente	2 (50 %)
Promedio de error absoluto	0.5
Matriz de confusión:	
Clasificados correctamente por SI	0
Clasificados incorrectamente por SI	2
Clasificados correctamente por NO	2
Clasificados incorrectamente por NO	0

Esto muestra que no es suficiente con evaluar las respuestas directas. Para evaluar la capacidad predictiva de las métricas definidas en Tabla 3, debe considerarse una serie de variables derivadas: P1pals a P6pals con la cantidad de palabras contadas en las seis preguntas relevadas por el videojuego y que compilan las bases de las métricas de dicha tabla. Mientras p1Sector es SI cuando alguna de las palabras que responde la pregunta 1 se encuentra en la definición de sector dada por el propio jugador. Con la evaluación a priori con *Filtered Associator*¹ las variables determinantes son las mismas en el mismo orden, considerando las variables numéricas respecto a las nuevas (de tipo nominal), con lo que representan o modelan el mismo tipo de información. Esto garantiza que las métricas de Tabla 3 están evaluando indirectamente los mismos comportamientos, pero a través de estas nuevas variables que son las usadas por la interfase ludificada (Tabla 6).

Tabla 6. Grado de formalización según variables derivadas

Métrica	Valor
Instancias	4
Atributos	8
Capacidad predictiva (en orden descendente)	Plan p1pals p1Sector p2pals p3pals p4pals p5pals p6pals

¹Redes de reglas de asociación

c. Comportamiento de las métricas aplicadas

Para el presente trabajo, de todas las definidas en la Tabla 3 solo se aplicó una a manera de ejemplo. La misma toma su información del texto tomado por el videojuego. Habiendo mostrado en la sección anterior que la información colectada modela de manera similar que la encuesta directa, se procede a evaluar sobre los casos del test la métrica *Grado de Completitud del Alcance* [69] cuya ecuación es la siguiente:

$$GCA = \text{pond}(RQN) * \log_2(\text{pond}(RQN)) + \text{pond}(RQI) * \log_2(\text{pond}(RQI)) + \text{pond}(RQS) * \log_2(\text{pond}(RQS)) + \text{pond}(RQP) * \log_2(\text{pond}(RQP)) + \text{pond}(RQC) * \log_2(\text{pond}(RQC))$$

El resultado del cálculo para estas organizaciones se muestra en la Tabla 7, aplicación ya evaluada en una publicación previa [48], donde estas mismas organizaciones fueron nombradas con ID7, ID8, ID9 e ID10. Para una mejor comparación se decidió continuar utilizando los mismos ID.

Tabla 7. Resultados preliminares de aplicación de métricas

	GCN	GCA	RQN	RQI	RQS	RQP	RQC
ID7	0.63	0.22	0.25	0.29	0.12	0.24	0.17
ID8	0.61	0.21	0.68	0.67	0.70	0.16	0.15
ID9	0.68	0.32	0.51	0.33	0.41	0.62	0.72
ID10	0.74	0.31	0.41	0.55	0.52	0.41	0.75

Con los datos generados a partir del uso de las técnicas de ludificación, se aplicaron las métricas GCN y se obtuvieron los resultados que muestra la Tabla 8:

Tabla 8. Resultados de aplicación de métricas GCN a los alcances resultantes de ludificación

	GCN	GCA	RQN	RQI	RQS	RQP	RQC
ID7	0.73	0.28	0.35	0.49	0.32	0.29	0.27
ID8	0.68	0.29	0.69	0.77	0.77	0.26	0.25
ID9	0.71	0.35	0.59	0.43	0.49	0.72	0.71
ID10	0.84	0.41	0.53	0.75	0.62	0.31	0.78

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La definición del alcance del proyecto implica la descripción detallada de las características, funciones y requisitos tanto del producto o servicio como de la gestión asociada al mismo. En el contexto de esta propuesta, es fundamental establecer métricas que permitan evaluar en qué medida la gestión del alcance del proyecto cumple con los requisitos de negocio (RQN), los requisitos de los interesados (RQI), los requisitos de solución (RQS), los requisitos del proyecto (RQP) y los estándares de calidad (RQC).

De acuerdo a los datos arrojados por el test, el GCN mayor se da en la ID 10, seguido por ID 9 y 7 (todos mayor o igual a 0,65). Esto indica que estas empresas presentan un mayor grado de alcance de comprensión del negocio, reflejado en sus alcances, aplicando técnicas de ludificación. Por otro lado, se muestra la aplicación de la métrica GCN, contestando la encuesta solamente, sin aplicar técnicas de ludificación. Como se puede visualizar en ambos casos, los datos arrojados utilizando *Unreal Engine* logra que las métricas puedan ser aplicadas sin ser afectadas por el proceso

ludificado, lo que pretende mejorar la experiencia de los usuarios notablemente al reemplazar un cuestionario tradicional por un juego.

Debe notarse además que las cuatro organizaciones seleccionadas para este estudio corresponden a casos donde el documento estaba definido, pero cada una tiene un tamaño diferente (ver Fig. 5). Pero en ninguno de los casos el que responde es el dueño sino personal especializado en gestión de desarrollo de software o con seniority en administración de proyectos a escala.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se ha presentado un experimento inicial basado en cuatro tratamientos de entrenamiento, donde se presenta el efecto de la toma de conciencia de aplicar ludificación a la gestión de proyectos, particularmente para definir el alcance del mismo. En este caso particular se ha utilizado una herramienta específica *Unreal Engine*.

Por otro lado, se ha evaluado la mejora en la calidad de los resultados arrojados por las métricas aplicadas, denotando mejoras considerables. Probablemente esto se deba a que a través de la ludificación las personas encargadas de describir un alcance de proyecto, les resulte más entretenido, pudiendo lograr al finalizar el mismo, un documento completo. Es decir, se logra un mayor compromiso de las partes interesadas durante la obtención de los requerimientos.

Si bien el trabajo presentado es incipiente, quedan muchas tareas pendientes a realizar tales como, ampliar la muestra de estudio para generalizar los hallazgos y transferirlos a otros contextos. Además de probar la otra técnica de ludificación estudiada, *Godot Engine* y otras técnicas no citadas en este trabajo.

Otro aspecto a considerar es, aplicar la totalidad de las métricas formuladas anteriormente [48][49][50][51][52] y, evaluar estadísticamente los registros de la recopilación de datos ludificados y el análisis de esas estadísticas desde la perspectiva de los hallazgos publicados anteriormente.

Referencias

- [1] Pmbok Guide (2021) A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 7 Ed. Project Management Institute. ISBN: 978-1628256796.
- [2] Office of Government Commerce (2009) An introduction to PRINCE2: managing and directing successful projects. Stationery Office, 123 p. ISBN-10: 0113311885.
- [3] A. Böhm (2009) Application of PRINCE2 and the Impact on Project Management. ISBN 978-3-640-42634-8.
- [4] J. Highsmith (2010) Agile project management: creating innovative products. 2 Ed. Boston, MA: Addison-Wesley. 432 p.
- [5] ISO (2012) ISO 21500:2012 Guidance on Project Management, Geneva: ISO.
- [6] J. Sutherland (2014) Scrum: The art of doing twice the work in half the time. New York: Crown Business. 256 p. ISBN-10: 038534645X, ISBN-13: 978-0385346450.
- [7] R. Van Solingen, R. Van Lanen (2014) Scrum voor Managers. Den Haag: Academic Service. EAN: 9789012585903.
- [8] H. Lei, F. Ganjezadeh, P. Jayachandran, P. Ozcan (2015) Statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software projects. Mz. onRobotics & Computer-Integrated Manufacturing.
- [9] C. Shearer (2000) The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining. Journal of Data Warehousing, no. 4, pp. 13-22.
- [10] U. Shafique., H. Qaiser (2014) A Comparative Study of Process Models Data Mining. International Journal of Innovation and Scientific Research, pp.217-22.
- [11] J. Varajão, C. Dominguez, P. Ribeiro, A. Paiva (2014) Critical success aspects in Project management. Tech. Gazette 21 (3) 583-589.
- [12] TSG (2018) The CHAOS Report. The Standish Group, 2018. Disponible en <https://secure standishgroup.com/reports/flyers/CM2018-TOC.pdf>.

- [13] T. Lehtinen, M. Mäntylä, J. Vanhanen, J. Itkonen, C. Lassenius (2014) Perceived causes of software project failures. *Information and Software Technology*, pp. 623–643.
- [14] P. Ramos, C. Mota (2014) Perceptions of success and failure factors in information technology projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 349–357.
- [15] S. Montequin, C. Fernandez, O. Fernandez, J. Balsera (2016) Analysis of the Success Factors and Failure Causes in Projects. *Journal Information Technology Project Management*, pp. 18-3.
- [16] T. Chow, D. Chao (2008) A survey of critical success factors in agile software projects. *Journal of systems and software*, Jun. Available: Science Direct, pp.961–971.
- [17] H. Elkadi (2013) Success and failure factors for e-government projects: A case from Egypt. *Egyptian Informatics Journal*, pp. 165–173.
- [18] W. Sardjono W., A. Retnowardhani. (2019). Analysis of Failure Factors in Information Systems Project for Software Implementation at the organization. *Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology*, pp.141-145, <https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2019.8843725>.
- [19] J. Westenberger, K. Schuler, D. Schlegel. (2022). Failure of AI projects: understanding the critical factors. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.074>.
- [20] Y. Attali, M. Arieli-Attali (2015) Gamification in assessment: Do points affect test performance? *Computers & Education* 83(2):57-63.
- [21] J. Simões, R. Redondo, A. Vilas (2013). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345-353.
- [22] S. McKeown, M. Stringer, E. Cairns (2015). Classroom segregation. *British Ed. Research Journal*, 42(1), 40–55.
- [23] L. Garm Lucassen, J. Slinger (2014) Gamification in Consumer Marketing - Future or Fallacy? *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 148:194–202.
- [24] R. Rodríguez, J. González Rivera (2020) Propiedades psicométricas de la Escala de Pasión Laboral (EPL). *Revista Caribeña de Psicología*, 4(1), 26-35.
- [25] D. Schoech, J. Boyas, B. Black, N. Elias-Lambert (2013) Gamification for Behavior Change. *J. of Tech. in Human Services* 31(3): 197-217.
- [26] T. Harwood, T. Garry (2015) An investigation into gamification as a customer engagement experience environment. *Journal on Services Marketing* 29(6).
- [27] A. Suh, C. Wagner, L. Liu (2015) The Effects of Game Dynamics on User Engagement in Gamified Systems. *Proc. 48th Int. Conf. on System Sciences (HICSS)*, pp. 672-681.
- [28] R. Mitchell, S. Asare, P. Rose (2020) Education research in sub-Saharan Africa: Quality, visibility and agendas. *Comparative Education Review*. 64 (3).
- [29] A. Suh, C. Wagner, L. Liu (2018) Enhancing User Engagement through Gamification. *Journal of Computer Information Systems*, 58 (3), pp. 204-213.
- [30] S. Dale (2014) Gamification: making work fun, or making fun of work? *Business Information Review*, 31(2), 82-90.
- [31] G. Galetta (2015) The Gamification: Applications and Developments for Creativity and Education. *Creative Personality. Collection of Scientific Papers*; ISSN: 1407-6276.
- [32] K. Muszyńska (2020) Gamification of communication and documentation processes in project teams. *Procedia Computer Science*. Vol. 176, Pp 3645-3653.
- [33] Attali Y., Arieli-Attali M. (2015). Gamification in assessment: do points affect test performance?. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.012>.
- [34] Gibson D., Ostashewski N., Flintoff K., Grant S., Knight E. (2015). Digital badges in education. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7>.
- [35] Toda A., Valle P., Isotani S. (2017), The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education, in: HEFA 2017, Higher Education for All. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9.
- [36] McKeown S., Krause C., Shergill M., Siu A., Sweet D. (2016). Gamification as a strategy to engage and motivate clinicians to improve care. *Healthc.* <https://doi.org/10.1177/0840470415626528>.
- [37] Regalado Chamorro M., Medina Gamero A., Hinojosa Núñez M., Rodríguez Pérez A. (2021). Gamification in health: A change in health education. <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100102>.
- [38] Lucassen G., Jansen, S. (2014). Gamification in consumer marketing - future or fallacy? <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.034>, 2011.
- [39] Noorbehbahani F., Salehi F., Jafar Zadeh, R. (2019). A systematic mapping study on gamification applied to e-marketing. <https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2018-0103>.
- [40] Schoech D., Boyas J., Black B. Elias-Lambert N., Boyas F., Black, M. (2013). Gamification for behavior change: lessons from developing a social, multiuser, web-tablet based prevention game for youths. <https://doi.org/10.1080/15228835.2013.812512>.
- [41] Suh A., Wagner C., Liu L. (2018). Enhancing user engagement through gamification. <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1229143>.
- [42] Mitchell R., Schuster L., Jin, H. (2020). Gamification and the impact of extrinsic motivation on needs satisfaction: making work fun?. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.11.022>.
- [43] Suárez-López M., Blanco-Marigorta A., Gutiérrez-Trashorras A. (2023). Gamification in thermal engineering: Does it encourage motivación and learning? <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.07.006>
- [44] Patricio R., Carrizo Moreira A. (2022). Zurlo F. Gamification in innovation teams. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2022.05.003>.
- [45] de Paula Porto D., Martins de Jesus G., Cutigi Ferrari F., Camargo Pinto Ferraz Fabbri S. (2020). Initiatives and challenges of using gamification in software engineering: A Systematic Mapping. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110870>.
- [46] Friedrich J., Becker M., Kramer F., Wirth M., Schneider M. (2019). Incentive design and gamification for knowledge management. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.009>.
- [47] Bizzi L. (2023). Why to gamify performance management? Consequences of user engagement in gamification. <https://doi.org/10.1016/j.im.2023.103762>.
- [48] P. Cristaldo, D. López De Luise, L. La Pietra, A. De Battista, J. Hemanth. Metrics for the Systematic Evaluation of Project Management Methodologies. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology (IJSSMET)*, 2021.
- [49] P. Cristaldo, D. López De Luise, L. La Pietra, A. De Battista. Metrics for validation and traceability of Project Management Requirements. *Global Research and Development Journal for Engineering (GRDJE)* ISSN (online): 2455-5703, 2021.
- [50] P. Cristaldo, D. López De Luise, L. La Pietra, A. De Battista. Medición para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos. WICC 2022; XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 2022.
- [51] P. Cristaldo, D. López De Luise, L. La Pietra, S. Retamar, A. De Battista. Métricas para Metodologías de Gestión de Proyectos: planificación de la calidad y equipo de gestión. IEEE BIENNIAL CONGRESS OF ARGENTINA (ARGENCON), San Juan, Argentina. (trabajo aceptado), 2022.
- [52] Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., De Battista A. (2023). Metrics for Project Management Methodologies Elicitation. – Capítulo de libro: *Perspectives and Considerations on the Evolution of Smart Systems*. DOI: 10.4018/978-1-6684-7684-0.ch008.
- [53] Y. Kai Chou (2015) Actionable Gamification – Beyond PBLs. ISBN 1511744049.
- [54] Godot Engine Documentation (2023). <https://docs.godotengine.org/en/stable/index.html>.
- [55] G. Iglesias (2021) Una invasión de carpinchos agita la guerra de clases en Argentina. *Elpais.com*
- [56] A. Horvat (2022) ¿Atacados? Mitos y realidad de la vida de los carpinchos en Nordelta, a un año de las denuncias de los vecinos. *Clarín.com*
- [57] Agrofy News (2021) Qué pasó con los carpinchos de Nordelta. *news.agrofy.com.ar*
- [58] R. Chisleanchy (2021) La “revolución” de los carpinchos renueva el debate sobre la protección de los humedales en Argentina. *es.mongabay.com*
- [59] Unreal Engine (2023). <https://www.unrealengine.com/es-ES>