

## VIDEOJUEGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO: DISEÑO DE UN LIVING LAB PARA LA COCREACIÓN ENTRE ARTE Y CIENCIA

### *Videogames and climate change: the co-creation of an experience between art and science through a Living Lab*

Dra. Maria Josep PICÓ  
Investigadora y Profesora Asociada  
Universitat Jaume I, España  
E-mail: [mpico@uji.es](mailto:mpico@uji.es)  
 <https://orcid.org/0000-0002-7086-2269>

Dr. Esteban GALÁN-CUBILLO  
Profesor Titular  
Universitat Politècnica de València, España  
E-mail: [egalan@upv.es](mailto:egalan@upv.es)  
 <https://orcid.org/0000-0001-8718-0937>

Dr. Emilio SÁEZ-SORO  
Profesor Contratado Doctor  
Universitat Jaume I, España  
E-mail: [soro@uji.es](mailto:soro@uji.es)  
 <https://orcid.org/0000-0001-7989-7698>

Fecha de recepción del artículo: 10/09/2021  
Fecha de aceptación definitiva: 06/10/2021

#### RESUMEN

Los videojuegos se han erigido en un universo de gran eficacia para la creación de productos culturales contemporáneos y para el fomento de sinergias entre disciplinas como el arte, el audiovisual, la ciencia o la divulgación. En este artículo se presentan los resultados del *Living Lab Planeta Debug*, impulsado por un equipo interdisciplinar, cuyo desafío es innovar los procesos de investigación que abordan el reto del cambio climático y la sostenibilidad global a través de los videojuegos y la gamificación. El objetivo de este estudio es demostrar la eficiencia de los innovadores modelos de cocreación científica y artística en el ámbito de los videojuegos para la transferencia de conocimiento y la generación de nuevas narrativas sobre el cambio climático. Para ello, se emplea una metodología que incluye técnicas de observación participante, cuestionarios y *focus group*. Los resultados del trabajo muestran que los videojuegos representan una herramienta de enorme potencial para experimentar en la imbricación entre arte, ciencia y sostenibilidad a través de la implementación de procesos de cocreación con la finalidad de transmitir conocimientos vinculados al calentamiento global a la ciudadanía a través de nuevas dinámicas, interactivas y lúdicas, más eficientes por su carácter participativo.

**Palabras clave:** arte; ciencia; videojuegos; cocreación; gamificación; cambio climático.

#### ABSTRACT

Videogames have become a highly effective tool for the creation of contemporary cultural products and for the promotion of synergies between disciplines such as art, audiovisual and scientific dissemination. This article presents the outcomes from the *Living Lab Planeta Debug*, backed by an interdisciplinary team, with the purpose of innovating the research processes that address the challenge of climate change and global sustainability through video games and gamification. More precisely, the objective of this study is to measure the efficiency of innovative scientific and artistic co-creation models in the field of video games. This study is an opportunity to promote new narratives on climate change. In order to achieve this goal, a methodology has been implemented that includes participant observation techniques, questionnaires and focus groups. The research showcases that video games represent a tool of enormous potential to experiment with art, science and sustainability through the implementation of co-creation processes. It offers an exceptional opportunity to transmit knowledge related to global warming to citizens through new, interactive and playful dynamics, more efficiently due to their participatory nature.

**Key words:** art; science; videogames; cocreation; gamification; climate change.

## 1. Introducción

El *Living Lab Planeta Debug* presentado en este trabajo ha experimentado en la innovación para el diseño de modelos de cocreación en el ámbito de los videojuegos, el arte y el cambio climático. La finalidad de este es impulsar nuevas vías para transferir y compartir el conocimiento científico con la ciudadanía. Al mismo tiempo, se han facilitado conexiones entre los desafíos científicos de los nueve grupos de investigación de la Universitat Jaume I (UJI) participantes, todos ellos del ámbito de la sostenibilidad, con 60 alumnas y alumnos de tercer curso del Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuego. Estos estudiantes han asumido el reto de la creación de *serious games* en el ámbito de la emergencia climática bajo la inspiración de la comunidad científica. El trabajo se ha desarrollado en proyectos que combinan tres asignaturas de carácter troncal: Arte del Videojuego, Diseño Conceptual e Ingeniería del Software. De esta forma, se ha promovido una divulgación más creativa del conocimiento, fomentando nuevos procesos como la cocreación o la interdisciplinariedad tanto científica como artística y audiovisual. Además, se ha estimulado el diseño de videojuegos con mayor impacto, motivando a los jugadores a realizar una aproximación al cambio climático desde una perspectiva optimista y lúdica a través de un lenguaje interactivo.

El proceso de cocreación de videojuegos analizado en este artículo ha sido posible gracias a la colaboración de diferentes perfiles profesionales y académicos alineados con los objetivos del proyecto Planeta Debug. La organización en formato *living lab* ha facilitado una metodología de investigación que implica procesos creativos en entornos reales en constante evolución, como proponía el creador del concepto, William Mitchell, del Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Hossain, Leminen y Westerlund, 2019), además de impulsar la denominada *open innovation* en entornos de experimentación (Leinen y Westerlund, 2019) que favorecen la cocreación (Sanders y Stappers, 2008).

El estudio se ha desarrollado como un eje principal del *Living Lab Planeta Debug* de la Universitat Jaume I (UJI), que dispone de la financiación del programa Arte Ciudadano de la Fundación Daniel y Nina Carasso, con sedes en Francia y España. Está promovido por un grupo de investigación interdisciplinar e interuniversitario con el objetivo de explorar vías innovadoras para la transferencia de conocimiento científico vinculado al cambio climático. La iniciativa se centra especialmente en procesos de cocreación en el universo de los videojuegos con un elevado componente artístico y audiovisual.

Las propuestas seleccionadas por la Fundación Carasso deben tener la misión de poner en marcha palancas de cambio con el fin de avanzar hacia una sociedad con valores alineados a la sostenibilidad, la equidad, la igualdad, el bien común a través de acciones innovadoras con capacidad y liderazgo para superar tendencias obsoletas. Por este motivo, el proyecto Planeta Debug encaja en esta filosofía, ya que apuesta por potenciar cambios sociales y de actitud en públicos diferentes, mediante el diálogo entre el arte y la ciencia para luchar contra el calentamiento global a través del uso del videojuego. De esta manera, se afronta el reto de la emergencia climática para la humanidad y, al mismo tiempo, se acompaña a la ciudadanía, en el plano más local, en un tránsito hacia valores de mayor compromiso con el ámbito de lo público: medio ambiente, salud, investigación científica.

### 1.1. *El videojuego como producto cultural transmisor de conocimiento*

Los videojuegos son el aglutinador más eficaz para generar productos culturales de gran potencia. Su capacidad de imbricar todas las disciplinas artísticas en su seno –añadiendo de forma natural la participación en términos de acción y protagonismo del usuario– permite un nivel de involucramiento muy amplio. El peso y la influencia del videojuego como factor de penetración cultural comienza a equipararse al de medios hasta ahora predominantes como la televisión (Yee, 2006; Frasca, 2009; Chen, 2013).

Además, esta capacidad sintética de todas las artes –música, pintura, fotografía, cine, animación, teatro, literatura, arquitectura, danza, escultura– no supone una devaluación de estas, sino que, además, en muchas ocasiones el juego y la interacción se concentran en cómo acentuar, ampliar o analizar las implicaciones de las mismas. El jugador/actor tiene la posibilidad de introducirse en los pormenores de su funcionamiento con retos que facilitan la comprensión de dichas disciplinas. (Michelsoni, Tamarin, Rodà y Chiaravalli, 2019). En los videojuegos se puede hacer música, pintar, escribir, hacer cine, construir edificios, etc. Trasladar las manifestaciones más complejas al plano digital se facilitó enormemente a través de la realidad aumentada. En esta, es factible introducir la materia en entornos híbridos físico-digitales que se manipulan desde interfaces virtuales (Molnár y Szüts, 2019). Y, finalmente, se considera que la inmersión en una gran cantidad de videojuegos supone una experiencia artística completa y satisfactoria por los resultados obtenidos en todos los formatos de la creatividad humana (Gee, 2005; Sedeño-Vandellós, 2010; Atkinson y Parsayi, 2020).

Más allá de esta potencia del videojuego como contenedor artístico, es importante valorar su capacidad como transmisor de conocimientos (Díaz-Chica, Santos-Fernández y Matellanes-Lazo, 2021). En este aspecto, cabe subrayar la arquitectura del videojuego en torno al desafío como esencia de su dinámica interactiva. La asimilación

del diseño de retos de juego a la resolución de problemas de conocimiento de cualquier materia es casi directa y, de esta manera, convertirlos en un videojuego es algo intrínsecamente coherente (Lv et al. 2013). En este marco, se pueden plantear dos escenarios. En el primero de ellos, los videojuegos proponen retos de conocimiento y las soluciones vienen predeterminadas. En el segundo, los juegos se abren a la exploración, al descubrimiento de soluciones diversas a un problema amplio (Curtis, 2015).

El uso de los videojuegos se ha normalizado como un producto cultural transversal de forma progresiva. La incorporación a la edad adulta de generaciones que han jugado y juegan a videojuegos desde su infancia hace que la consideración hacia estos productos haya incrementado su prestigio social como una opción para dedicar el tiempo libre. El videojuego, asimismo, ha tenido la cualidad y la oportunidad de ser utilizado en todo tipo de plataformas. Así, desde las consolas y ordenadores iniciales, se ha facilitado su uso en todo momento y lugar con el teléfono móvil, que es, sin duda, el dispositivo que ha favorecido un enorme incremento en el número de jugadores (Dale y Green, 2017).

Esta permeabilidad en cuanto a los medios técnicos de acceso se potencia con la diversificación de los formatos comerciales para poder disfrutarlos. Del producto clásico en su caja física adquirido en establecimientos comerciales, se ha pasado de forma mayoritaria a la descarga en plataformas virtuales a precios mucho más asequibles. En concreto, la expansión de los modelos comerciales libres de la obligación de pago (*freemium*) y las más recientes plataformas de pago por suscripción en *streaming* sin necesidad de descarga (AEVI y SIGMA 2, 2015). En la Figura 1 se describen los dispositivos utilizados para jugar a videojuegos. Se observa con claridad que los portátiles suponen un 46% del total, correspondiendo un 29% a *smartphones* (android más iOS), mientras que resulta relevante constatar que este porcentaje de los dispositivos portátiles y *smartphones* para jugar crece año tras año.

Figura 1. Dispositivos más utilizados para jugar a videojuegos. Gráfico del Anuario AEVI 2020



Los videojuegos han roto las barreras para llegar de forma más sencilla a todo tipo de públicos y niveles adquisitivos, así como estilos y modelos de ocio, liberándoles, incluso, de la necesidad de compra de *hardware* específico, ya que en muchos casos ya se puede jugar en una televisión cualquiera con un mando y un pequeño receptor de internet (Lin, Bowman, Lin y Chen, 2019). Además, este proceso se produce en una coyuntura en la que se ha superado la barrera de la curva de aprendizaje. Esta se reduce cuando los videojuegos de un mismo género tienen patrones similares en las mecánicas. Además, tanto en el terreno técnico como en el comercial se han derribado todo tipo de dificultades de acceso. En este contexto, se puede asegurar que se ha producido una completa normalización del videojuego como producto cultural, con un éxito notable en algunos grupos de edad (Scolari, 2013).

Por otra parte, son conocidas las capacidades de los videojuegos para introducir a los *gamers* en un estado mental de flujo en el que las capacidades mentales se focalizan de la forma más efectiva en la resolución de problemas (Shabalina et al. 2014). A su vez, el videojuego ha trascendido del ámbito propiamente lúdico y de entretenimiento, incluso de las audiencias infantiles (Levis, 1997, p. 180) y juveniles, para convertirse en una herramienta comunicativa de primer orden (Arnau, 2013, p. 135). Constituyen parte del universo audiovisual contemporáneo, con múltiples aplicaciones y potencialidades, con influencia en todo tipo de públicos y creando un ocio familiar interactivo (Gil y Vida, 2008, p. 19). También con incidencia en la producción audiovisual y en el entorno comunicativo en general, donde confluyen diversos géneros (López Barinaga, 2010) y lenguajes, desde el cine y la fotografía, a la ilustración, el periodismo o la crítica social. De hecho, el mundo del juego (*gameworld*) con sus narrativas, lenguajes, mecánicas, experiencias lúdicas y gamificación están impregnando la totalidad de ámbitos de la comunicación actual (Navarro-Remesal, 2016; Loriguillo-López, Sorolla-Romero, 2015; Rodríguez-Serrano, 2017).

El sector de videojuego ha pasado a convertirse en uno de los más importantes de las industrias culturales y ya es más relevante en facturación que los sectores de la música y el cine juntos en estos momentos (Marzal y Sáez, 2013, p. 10; Arjona-Martín, Muñoz del Pozo, 2020) y se ha establecido como un objeto cultural que merece ser atendido de manera específica y autónoma respecto a otras formas de representación. Al mismo tiempo que la industria de los videojuegos ha experimentado una evolución sin precedentes, el sector ha extendido su dominio a entornos en los que, hasta este momento, el juego no tenía presencia ni como herramienta ni como principio socialmente aceptado para el tratamiento de cuestiones trascendentes (Arnau, 2013, p. 136). De hecho, una peculiaridad propia del videojuego es su naturaleza cambiante y mutable, pues su materialidad depende de la interacción de las personas que los utilizan (Dovey y Kennedy, 2006, p. 99, Chanchí, Gómez-Álvarez, Yesid-Campo, 2019).

El gran potencial de los videojuegos se revela en múltiples ámbitos. En primer lugar, destaca su constante crecimiento tanto en volumen de negocio como en población usuarios y en publicidad y patrocinios. En consecuencia, este sector cultural se ha convertido en la forma preferida de ocio audiovisual (AEVI, 2018). Al mismo tiempo, el videojuego, gracias a sus dinámicas interactivas y narrativas lúdicas, se ha alzado como una herramienta perfecta para la experimentación en el ámbito de la cocreación, donde confluyen de manera interdisciplinar el arte y el conocimiento científico vinculado con la emergencia climática y la sostenibilidad (Mejía-Ramírez, 2015).

## 1.2. *La gamificación del cambio climático*

En cuanto a la comunicación ambiental y del cambio climático, esta investigación ahonda en la creación de nuevas narrativas, más optimistas y con un elevado componente de *engagement* con la finalidad de evitar las visiones catastrofistas, muy habituales en la transmisión periodística de esta temática (Bulfin, 2017), vinculadas, a menudo, a la incertidumbre de este fenómeno (Pancost, 2017). Las narrativas ejercen un papel fundamental en el contexto de la sostenibilidad y la concepción de soluciones beneficiosas en los desafíos socioambientales, ya que son la base de los valores e influyen en las decisiones, las acciones y en las instituciones, desacelerando o acelerando cambios (van der Leeuw, 2020). Al mismo tiempo, los denominados futuros imaginados a través de estas narrativas tienen capacidad para promover el cambio social e incidir en las economías, pues estas también son determinantes de las expectativas y la confianza en los mercados financieros (Beckert, 2016, p. 149).

Este trabajo, a su vez, aborda los mecanismos de participación y empoderamiento ciudadanos en el reto de la emergencia climática porque, con frecuencia, el periodismo se centra en generar preocupación, incluso, conciencia ambiental, en lugar de potenciar la implicación del público (Appelgren y Jönsson, 2020). De hecho, los medios de comunicación han sido identificados como actores esenciales para avanzar hacia una sociedad sostenible y con responsabilidad en la información y la implicación de la sociedad (Berglez, Olausson y Ots, 2017). Paralelamente, se está comprobando la influencia del activismo climático de las *celebrities*, cuyas voces amplificadas y prominentes en el ámbito global contribuyen a una mayor comprensión pública de la ciencia del cambio climático, así como a catalizar potencialmente la cooperación en políticas climáticas (Boykoff y Goodman, 2009).

La ficción climática (*cli-fi*), en la literatura y en las artes, está incrementando su atención tanto académica como popular, ya que puede facilitar la comprensión de los desafíos ambientales actuales. (Bell-Gawne, 2013). En este ámbito, los videojuegos han abordado diversos ámbitos del calentamiento global y la sostenibilidad, proponiendo diferentes tipos de mecánicas y narrativas para tratar la crisis ecológica (Abraham y Jayemanne, 2017). A pesar de la urgencia de la emergencia climática, los *serious games* todavía están poco explorados en relación a su potencial para crear interacciones significativas a través de entornos artificiales inteligentes, modelar dinámicas ecológicas basadas en la interdependencia y la limitación, así como permitir a los jugadores explorar múltiples futuros ecológicos, no todos ellos distópicos (Chang, 2019, p. 16).

## 2. Objetivos

El desarrollo de un relato a través de distintos lenguajes se ha convertido en una práctica habitual para las industrias culturales y el videojuego es uno de sus principales exponentes. Se trata de un medio interactivo que se concibe como una creación que involucra diferentes especialidades creativas (música, diseño, modelado, dibujo, animación, programación, narrativa, etc.) desde su mismo origen y cuyo desarrollo está en manos de un mismo equipo creativo que se esfuerza en dotar de coherencia a todos los elementos que conforman el universo interactivo. Esta vertiente inmersiva

convierte el videojuego en un producto cultural útil para abordar el reto multidisciplinar que plantea el cambio climático.

Teniendo en cuenta este potencial de los videojuegos, así como el desafío planetario de la emergencia climática y las dinámicas innovadoras de los procesos cocreativos, los objetivos que plantea el *Living Lab Planeta Debug* de la Universitat Jaume I son los siguientes:

1. Analizar los resultados de la implementación de modelos de cocreación científica de videojuegos para transferir conocimientos sobre cambio climático.
2. Investigar la eficacia de la creación artística como vector de eficiencia e innovación en la divulgación y la comunicación de la ciencia.
3. Explorar el potencial de conectar el talento investigador con la creatividad como palanca para el cambio social.

A través de estas finalidades, la iniciativa Planeta Debug ha experimentado en el conocimiento científico a través de la conexión de los retos que afrontan los grupos de investigación de la UJI con los videojuegos diseñados por el estudiantado de grado. Con ello, se impulsa una divulgación más creativa del conocimiento científico y se estimula la cocreación de juegos con mayor impacto y capacidad de motivación de los jugadores para aproximarse al cambio climático desde una perspectiva más optimista y lúdica, además, mediante un relato interactivo que incorpora diferentes lenguajes.

El proceso de trabajo se ha realizado a través de la implementación de un proceso de cocreación entre los nueve grupos de investigación de la UJI participantes y el alumnado encargado del diseño de los videojuegos. Los retos científicos planteados por las diversas líneas de investigación han inspirado las mecánicas de los videojuegos desarrollados en el marco del proyecto. En este ámbito, es destacable apuntar que el codiseño ha supuesto tanto una elevada libertad creativa en dinámicas y arte como también en niveles de incertidumbre en cuanto al resultado del diseño del juego y su identificación y asimilación por parte de la comunidad investigadora.

### 3. Metodología

Esta investigación combina diferentes técnicas para cumplir los objetivos planteados. Entre ellas, la revisión bibliográfica y documental sobre la temática objeto de estudio; técnicas de observación participante –dado que los autores de este trabajo forman parte del equipo interdisciplinar del *Living Lab Planeta Debug*–; realización de encuestas con preguntas cerradas basadas en escalas de *likert* y *focus group* a los integrantes del proyecto.

#### 3.1. Observación participante

La naturaleza del *living lab* brinda una singular oportunidad para investigar una metodología innovadora y ofrecer soluciones con las que conectar el conocimiento científico y el artístico para abordar los retos que plantea el calentamiento global. El trabajo de observación participante (Kawulich, 2006) que los investigadores han realizado en este proceso desde 2019 hasta 2021, permite disponer de un valioso caso de estudio para comprobar cómo se ha conseguido implementar una iniciativa de estas

características. La observación participante ofrece información a los equipos de investigación que, de otra manera, sería imposible conseguir (Duverger, 1971; Wimmer y Dominik, 1994; Rodríguez, Gil Flores y García Jiménez, 1999) porque en esta técnica el «observador participa en la vida del grupo u organización que estudia» (Piñero-Aguilar, 2015, p. 82). Para documentar el seguimiento y resultados de las actividades realizadas se ha llevado a cabo un diario de campo.

### 3.2. *Investigación acción*

La adopción de la metodología de investigación acción (Chevalier y Buckles, 2013) surge como una necesidad sobrevenida ante una ausencia de casos de estudio con los que comparar o recoger datos, por el carácter innovador de la propuesta analizada. Los investigadores de este trabajo han participado desde 2019 en el diseño y seguimiento de la realización de los videojuegos en colaboración con los nueve grupos de investigación de la UJI y el estudiantado del Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos. En este sentido, ha resultado especialmente útil el despliegue de estrategias de cocreación para facilitar la colaboración entre los investigadores y los diseñadores de videojuegos.

### 3.3. *Diseño metodológico de los grupos de cocreación*

En el diseño metodológico para conformar los equipos de cocreación fue fundamental la selección de los grupos de investigación científica para su participación en este laboratorio innovador en la transferencia de conocimiento científico. Para ello, se contaba con las conclusiones de dos proyectos desarrollados anteriormente desde la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación del Servicio de Comunicación y Publicaciones de la UJI. En concreto, de la experiencia y formación acumuladas en las iniciativas de innovación en comunicación científica institucional financiadas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación: *Ágora digital: narrativas transmedia y cultura participativa en la comunicación científica* (Picó, Sáez y Galán, 2019) y *Have Fun (HF): La cultura youtuber y del videojuego en la comunicación científica transmedia*.

*Ágora Digital* y *Have Fun* facilitaron la motivación de nueve grupos de investigación de la UJI, de diversas áreas de conocimiento y con una alta implicación en procesos innovadores de transferencia, así como su incorporación al reto del *Living Lab Planeta Debug* con el fin de participar como sujetos activos en este estudio interdisciplinar. Cada grupo científico fue asignado a otros nueve equipos de alumnado de grado para crear nueve comunidades cocreativas en un formato de tándem investigación-estudiantado, muy original en su configuración, con la finalidad de que sus líneas de estudio científico sirvieran de inspiración para el diseño de videojuegos. Es decir, el proceso colaborativo, tanto artístico como audiovisual y del juego, no implicaba la mera ilustración de las investigaciones y sus procesos, sino que se puso en práctica una invitación hacia abordajes menos realistas, es decir, más próximos al ámbito de la ficción, con el objetivo de potenciar la creatividad conjunta y las nuevas miradas tanto lúdicas como interdisciplinares.



### 3.4. Análisis de la cocreación en videojuegos

La clave para discernir el éxito de la cocreación de videojuegos entre diseñadores e investigadores es poder identificar la existencia de retos y objetivos en el diseño del videojuego que coincidan con los desafíos científicos de los grupos de investigación. Esta identificación en los retos se encuentra, normalmente, a través de las metáforas de las narrativas planteadas en la consecución de los objetivos del videojuego, tanto en las metas a lograr como en los peligros a evitar (Ouarachi, Gutiérrez-Pérez y Olvera-Lobo, 2017). De esta manera, alineando dichos retos con los objetivos de los grupos científicos se ha estudiado el éxito obtenido en cada caso de las iniciativas de cocreación.

### 3.5. Desarrollo de focus group

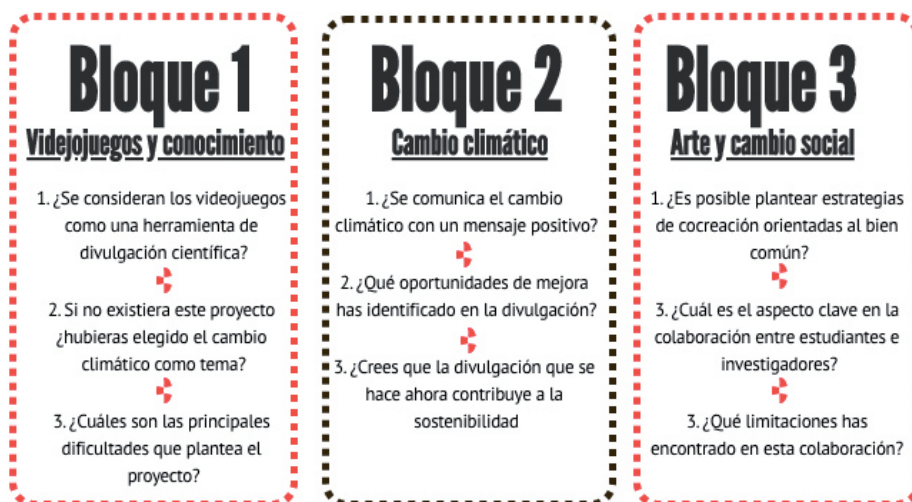
La investigación Planeta Debug ha incluido la realización de dos *focus group*. El primero de ellos, al inicio de la experiencia, y un segundo, al finalizar la misma. Ambos, resumidos en la Figura 2, contaron con la participación de representantes tanto de los nueve equipos de investigación como de grupos de estudiantado.

Figura 2. *Focus group* realizados en el inicio y finalización del *Living Lab Planeta Debug*



El primer *focus group* tuvo lugar en septiembre de 2019 y el segundo, en julio de 2020, en el cual se implementó un tercer bloque relacionado con el arte como herramienta para el cambio social. El proceso se ilustra en la Figura 3.

Figura 3. Preguntas planteadas en cada uno de los bloques que componen los *focus group*



### 3.6. Encuestas con preguntas cerradas a los participantes del proyecto

Se han llevado a cabo dos cuestionarios a través de la herramienta *Google Forms* para medir el nivel de consecución de los objetivos del proyecto (uno al inicio, durante la puesta en marcha, y otro a su finalización). Los cuestionarios han obtenido un total de 12 respuestas (de un universo de 71 participantes) y el objetivo era disponer de una encuesta anónima con el fin de conocer la evolución de su percepción sobre diversos aspectos del *living lab* que sirviera de guía para preparar el *focus group*.

En la tabla 1 se muestran las preguntas planteadas en el cuestionario realizado con *Google forms*.

Cuestiones antes y después de participar en el Living Lab. Septiembre de 2019 y Julio 2020
1. Interés por los videojuegos
2. Conocimiento sobre videojuegos vinculados al cambio climático
3. Nivel de utilización de videojuegos
4. Los videojuegos como canal para divulgación/transferencia de conocimientos científicos
5. Los videojuegos como herramienta para difundir los resultados de su investigación
6. Satisfacción en los encuentros para conformar el equipo de cocreación.
7. Identificación con el videojuego inspirado con su investigación
8. En qué medida se ajusta el videojuego a su investigación?
9. Planeta Debug como vía de innovación docente

Tabla 1. Cuestiones planteadas a los participantes del *living lab* a través de *Google Forms*. Las preguntas 6, 7 y 8 se incorporaron en el segundo cuestionario porque tratan ámbitos relacionados con los resultados de la experiencia.

## 4. Resultados

La naturaleza diversa de los resultados obtenidos en esta investigación centrada en el *Living Lab Planeta Debug*, consecuencia de la aplicación de metodologías complementarias, aconseja a una presentación pormenorizada en tres ámbitos diferenciados: el análisis de los videojuegos cocreados, las conclusiones de los *focus group* y las respuestas a los cuestionarios aportadas por la comunidad investigadora de la UJI participante.

### 4.1. Análisis de los videojuegos *Planeta Debug*

A continuación, se recogen capturas de dos de los nueve videojuegos desarrollados en esta experiencia, los cuales se encuentran en la web del *Living Lab Planeta Debug*, en concreto a través de esta sección. En ellos, se describen los niveles de acción con una representación de las mecánicas de juego. Además, se muestran las metáforas que responden a la recogida de los problemas de investigación planteados en las investigaciones, los cuales servían de apoyo e inspiración para el diseño de los videojuegos.

En la Imagen 1 se puede ver una escena del videojuego *Mr Coating* desarrollado en colaboración con el Grupo de investigación, Tecnología, Calidad y Sostenibilidad en la Edificación (TECASOS) de la Universitat Jaume I. Se observa al personaje desenvolviéndose en un espacio interior de un edificio, teniendo que ocuparse de tapan huecos por los que se pierde la energía, al tiempo que lucha con los elementos que los provocan. De esta manera, el videojuego sintetiza sencillamente las claves de la edificación sostenible, que genera menores impactos sobre el medio ambiente.

Imagen 1. Escena del videojuego *Mr Coating*



La Imagen 2 muestra una escena del videojuego *Lightbringer*, diseñado en colaboración con el Grupo de investigación en Semiconductores Avanzados del instituto

INAM de la UJI. En ella, se puede ver cómo el protagonista utiliza una pistola-herramienta para cambiar el color de la luz de sus objetivos con el fin de purificarlos. Se utiliza esta idea vinculada al problema tratado en el grupo de investigación, sobre la influencia de diferentes tipos de luz en una mejor transmisión energética. Este es un conocimiento fundamental para el avance de los sistemas LED de iluminación, mucho más eficientes porque reducen emisiones de efecto invernadero promotoras del calentamiento global, además de contaminantes.

Imagen 2. Escena del videojuego *Lightbringer*

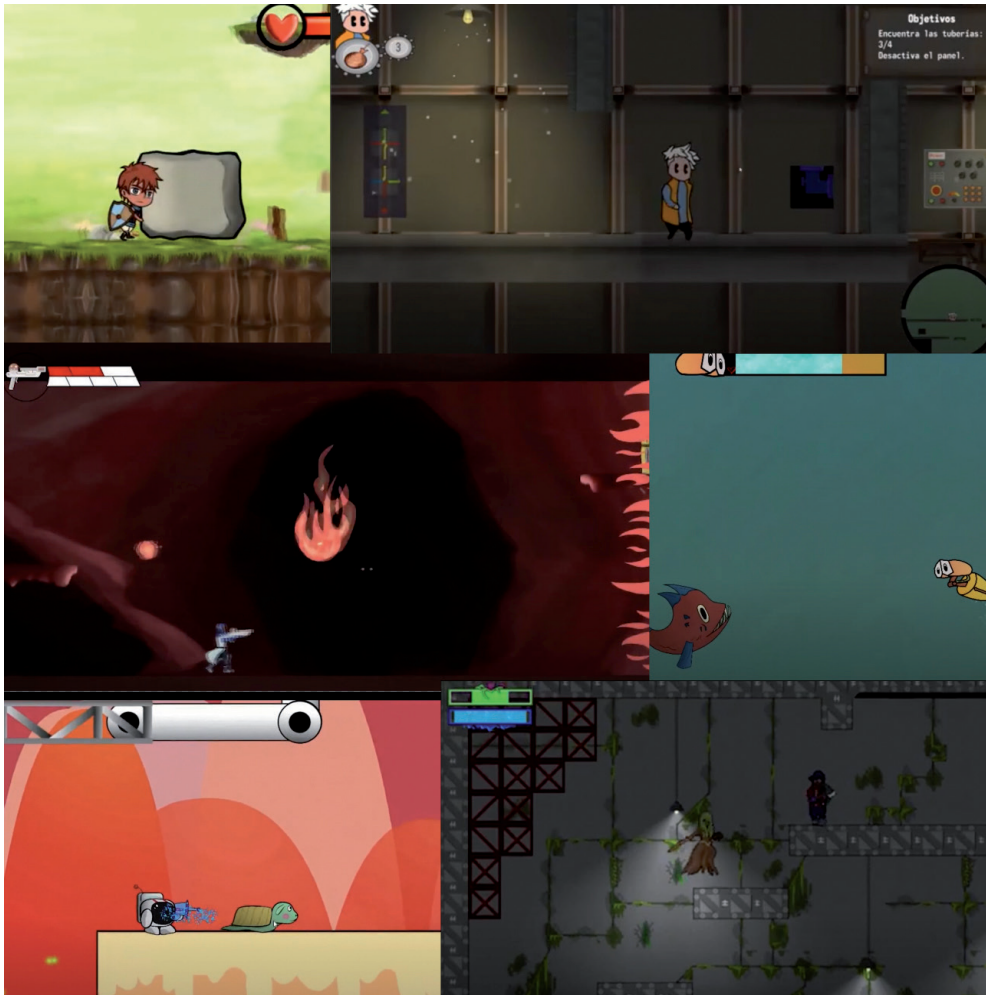


La Imagen 3 (de izquierda a derecha y de arriba abajo) recoge muestras de los videojuegos *Last Sunlight*, *Mission Ozone*, *Nanodoctor*, *The Way Back*, *Versión 18* y *Blooming Violent*. Junto a *Mr Coating* y *Lightbringer*, son los videojuegos que han conseguido el objetivo de armonizar sus mecánicas con las problemáticas de investigación vinculadas a la emergencia climática en las que se habían inspirado mediante el trabajo cocreativo con científicas y científicos.

Tras estas muestras de la representación de las metáforas de los problemas de investigación, en la Tabla 2 se analizan los retos planteados en el conjunto de videojuegos desarrollados. Es importante subrayar la relación con los objetivos de investigación de los diferentes grupos científicos, así como con la problemática del cambio climático. Se considera básico el estudio de los retos, pues en ellos se encuentra la sustancia del desarrollo del juego, en concreto, las metas que se persiguen y, por tanto, las motivaciones que se trasladan al jugador. Dada la centralidad de estos elementos tanto en la construcción del videojuego como en su uso posterior, resulta clave analizar su conexión con las investigaciones de referencia para entender hasta qué punto estas han resultado relevantes en el diseño final.

Para ello, en la Tabla 2 se ilustran los nueve videojuegos Planeta Debug desarrollados con los grupos de investigación asociados mediante comunidades cocreativas y los retos principales que se persiguen en cada uno de ellos.

Imagen 3. Escenas de los videojuegos *Last Sunlight*, *Mission Ozone*, *Nanoctor*, *The Way Back*, *Versión 18* y *Blooming Violent*



En todos los casos, con la única excepción de uno, se pueden observar relaciones directas de los retos de los videojuegos con la problemática del cambio climático –siete juegos–, con los temas de investigación del grupo de referencia –seis de ellos– y de ambas cuestiones de forma simultánea –cinco en total–.

Este análisis denota, en conjunto, una alta capacidad de transmisión de las problemáticas tratadas tanto de forma transversal como las de forma especializada. Las manifestaciones de los investigadores en el *focus group* de su satisfacción por ver reflejadas muchos de los ámbitos tratados con el alumnado antes del desarrollo de los videojuegos se ven corroboradas por el resultado. Es necesario puntualizar que, en los casos de los desarrollos menos integrados en sus retos con los objetivos de los investigadores, los videojuegos finales tienen elementos, ya sean contextuales o narrativos, que los relacionan. En estos, aunque su impacto es menor, al no estar sus retos integrados con las problemáticas tratadas, se mantiene el interés en el proceso

de conseguir los objetivos del videojuego en un contexto inspirado en el ámbito de la temática de investigación.

Grupo de investigación	Videojuego	Reto 1	Reto 2	Reto 3	Reto 4
Grupo de Semiconductores Avanzados <a href="https://t.ly/euZr">t.ly/euZr</a>	<i>The lightbringer</i> <a href="https://t.ly/52e2">t.ly/52e2</a>	Purificación y rescate de entidades contaminadas.	Gestión equilibrada de la energía	Acción ajustada a las características del adversario. Equilibrio.	Recuperar objetos que aportan energía
Grupo Oncogenoma <a href="https://t.ly/3uCgrXi">t.ly/3uCgrXi</a>	<i>Last sunlight</i> <a href="https://t.ly/Ivoh">t.ly/Ivoh</a>	Evitar la exposición solar prolongada	Contrarrestar la exposición solar con elementos protectores	Evitar agresiones con concentración de luz solar	Recuperación de salud al estar a salvo del exceso de luz solar
Grupo de Ecofisiología y Biotecnología <a href="https://t.ly/B6fu">t.ly/B6fu</a>	<i>Blooming violent</i> <a href="https://t.ly/FAHI">t.ly/FAHI</a>	Combate contra agentes contaminantes	Lucha contra agentes destructores de la naturaleza y depredadores	Uso de elementos para la optimización de recursos	Evitación de zonas degradadas y peligrosas
Grupo de Fluidos Multifásicos <a href="https://t.ly/0xz6">t.ly/0xz6</a>	<i>Mission Ozone</i> <a href="https://t.ly/5OVq">t.ly/5OVq</a>	Utilizar la interacción luz solar-agua para crear energía	Eliminar elementos contaminantes en la producción de energía	Sortear resistencias corporativas para emplear energías limpias	
Grupo de Tecnología, Calidad y Sostenibilidad en la Edificación <a href="https://t.ly/9V32">t.ly/9V32</a>	<i>Mr. Coating</i> <a href="https://t.ly/DNAv">t.ly/DNAv</a>	Mantener la eficiencia energética de la casa	Reparar los daños de los edificios para mantener la eficiencia energética	Eliminar agentes destructores de las instalaciones	Propone una economía basada en la búsqueda de la sostenibilidad energética
Grupo de Historia y Derechos Forales <a href="https://t.ly/bjCH">t.ly/bjCH</a>	<i>Versión 18</i> <a href="https://t.ly/Va4G">t.ly/Va4G</a>	Canalizar el agua correctamente	Proteger cultivos	Eliminar obstrucciones de cañerías	Eliminar agentes destructores
Grupo de investigación en Óptica <a href="https://t.ly/hbCW">t.ly/hbCW</a>	<i>Nanodoctor</i> <a href="https://t.ly/8hX1">t.ly/8hX1</a>	Destruir agentes incendiarios	Evitar agentes contaminantes	Destruir elementos contaminantes	Recolectar materiales sostenibles
Laboratorio de Interacción y Sistemas Robóticos <a href="https://t.ly/LpkT">t.ly/LpkT</a>	<i>The way back</i> <a href="https://t.ly/OjAG">t.ly/OjAG</a>	Eliminar agentes destructores del entorno	Limpieza del agua y mejorar instalaciones de suministro	Reciclaje de materiales para limpieza y construcción de otros elementos	
Instituto Universitario de Plaguicidas y Agua <a href="https://t.ly/DQZA">t.ly/DQZA</a>	<i>Overdose</i> <a href="https://t.ly/wRDx">t.ly/wRDx</a>	El juego no recoge elementos cocreativos relevantes más allá de un contexto común			

Tabla 2. Aparecen en color verde los grupos de investigación que han conseguido introducir sus líneas de trabajo conectadas con el cambio climático en los retos analizados. Se marcan también en color verde los videojuegos que proponen retos vinculados a los objetivos de la lucha contra el calentamiento global. La tabla muestra cómo, aunque la gran mayoría de videojuegos han conseguido conectar sus retos con el cambio climático, no en todos los casos se ha logrado una estrecha relación con el trabajo de los grupos de investigación científica.

En conjunto, la Tabla 2 refleja un resultado altamente satisfactorio. En referencia al análisis de las características de la cocreación alcanzada entre los grupos de investigación y los de diseño de videojuegos se plantean los siguientes resultados:

- De 36 retos analizados, 22 estaban alineados con metáforas representativas del problema del cambio climático y 15 con las que correspondían a los estudios desarrollados por el grupo de investigación con el que colaboraban. En 11 casos ambos elementos coinciden en la representación metafórica de los retos. Estos 11 desafíos, diseñados para aunar al mismo tiempo las problemáticas de investigación vinculados a la resolución del cambio climático, son los que albergan la esencia del proyecto y en los que se recoge el mayor éxito de este.
- Respecto al concepto global del videojuego, entroncan directamente con cambio climático y los problemas de los grupos de investigación, los proyectos *Nanodoc-tor*, *Lightbrighter*, *Blooming Violent*, *Mission Ozone* y *Mr Coating*. La cocreación se concretó de forma más específica en los retos de los proyectos de investigación, quedando el tema del cambio climático como un elemento meramente testimonial en el juego *Last Sunlight*.
- En otros, las temáticas científicas de los grupos de investigación se adoptaron solo de forma testimonial, ya que el trabajo creativo se centraba en la cuestión climática. Es el caso de proyectos como *Versión 18* y *The Way Back*.
- Únicamente en una ocasión, la cocreación no tuvo resultados notables en el diseño del proyecto, el juego *Overdose*, que quedó limitado a recrear el contexto del ámbito del grupo de investigación, pero sin llegar a plantear ningún tipo de reto relevante.
- El conjunto de los proyectos desarrollados ha tenido resultados notables en su capacidad de trasladar los desafíos planteados de forma creativa en el ámbito de los videojuegos. La mayor dificultad se planteaba en los proyectos colaborativos que debían armonizar el triángulo formado por: línea de investigación, cambio climático y estructura de un videojuego. Estos han logrado la mayor relevancia al alcanzar una profundidad en el proceso cocreativo.

## 4.2. Principales argumentos de los focus groups

### 4.2.1. Focus group inicial

El primer *focus group* tuvo lugar antes de iniciar el proceso de cocreación para la realización del videojuego y con el objetivo de conocer las expectativas de los participantes antes del comienzo del proyecto. Esta sesión se llevó a cabo en el mes de septiembre de 2019 y se dividió en dos bloques: videojuegos y cambio climático. La Tabla 3 recoge los resultados más relevantes para la investigación.

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Bloque 1	Herramienta de comunicación científica	La elección del cambio climático	Dificultad del proyecto
	Los participantes no se planteaban los videojuegos desde esta perspectiva	No se hubiera producido porque añade más complejidad al proceso de diseño que una temática estrictamente lúdica.	El diseño de juego con una temática de estas características requiere de un tiempo superior al que habitualmente se dedica.
Bloque 2	Mensaje positivo	Oportunidades de mejora	Contribución a la sostenibilidad
	La aproximación de muchos videojuegos es apocalíptica, pero es el propio proceso del juego el que lleva a que el jugador quiera ganar y por tanto, intentar evitar el desastre	Ayudaría incorporar la colaboración con otros estudiantes de otros grados afines a la línea de investigación que plantea el videojuego	El proceso de creación del videojuego genera debates sobre cuestiones científicas que en sí mismos son enriquecedoras porque abren nuevas líneas para la investigación y la aplicación de sus resultados de una forma original.

Tabla 3. Se muestran las expectativas de los grupos de investigación y estudiantado antes de la puesta en marcha del *living lab* y se constata que los participantes no contemplaban los videojuegos como una herramienta de comunicación científica. Se enfatiza en color verde aquellos apartados en los que la predisposición de los participantes era positiva.

#### 4.2.2. Focus group final

Este segundo *focus group* se organizó una vez finalizado el diseño de los videojuegos, como también su evaluación en el ámbito académico del grado universitario, en julio de 2020. A los dos bloques de videojuegos y cambio climático se agregó uno dedicado a arte y cambio social, considerado fundamental a causa del protagonismo de estos ámbitos en el desarrollo de los procesos de cocreación de los juegos. La Tabla 4 ilustra las conclusiones más significativas de la sesión.

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Bloque 1	Herramienta de comunicación científica	La elección del cambio climático	Dificultad del proyecto
	Ha sido sorprendente descubrir el potencial que tiene lo lúdico para la transmisión de la ciencia	Se manifiesta entusiasmo por repetir la experiencia porque el videojuego es capaz de transformar teorías en mecánicas de juego	Han faltado más reuniones intermedias entre el equipo de diseño y los grupos de investigación para tener más precisión en la traslación de algunos conceptos científicos



	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Bloque 2	<b>Mensaje positivo</b>	<b>Oportunidades de mejora</b>	<b>Contribución a la sostenibilidad</b>
	La creatividad de los estudiantes abre nuevas vías de exploración y ha hecho a los investigadores más conscientes del impacto que tiene su trabajo	Es necesario motivar a los estudiantes desde un inicio porque ven el reto complicado. En el futuro, se propone comenzar mostrando las experiencias exitosas de la edición anterior para que sirvan de inspiración	Planeta Debug ha permitido a sus participantes abrir la mente y ampliar el campo de visión. Los participantes tienen la impresión de ser mejores diseñadores e investigadores
Bloque 3	<b>Estrategias de cocreación orientadas al bien común</b>	<b>Colaboración entre estudiantes e investigadores</b>	<b>Limitaciones</b>
	Este enfoque permite abordar proyectos de carácter interdisciplinar que son necesarios para afrontar los retos que demanda la sociedad	Planeta Debug ayuda a conectar a los investigadores con los artistas y los creadores de contenido para que los trabajos se diseñen y presenten de una manera atractiva y se enfoquen hacia lo que la sociedad demanda	Planeta Debug incorpora el arte como una herramienta útil para el diseño de líneas de investigación y para la difusión de sus resultados. Es necesario incorporar al proyecto un rango más amplio del espectro artístico: música, dibujo e ilustración, diseño, etc.

Tabla 4. Muestra la valoración de grupos de investigación y alumnado participantes en la iniciativa. Se subraya en verde aquellos apartados que reflejan una valoración fundamentalmente positiva de la experiencia.

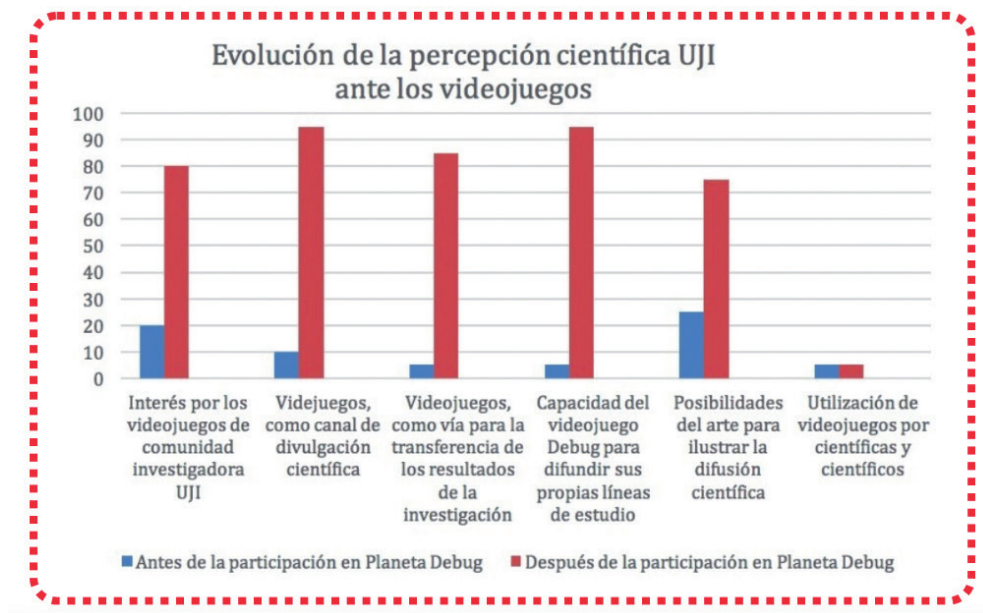
### 4.3. Encuestas con preguntas cerradas a los grupos científicos a través de Google forms

Las respuestas a las encuestas realizadas a las científicas y científicos de los nueve grupos de investigación participantes, a través de preguntas cerradas a través de *Google forms*, constatan un notable incremento del interés en los videojuegos para experimentar nuevas vías de transferencia de conocimiento y de divulgación científica. Asimismo, se demuestra un elevado aumento en el interés por explorar las opciones del juego para la difusión de sus propias investigaciones, como también las nuevas opciones aportadas por el arte para la ilustración de sus hallazgos científicos. La mejora de la percepción del ámbito de los videojuegos como herramienta para la comunicación de la ciencia no va acompañada, por su parte, de una mayor aproximación de científicas y científicos al mundo *gamer* como usuarios de juegos.

Como muestra la Gráfica 1 sobre la evolución de la percepción científica ante los videojuegos, los grupos de investigación partían de una implicación muy baja en relación a las opciones del juego como herramienta para la transferencia, la divulgación y la difusión de su propia investigación. En consecuencia, este elevado incremento se considera muy relevante por las nuevas opciones en innovación de transferencia que implica en el seno de los grupos de investigación pertenecientes a la universidad

pública de Castelló de la Plana. Por su parte, también resulta destacable la aproximación a la colaboración con el ámbito artístico que ha implicado Planeta Debug y las perspectivas abiertas para la exploración de la simbiosis ciencia-arte.

Gráfica 1. Muestra los resultados principales de los formularios planteados a la comunidad investigadora sobre su percepción sobre los videojuegos, el arte y la divulgación científica



## 5. Discusión

El diseño de una experiencia de cocreación entre arte y ciencia en el contexto de un *living lab* ha hecho posible avanzar cualitativamente en la transmisión de conocimiento científico a la ciudadanía en el ámbito de la emergencia climática. En este contexto, se han tenido en cuenta los condicionantes del paradigma digital (Moreno, 2018) con lenguajes audiovisuales atractivos, como es el caso de las narrativas del videojuego. Además, la interacción y el diálogo entre la comunidad científica y el estudiantado de grado, fundamentales para el codiseño, ha promovido la creatividad en el ámbito de la sostenibilidad, explorando el uso de la gamificación (Ouariachi, Li y Elving, 2020), el arte y la divulgación para fomentar el empoderamiento de la juventud ante el reto del cambio climático.

La puesta en marcha del concepto de *living lab* ha conseguido coordinar profesorado con actividad investigadora y alumnado en un entorno colaborativo y de fomento de la experimentación (Leminen y Westerlund, 2019) marcado por la voluntad de impulsar un cambio social en la percepción de la ciencia de la sostenibilidad. La gran mayoría de proyectos participantes han desarrollado videojuegos que reflejan contenidos básicos de investigación relacionada con la emergencia climática. Los participantes en el proyecto coinciden en que el *living lab* constituye una fórmula muy adecuada y enriquecedora de potenciar el encuentro entre la ciencia, el arte y la sociedad.

A su vez, el proceso de diseño y desarrollo del videojuego ayuda a que estudiantado, profesorado y comunidad investigadora tomen conciencia de la transversalidad de la sostenibilidad y trasladen los retos que plantean los efectos del calentamiento global a los usuarios de los videojuegos.

Como se muestra en el apartado de resultados del investigación, en siete de los nueve juegos realizados en el marco de este proyecto se ha conseguido alinear los retos del juego con los objetivos del cambio climático y los desafíos del grupo de investigación. En esos siete videojuegos se han identificado un total de treinta retos. Únicamente en cinco de estos no se detecta una alineación clara con las materias vinculadas al clima o los ámbitos de trabajo de los grupos de investigación.

La iniciativa, de hecho, ha conseguido que la propia comunidad científica participante comprendiese mejor los vínculos de sus líneas de investigación con la situación de emergencia climática, a la vez que una mayor aproximación al videojuego como producto cultural atractivo (Scolari, 2013). El estudiantado implicado en el *living lab* ha sido capaz de transmitir un mensaje complejo haciéndolo interesante para un público general no especialista. A este respecto, Planeta Debug ha identificado al alumnado como el nexo necesario para que la ciencia pueda conectar con la sociedad. El videojuego supone un ejercicio de traducción del conocimiento científico a un lenguaje lúdico que, sin embargo, no debe estar alineado con todas las claves de la investigación, es decir, su función es la despertar el interés y la concienciación hacia una temática.

La creatividad del estudiantado, unida al potencial de entretenimiento que brinda el videojuego, permite transformar materias áridas en dinámicas de juego atractivas. Sin embargo, esta labor de traslación del conocimiento científico en mecánicas de juego ha motivado, en algunos casos, una falta de precisión que se puede solucionar en próximas ediciones a través de un contacto más estrecho entre grupos de investigación y estudiantado que diseña el videojuego, e inclusive, a través de la publicación del proceso de trabajo a través de las redes sociales, como también la promoción de las narrativas transmedia.

El debate abierto al dinamizar este tipo de contenidos resulta muy estimulante porque alumnado universitario de diferentes ámbitos comparte la circunstancia de que en su totalidad –o al menos una gran mayoría– son jugadores habituales. En consecuencia, manifiestan una predisposición positiva hacia el consumo en este formato. Junto con la propia experiencia de juego, el proceso de trabajo que implica la creación de un videojuego se ha revelado como un espacio fértil para la generación de debates sobre cuestiones científicas que en sí mismos resultan estimulantes. Hacer ciencia exige un alto nivel de especialización en un campo muy concreto y resulta casi inevitable que se termine perdiendo perspectiva y conexión con la realidad (Postrel, 2002)

A su vez, esta experiencia cocreativa de videojuegos sobre cambio climático también ha mostrado el valor de la RRI, que implica una nueva forma de entender el propio proceso científico, ya que favorece que los actores sociales trabajen juntos durante todas las fases con el fin de que la metodología y resultados de la ciencia se aproximen en mayor medida a los valores, necesidades y expectativas de la sociedad europea (European Commission, 2013). De este modo, plantea un modelo de comunicación basado en informar de forma proactiva, escuchar a las expectativas legítimas de los grupos de interés (*stakeholders*), adquirir compromisos respecto a las mismas

y rendir cuentas de lo realizado, actuando así de una forma responsable y responsiva (Cortina, 2007).

## 6. Conclusiones

El *Living Lab Planeta Debug* de la Universitat Jaume I se ha revelado como una herramienta útil para explorar nuevos abordajes del calentamiento global. Se considera este uno de los grandes desafíos planetarios con incidencia en el medio ambiente, la salud y la economía. Se utilizan en el proyecto la investigación-acción y procesos de cocreación en el ámbito de los videojuegos, promoviendo simbiosis arte-ciencia-divulgación. El esquema recogido en la Figura 4 resume las conclusiones fundamentales del proyecto analizado.

Figura 4. Modelo de cocreación implementado a través del *Living lab* en un proceso interactivo que conecta los resultados de la investigación con los retos que plantea la sociedad



El modelo que se presenta en la Figura 4 permite aseverar que la aplicación de una experiencia de codiseño que aúna grupos científicos y artistas resulta productiva para innovación en las líneas de investigación y también se ha revelado como una metodología eficiente en la transferencia de resultados. La cocreación mejora estos procesos a través del *engagement* de las personas participantes y del incremento de la difusión real del conocimiento científico. De esta manera, la investigación puede contribuir, de forma más eficiente, al avance en la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía. Estos procesos de innovación de la comunicación de la ciencia avanzan hacia modelos científicos más alineados con la *Responsible Research and Innovation* (RRI) promovida por la Unión Europea.

En consecuencia, se concluye que la implementación de modelos de cocreación científica y artística de videojuegos para transferir conocimientos sobre cambio climático constituye una herramienta eficiente e innovadora para explorar en la divulgación de resultados de la investigación vinculados con la emergencia climática, ya que se promueven perspectivas menos apocalípticas del fenómeno y se obtienen mayores

niveles de implicación y participación gracias a las narrativas gamificadas. El juego invita a aprender, a colaborar, a superar dificultades, pero también sirve para divertir y emocionar mientras se crean contenidos interactivos relacionados con la lucha contra la contaminación, la adaptación y la mitigación climáticas, la mejora de la salud o la eficiencia energética.

Es necesario reconocer las limitaciones que supone poner en marcha un modelo de colaboración tan heterodoxo e inesperado tanto para la comunidad científica como para los grupos de diseño de videojuegos. Por una parte, esta forma de cooperación –dirigida a la cocreación– supone una dificultad inicial para encontrar un código y contexto común con el que construir un proyecto compartido. Y, por otro lado, es un aliciente en la exploración de nuevos formatos con un gran potencial para la serendipia. De esta forma, desarrollar un proyecto de investigación que se desenvolvía entre la incertidumbre de lo extraño e inesperado y la excitación del descubrimiento, ha supuesto un gran desgaste de energía para explicar el sentido y la utilidad de este, que el equipo de investigación da por bien empleado.

Este estudio abre un escenario de colaboración futura con grandes posibilidades. De hecho, es posible el diseño de nuevos proyectos en los que el videojuego se transforma en una herramienta para ajustarse a las necesidades de la investigación, manteniendo su capacidad de aportación en arte y creatividad, comunicación y transferencia, incluso, integrando la ciencia ciudadana a través de la gamificación.

Esta investigación forma parte del desarrollo del *Living Lab Planeta Debug*, «Videojuegos, conocimiento, serendipia y cocreación en el puzzle del cambio climático», cofinanciado por la Fundación Daniel y Nina Carasso en su convocatoria de Arte Ciudadano de 2019 y la Universitat Jaume I. A su vez, el estudio se ha realizado en el marco del proyecto de investigación «Participación ciudadana y medios de comunicación públicos. Análisis de experiencias de co-creación audiovisual en España y en Europa (PARCICOM)» (código RTI2018-093649-B-I00), bajo la dirección de Javier Marzal Felici, financiado por la Convocatoria 2018 de Proyectos de I+D+i Retos Investigación, del Programa Estatal de I+D+i orientada a los Retos de la Sociedad, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, para el periodo 2019-2021. El artículo forma es resultado de la estancia de investigación realizada por Esteban Galán Cubillo en 2018 en la Glasgow Caledonian University financiada por la Universitat Jaume I de Castelló (código E-2017-16)

## 7. Bibliografía

- Abraham, B.J. y Jayemanne, D. (2017). Where are all the climate change games? Locating digital games' response to climate change. *Transformations*, 2017, 30 pp. 74-94.
- Appelgren, E. & Jönsson, A.M. (2020). Engaging Citizens for Climate Change-Challenges for Journalism, *Digital Journalism*. doi: 10.1080/21670811.2020.1827965
- AEVI y SIGMA 2 (2015). Estudio *Videojuegos y adultos*. AEVI. <https://tinyurl.com/zuwyewu>
- AEVI. (2021). *El anuario del videojuego* (N.o 2020). <https://tinyurl.com/yzah8t6q>
- AEVI. *Anuario 2018*. Asociación Española de Videojuegos. <https://tinyurl.com/yz2o6auo>
- Arjona Martín, J. B. y Muñoz del Pozo, V. M. (2020). La consolidación del modelo game-as-a-service en la industria del videojuego. Micropagos, cajas botín y su problemática legal. Revista Inclusiones. *Cuadernos de Sofía Editorial* ISSN 0719-4706 - Volumen 7 / Número Especial / Octubre - diciembre 2020 pp. 229-244. <https://tinyurl.com/yz2o6auo>

- Arnau, R. (2013). Videojuegos y subversión estético-política: el diseño lúdico, como motor del proceso hermenéutico. En Videojuegos y cultura visual. *Cuadernos Artesanos de la Comunicación*, 42. Sociedad Latina de Comunicación Social. Tenerife. Marzal, J.; Sáez, E. (Eds).
- Atkinson, P. y Parsayi, F. (2020). Video Games and Aesthetic Contemplation. *Games and Culture*, 1555412020914726.
- Bulfin, A. (2017). Popular culture and the «new human condition»: Catastrophe narratives and climate change, *Global and Planetary Change*, V. 156, pp. 140-146, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.03.002>.
- Beckert, J. (2016). *Imagined futures: fictional expectations and capitalist dynamics*. Harvard University Press, Cambridge.
- Bell-Gawne, K. (2013). *Meaningful play: The Intersection of videogames and environmental policy*. Proceedings of Games, Learning and Society Conference 9.0. Eds. Caroline C. Williams, A. Ochsner, J. Dietmeier, & C. Steinkuehler. June 12-14. Madison, Wisconsin.
- Berglez, P., Olausson, U. y Ots, M. (2017). What is Sustainable Journalism? Integrating the Environmental, Social, and Economic Challenges of Journalism. New York: Peter Lang Publishing Group.
- Boykoff, M.T. y Goodman, M.K. (2009). Conspicuous redemption? Reflections on the promises and perils of the 'Celebritization' of climate change, *Geoforum*, V. 40, Issue 3, pp. 395-406, <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.04.006>
- Chen, C. Y. (2013). Is the video game a cultural vehicle? *Games and Culture*, 8(6), pp. 408-427.
- Chang, A. Y. (2019). *Playing nature. Ecology in Video Games*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Cortina, A. (2007). *Ética de la razón cordial. Educar en la ciudadanía en el siglo XXI*. Oviedo. Ediciones Nobel.
- Curtis, V. (2015). Motivation to participate in an online citizen science game: A study of Foldit. *Science Communication*, V.37(6), pp. 723-746.
- Chanchí, G.E.G., Gómez Álvarez, M. C. y Yesid Campo, W. (2019). Criterios de usabilidad para el diseño e implementación de videojuegos. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*. RISTI, N.º E26, 02/2020 pp. 461-474
- Dale, G., y Green, C. S. (2017). The changing face of video games and video gamers: Future directions in the scientific study of video game play and cognitive performance. *Journal of Cognitive Enhancement*, V.1(3), pp. 280-294.
- Díaz Chica, O., Santos Fernández, D. y Matellanes Lazo, M. (2021). La creatividad de la generación Z según su actividad en las redes sociales. *Fonseca, Journal of Communication*, (22). <https://doi.org/10.14201/fjc-v22-22703>
- Dovey, J. y Kennedy, H. W. (2006). *Game Cultures. Computer Games as New Media*. Londres: Open University Press, McGraw-Hill Education.
- Duverger, M. (1971). *Métodos de las ciencias sociales*. Barcelona: Ariel.
- European Commission. (2013). Van Den Hoven, J., Jacob, K., *Options for strengthening Responsible Research and Innovation*. Report of the Expert Group on the State of Art in Europe on Responsible Research and Innovation, DG Research and Innovation.
- Frasca, G. (2009). Juego, videojuego y creación de sentido. Una introducción. *Comunicación*, V.1(7), pp. 37-44.
- Gee, J. P. (2005). Good Video Games and Good Learning. *Phi Kappa Phi Forum*, V.85(2), pp. 33-37.
- Gil, A.; Vida, T. (2008). *Els videojocs*. Barcelona. UOC.
- Hossain, M., Leminen, S. y Westerlund, M. (2019). A systematic review of living lab literature. *Journal of cleaner production*, 213, pp. 976-988.
- Kawulich, B. B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum: Qualitative Social Research*, Vol. 6, n. 2, pp. 1-23. <https://bit.ly/2T30Ro6>

- Leminen, S. y Westerlund, M. (2019). Living labs: From scattered initiatives to a global movement. *Wiley*. <https://doi.org/10.1111/caim.12310>
- Levis, D. (1997). *Los videojuegos, un fenómeno de masas. Qué impacto produce sobre la infancia y la juventud la industria más próspera el Sistema audiovisual*. Barcelona. Ediciones Paidós Ibérica.
- Lin, J. H. T., Bowman, N., Lin, S. F. y Chen, Y. S. (2019). Setting the digital stage: Defining game streaming as an entertainment experience. *Entertainment Computing*, 31, 100309.
- López Barinaga, B. (2010). *Juego. Historia, teoría y práctica del diseño conceptual de videojuegos*. Madrid. Alesia Games & Studies.
- Loriguillo-López, A. y Sorolla-Romero, T. (2015). Vive, muere, repite: El blockbuster ante el desafío interactivo. *Fonseca, Journal of Communication*, V.11, pp. 118-132.
- Lv, Z., Tek, A., Da Silva, F., Empereur-Mot, C., Chavent, M. y Baaden, M. (2013). Game on, science-how video game technology may help biologists tackle visualization challenges. *PloS one*, V. 8(3), e57990.
- Marzal, J. y Sáez, E. (Eds) (2013). *Videojuegos y cultura visual*. Cuadernos Artesanos de la Comunicación, 42. Sociedad Latina de Comunicación Social. Tenerife.
- Mejía Ramírez, C. M. (2015). El videojuego como una fuente de pensamiento crítico. *Hoy en la Javeriana*, (1313), pp. 4-5.
- Michelsoni, E., Tamarin, M., Rodà, A. y Chiaravalli, F. (2019). Playing to play: a piano-based user interface for music education videogames. *Multimedia Tools and Applications*, V. 78(10), pp. 13713-13730.
- Molnár, G. y Szüts, Z. (2019). Augmented Reality, Games and Art: Immersion and Flow. *Augmented Reality Games I*. pp. 61-67. Springer, Cham.
- Moreno Espinosa, P. (2018). Periodismo digital, paradigma del nuevo panorama interactivo. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, V.23 (2), pp. 1299-1317.
- Navarro Remesal, V. (2016). *Libertad dirigida: Una gramática del análisis y diseño de videojuegos*. Santander: Shangrila.
- Ouariachi, T., Gutiérrez-Pérez, J. y Olvera-Lobo, M. D. (2017). Criterios de evaluación de juegos en línea sobre cambio climático: Aplicación del método Delphi para su identificación. *RMIE [online]* V.22, n.73, pp. 445-474. ISSN 1405-6666.
- Ouariachi, T., Li, C.Y. y Elving, W.J.L. (2020). Gamification Approaches for Education and Engagement on Pro-Environmental Behaviors: Searching for Best Practices. *Sustainability* V.12(11), pp. 4565; <https://doi.org/10.3390/su12114565>
- Pancost, R. (2017). Climate change narratives. *Nature Geosci* V.10, pp. 466-468. <https://doi.org/10.1038/ngeo2981>
- Picó, M. J.; Sáez, E.; Galán, E. (2019). Investigación transmedia. Cultura participativa en la creación del conocimiento académico. *El profesional de la información*, v. 28, n. 4, e280414. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.jul.14>
- Piñeiro-Aguilar, E. (2015). Observación participante: una introducción. *Revista San Gregario*, Número Especial 1, Metodología de la investigación, pp. 80-89. Disponible en <https://cutt.ly/PoVrpAn>
- Postrel, S. (2002). Islands of shared knowledge: Specialization and mutual understanding in problem-solving teams. *Organization science*, V. 13(3), pp. 303-320.
- Rodríguez, G., Gil Flores, J. y García Jiménez, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe.
- Rodríguez Serrano, A. (2017). La nada como categoría ontológica en el videojuego: análisis de Sad Satan. *Fonseca, Journal of Communication*, V. 14(14), pp. 203-2014. <https://doi.org/10.14201/fjc201714203214>
- Sanders, E.B.N. y Stappers, P.J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, V. 4(1), pp. 5-18.

- Scolari, C. A. (Ed.) (2013). *Homo Videoludens 2.0: De Pacman a la gamificación* (pp. 20-50). Barcelona: Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona.
- Sedeño Vandellós, A. (2010). Videojuegos como dispositivos culturales: las competencias espaciales en educación. *Comunicar*, V.17(34), pp. 183-189.
- Shabalina, O., Mozelius, P., Malliarakis, C., Tomos, F., Balan, O. C., Blackey, H. y Gerkushenko, G. (2014). *Combining game-flow and learning objectives in educational games*. 8th European Conference on Games-based Learning.
- Van der Leeuw, S. (2020). The role of narratives in human-environmental relations: an essay on elaborating win-win solutions to climate change and sustainability. *Climatic Change* V. 160, pp. 509-519. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02403-y>
- Wimmer, R. D. y Dominik, J. R. (1994). *La investigación científica en los medios de comunicación. Una introducción a sus métodos*. Barcelona: Bosch.
- Yee, N. (2006). The Labor of Fun. *Games and Culture*, V. 1(1), pp. 68-71. doi: 10.1177/1555412005281819.