

Costa Resiliente: un videojuego para educar en resiliencia comunitaria ante desastres

Luis Cárcamo-Ulloa

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
lcarcamo@uach.cl

Cristian Olivares-Rodríguez

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
cristian.olivares@uach.cl

Paula Villagra

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
paula.villagra@uach.cl

Rodolfo Mardones

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
rodolfo.mardones@uach.cl

Oneska Peña y Lillo

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
oneska.penaylillo@uach.cl

Daniel Guzmán

Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile
danielguzmanc@gmail.com

ABSTRACT

Chile is a seismic country and in addition, in a context of climate change, its communities face natural and non-natural disasters every year. This paper explains the process of co-creation and piloting of the Costa Resiliente software. It is a video game developed in southern Chile to educate community resilience in the face of eventualities such as tsunamis, earthquakes, landslides and forest fires. During two years a multidisciplinary team of researchers and governmental social agents devised, developed and validated a tool that gamifies relevant social learning to face natural hazards and value aspects of resilience and redundancy for the territorial planning of coastal communities.

RESUMEN

Chile es un país sísmico y además, en un contexto de cambio climático, sus comunidades enfrentan cada año desastres naturales y no naturales. Este paper explica el proceso de co-creación y pilotaje del software Costa Resiliente. Se trata de un videojuego desarrollado desde el sur de Chile para educar en resiliencia comunitaria ante eventualidades tales como tsunamis, terremotos, derrumbes de tierra e incendios forestales. Durante dos años un equipo multidisciplinar de investigadores y agentes sociales gubernamentales idearon, desarrollaron y validaron una herramienta que gamifica aprendizajes sociales relevantes para enfrentar amenazas naturales y poner en valor aspectos de resiliencia y redundancia para la planificación territorial de comunidades costeras.

Keywords: Educational software, serious game, disasters, community resilience. **Palabras Claves:** software educativo, serious game, desastres, resiliencia comunitaria.

ACM Classification Keywords APPLIED COMPUTING - EDUCATION - INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS HIGH RELEVANCE.

INTRODUCTION

Costa Resiliente es el resultado de un largo proceso de investigaciones básicas (Fondecyt 11110297 y 1150137), de

vinculación con el medio (FIVCM2019-15) y aplicadas (FONDEF ID20110091) en la Universidad Austral de Chile. En el año 2014, Villagra et al [1] desarrollaban ya estudios que hacían foco en la relación de resiliencia urbana y gobernanza en entornos humanos sometidos a riesgos naturales. Chile es conocido por su condición sísmica y en el año 2010 vivió las consecuencias de un terremoto y posterior tsunami que afectó a varias ciudades costeras e invitó a repensar que aunque las consecuencias inmediatas de estos eventos son siempre trágicas, la recuperación y la reconstrucción después de una catástrofe pueden ofrecer una oportunidad única para prevenir futuros sufrimientos, mejorando la resiliencia de las comunidades locales [2]. Pero la resiliencia de las comunidades no es solo un requerimiento de comunidades afectadas por fenómenos naturales. El cambio climático nos hace pensar que serán cada vez más frecuentes las comunidades afectadas por grandes incendios y derrumbes que harán necesario que las comunidades tomen conciencia de prepararse para momentos difíciles y contener al interior de esos entornos humanos condiciones de resiliencia comunitaria.

En el año 2015, el equipo de investigación asociado al PRU-LAB [3] desarrolló iniciativas destinadas a interactuar con profesionales que desarrollan entre sus labores la planificación de asentamientos humanos vulnerables a perturbaciones naturales como tsunamis y terremotos. Esa dinámica de investigación fuertemente vinculada a los actores comunitarios condujo al equipo a pensar en fórmulas de investigación aplicada capaces de generar innovaciones educativas que acerquen el concepto de resiliencia comunitaria a los desastres directamente a los ciudadanos.

En el año 2018 [4] el camino de la gamificación apareció ante los ojos de los y las investigadoras del PRU-LAB y comenzaron a diseñar un primer juego de mesa que se denominó “Metrópolis de la emergencia”. Un juego que consistía en planificar, con recursos limitados, una ciudad más resiliente e introduciendo en los jugadores roles sociales que deben entrar en diálogo para favorecer una planificación urbana redundante y resiliente. La

gamificación proviene de la idea de mezclar mecánicas de juego con cualquier espacio de la vida social, ya que el juego tiene implicancias positivas a nivel de desarrollo cognitivo, emocional y físico de las comunidades que juegan [5,6].



Figura 1. Primeros trabajos de gamificación en PRULAB (Laboratorio de Paisaje y Resiliencia Urbana)

Las ventajas que tiene el uso de la gamificación para objetivos educativos son variadas. Por una parte, se puede lograr una mejora en el desempeño en general de una habilidad y, en caso de los videojuegos, se puede dar un feedback constante al participante sobre sus progresos. Además, puede generar altos niveles de interés por aprender [7]

En el año 2019, se obtiene una versión bastante definida del juego de mesa. “Metropolis de Emergencia” pasa a llamarse “Costa Resiliente” y se pone a prueba con comunidades escolares en la localidad de Mehuín, Región de Los Ríos Chile.



Figura 2. Etapa de prueba de Costa Resiliente (Versión tablero)

NACE COSTA RESILIENTE VIDEOJUEGO

Con esta experiencia ganada el PRU-LAB conforma un equipo interdisciplinario de investigadores y técnicos para proyectar una versión videojuego. El equipo se planteó el desafío de proyectar un juego para móviles y tablets que

permita educar aspectos de resiliencia comunitaria ante cuatro tipos de desastres: Terremotos, tsunamis, incendios forestales y derrumbes de cerros o laderas. La opción de investigación aplicada se constituyó como un serious game y se presentó ante la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)

Los serious game se pueden definir como estrategias lúdicas que más allá de la pura diversión persiguen algún sentido formativo. Se definen como un desafío mental con un objetivo educativo que sirve para enseñar habilidades de nivel superior tales como la inferencia y la autocrítica, entre otras [8]. La ventaja de usar serious game para enseñar es que permite desarrollar habilidades complejas de una forma más profunda [9]. Además, al usar elementos de la realidad, se pueden entender mejor las consecuencias de los actos sin tener un costo real [10]. Una característica irrenunciable del diseño de un Serious Game es la participación de expertos temáticos que ayudan a crear el juego [11]. Además, se debe saber balancear los conceptos de diversión y aprendizaje, dado que un desbalance de componentes puede afectar el objetivo del serious game [12].

CODISEÑO DEL VIDEOJUEGO

Para salvaguardar la pertinencia del juego, Costa Resiliente desarrolló una dinámica de co-diseño con agentes sociales encargados de emergencia (ONEMI¹ de la Región de Los Ríos y COE² de la Ilustre Municipalidad de Corral). Desde las comunidades educativas de la zona también participaron escolares y familias de las localidades de Corral, Carboneros y Niebla. Dichas interacciones permitieron validar los roles de los jugadores (Ecologista, Municipalidad, Inmobiliaria, Onemi y Pescadores) y definir aspectos gráficos y de contenido que se incorporarían al videojuego.



Figura 3. Interfaz que explica a los jugadores el sentido de los roles en Costa Resiliente.

Cada rol en el juego tiene la posibilidad de incorporar elementos al paisaje o escenario de juego. Así por ejemplo, **Los ecologistas** podrán, en su turno de juego agregar dunas, bosques, humedales y praderas. **Las inmobiliarias**

¹ Oficina Nacional de Emergencia del Gobierno de Chile

² Comité de Operaciones de Emergencia de la Ilustre Municipalidad de Corral

incorporan departamentos, casas, cabañas y viviendas de lujo. **La municipalidad** decide distribuir carabineros (policía), bomberos, colegios y hospitales. **La ONEMI** ofrece puntos de información, refugios, zonas seguras y vías de evacuación. **Los pescadores** distribuyen en el escenario de juego las caletas, ferias artesanales, restaurantes y arriendo de botes.

Una vez que los jugadores se incorporan pueden iniciar las rondas de juego en las que, cada rol, va incorporando 2 de los elementos antes señalados en la localidad costera.



Figura 4. Escenario de juego Costa Resiliente

Culminada cada décima ronda el software lanza una pregunta de conocimiento general sobre resiliencia comunitaria. El equipo de jugadores responde y en caso de acertar siguen construyendo.



Figura 5 Pregunta de conocimiento general

En caso de errar el juego lanza una de las cuatro amenazas: Incendio, Derrumbe, Terremoto o Tsunami y además debe lanzar los dados para definir al azar la magnitud del daño que causará dicha amenaza. En la figura 6 la interfaz del juego muestra que se produce un derrumbe grado tres y que por lo tanto dañará 3 cuadrantes en el plano escenario de Costa Resiliente.



Figura 6. Amenaza derrumbe grado 3

Terminado el evento el video juego resume los barrios o cuadrantes afectados y los daños materiales ocurridos (ver figura 7).

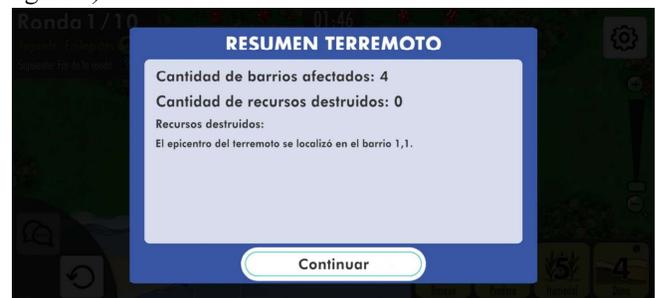


Figura 8. Resumen de los efectos luego de ejecutada la amenaza Superadas 10 rondas de juego, Costa Resiliente cierra un ciclo y ofrece un panorama general o performance de lo logrado por el equipo.

En síntesis se ofrece un serious game de colaboración en el que los jugadores pueden comprender el valor de una duna como soporte de contención ante un tsunami, la necesidad de contar con servicios hospitalarios duplicados ante un derrumbe, o la necesidad de planificar refugios y zonas de seguridad ante distintas amenazas que pueden perjudicar a la población.

OTROS SERIOUS GAME PARA EDUCAR ANTE DESASTRES.

Un ámbito en el que se observa un uso emergente de serious game es la gestión de la resiliencia comunitaria ante desastres naturales. *“Alto a los Desastres” (Stop Disasters Game)* es un juego de simulación en línea creado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de la ONU cuyo objetivo es fomentar la prevención ante desastres naturales. Simula una serie de cinco desastres: terremoto, ciclón, tsunami, incendio e inundación y la idea es generar acciones para prevenir desastres naturales, evitando la pérdida de la vida humana y los recursos económicos. En la actualidad, *Stop Disasters* tiene disponible una versión en inglés y ofrece escenarios de juego en el Sudeste asiático, el Caribe, el Mediterráneo Oriental, Australia y Europa Central

https://www.stopdisastersgame.org/stop_disasters/.

Otras alternativas de serious game que trabajan sobre el eje de resiliencia ante eventos de riesgos naturales son:

1.- ANYcARE es otra experiencia de estrategias para la prevención de riesgos naturales basada en serious game es la pilotada por un equipo de investigadores europeos con ANYcARE

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/19/507/2019/>.

Dicha investigación aplicada está específicamente pensada para desastres climáticos y contextos europeos

2.- Con un énfasis en formación profesional de ingenieros está Sprite. Este Serious Game, desarrollado en Francia, busca enseñar gestión de riesgos naturales para específicamente a estudiantes de ingeniería civil <https://www.i2m.u-bordeaux.fr/Projets/Autres-projets2/SPRITE>.

3.- Por su parte, el Departamento de Seguridad de los Estados Unidos promueve el uso educativo de Disaster Master

<https://www.ready.gov/kids/games/data/dm-english/index.html>. Esta aplicación consta de niveles que exploran riesgos tales como: a) incendio de bosques, b) tornados, c) huracanes, d) incendios domiciliarios, e) tormentas invernales, f) terremotos y tsunamis, g) tormentas eléctricas y h) olas de calor.

4.- Desde la concepción específica de la resiliencia comunitaria, Code for Resilience (The World Bank, 2014) es una aplicación desarrollada bajo el alero del Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFRDD), el Banco Mundial y Code for Japan.

6.- Otra aplicación tecnológica es I-REACT (2016-2018) que tiene por finalidad mejorar los sistemas de gestión de emergencias en respuesta a los peligros naturales, prevenir desastres y fomentar la resiliencia.

Costa resiliente se diferencia de las anteriores aplicaciones porque se diseñó para comunidades de habla hispana, implica la resolución dialógica y colaborativa para la toma de decisiones entre jugadores y tiene elementos de pertinencia cultural propio del contexto social y geográfico chileno.

PRUEBAS EXPERIMENTALES Y PILOTAJE DE COSTA RESILIENTE

En la Figura 9 se presentan los resultados de los pilotajes desarrollados en la comunidad de Corral. Se entregaron versiones de juego de tablero (MESA) y videojuego (VIDEO) a familias de dicha localidad. Participaron niños

(VIDEO:34, MESA:17), adultos (VIDEO: 33, MESA: 25) y adultos mayores (VIDEO: 18, MESA: 18). Tras 2 meses de experiencia de juego se aplicó la herramienta GAMEFULQUEST [13] se observa que, en todas las dimensiones de análisis, los participantes declaran una percepción positiva respecto de su experiencia de juego, la cual resulta bastante similar independiente del tipo de juego que se haya utilizado. Sin embargo, se observa una tendencia a mejorar la jugabilidad cuando se utiliza la versión videojuego, ya que en todas las dimensiones la media es mayor y la dispersión es menor respecto de quienes utilizaron la versión de mesa.

En la **dimensión logro**, es decir, la capacidad de experimentar la exigencia o el impulso del éxito en el rendimiento, la consecución de objetivos y el progreso, los participantes evalúan positivamente las características del juego, independiente de su modalidad. Es la dimensión que alcanza los mejores puntajes. Sin embargo, es en el videojuego donde levemente se observa que los participantes sienten un mayor nivel de exigencia por parte de los desafíos planteados en la mecánica del juego. En la **dimensión desafío**, es decir, en la experiencia asociada a la exigencia de un gran esfuerzo para tener éxito, poniendo a prueba la capacidad de la persona; los participantes también evalúan positivamente el juego, independiente de la modalidad utilizada. No obstante, los participantes que utilizaron el videojuego tienen una mejor percepción respecto del nivel de desafío que implica la jugabilidad respecto de quienes utilizaron el juego de mesa. Esto puede deberse a la automatización de las reglas del juego, lo que contribuye con una mayor concentración en las actividades propuestas en el diseño de las mecánicas y el desafío de dominar una herramienta tecnológica nueva. En la **dimensión inmersión**, es decir, la experiencia de que toda o gran parte de la atención es tomada por el juego, donde la persona experimenta estar absorta en lo que está haciendo, mientras tiene una sensación de estar disociada del mundo real; se observa una relación similar de percepción entre quienes utilizaron el videojuego versus el juego de mesa, logrando una mejor experiencia el primero debido a que, principalmente, se automatizan las reglas del juego y se integran elementos audiovisuales atractivos para la comunidad. En la **dimensión jugabilidad**, es decir, la experiencia de participar en conductas voluntarias y placenteras impulsadas por la imaginación o la exploración mientras se está libre o bajo reglas creadas espontáneamente; los participantes declaran tener una percepción positiva respecto de las dinámicas y actividades que propone el juego. Asimismo, se aprecia una diferencia en favor del videojuego lo que confirma el apropiado diseño de la mecánica y elementos del juego, ya que trasciende al medio.

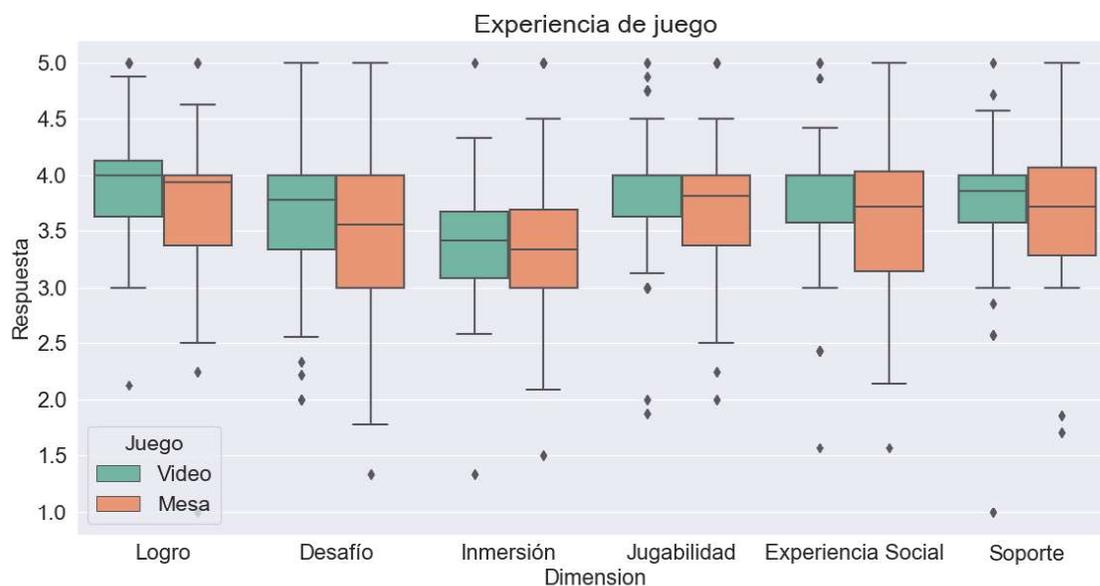


Figure 9. Resultados del cuestionario por tipo de juego, mesa y móvil. Comparación de la experiencia de juego entre juego de mesa y videojuego.

En la **dimensión experiencia social**, es decir, las experiencias que emanan de la presencia directa o indirecta de las personas y sus relaciones. Se aprecia una tendencia positiva mayor entre quienes utilizaron el videojuego, lo que puede estar relacionado con la automatización de las reglas, lo que reduce la carga cognitiva del juego y permite la emergencia de emociones derivadas de la propuesta lúdica [14]. Esto confirma el correcto diseño de las actividades del juego y, sobre todo, su carácter colaborativo y basado en roles, donde el equipo debe dialogar para alcanzar mayores niveles de desempeño respecto de la resiliencia.

Finalmente, en la **dimensión soporte**, es decir, la experiencia de juego que en la que se sienten orientados acerca de qué hacer y sobre cómo mejorar el comportamiento objetivo; los participantes declaran tener una percepción positiva respecto de los elementos de apoyo en la comprensión de las reglas y dinámicas del juego, independiente de la modalidad utilizada. Sin embargo la modalidad videojuego también marca una media mejor y una menor dispersión, el videojuego tiene una mejor percepción respecto del juego de mesa, lo que puede vincularse con la reducción de la carga cognitiva por medio de mensajes pertinentes y activos tanto de alerta como de ayuda hacia los usuarios.

CONCLUSIONES

Chile es un país sísmico y con más de 8000 kilómetros de costa. En su historia, cada generación ha enfrentado al menos un evento sísmico con terremoto y/o tsunami. Además la extensión longitudinal de su territorio contiene

variados paisajes y también variadas afecciones de desastres naturales y no naturales. El cambio climático nos pone además ahora en tensión particularmente antes la mayor crudeza de los incendios forestales y eventos de derrumbes. A lo largo del país, terremotos, tsunamis, derrumbes e incendios forestales pueden afectar a muchas ciudades y poblados. Estas comunidades deben ser conscientes de los riesgos, se deben preparar para el ejercicio de una ciudadanía activa y actuar frente a la necesidad de avanzar hacia comunidades más resilientes.

Recientemente, desde los planes y programas educativos han incorporado el objetivo de explicar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, la productividad biológica y la resiliencia de los ecosistemas, así como sus consecuencias sobre los recursos naturales, las personas y el desarrollo sostenible [15]. Esta preocupación está presente en una pequeña parte del currículo electivo de ciencias para los últimos años de enseñanza media. Pero la necesidad es urgente y sobrepasa a las acciones escolares. Costa Resiliente se propone como un juego familiar o intergeneracional puede contribuir a aumentar el conocimiento objetivo frente a desastres y promover la resiliencia ciudadana de manera lúdica, facilitando el aprendizaje y empoderamiento. Este es un punto crítico porque la forma en que se enmarca la resiliencia y se comunica a la comunidad es crucial para fomentar la preparación y la respuesta de los habitantes ante los desastres [16].

En este trabajo hemos presentado la definición de mecanismos claros de participación deliberante de la

comunidad que parte en el co-diseño y co-creación de elementos audiovisuales que forman parte del proyecto de Serious Game en su versión móvil. Costa Resiliente, además aspira a un segundo momento de deliberación que se produce cuando los jugadores dialogan y toman decisiones sobre por ejemplo el lugar en el que emplazar un hospital o la necesidad de cuidar accidentes geográficos como dunas y humedales para contener futuros desastres naturales y no naturales.

Entre los principales resultados del periodo de pruebas, (Figura 9), se observa una experiencia de juego bastante similar entre ambos modos, tablero y videojuego, pero con una tendencia a mejorar entre quienes utilizaron el videojuego. La migración del juego de mesa a una versión digital por medio de una aplicación móvil ha contribuido en la experiencia de juego de los participantes, ya que ha mejorado, principalmente, la percepción de jugabilidad, inmersión, experiencia social y soporte. Estos resultados se sustentan en la automatización de las reglas y mecánicas a través de medios algorítmicos, lo que reduce la carga cognitiva del juego y permite que los participantes puedan centrar sus acciones en las decisiones y discusiones diseñadas en el juego.

AGRADECIMIENTOS

-A FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile). Este artículo contiene parte de los resultados del proyecto “Desarrollo, Investigación y Validación de un Videojuego para el Fomento de Aprendizajes Sociales Frente a Desastres de Origen Natural en Comunidades Costeras” (Fondef-IDEA ID20110091).

-A la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile.

-A las comunidades de Corral, La Aguada, San Carlos, Huiro, Chaihuin, San Juan y alrededores que voluntariamente participaron de este proceso junto a la ilustre municipalidad de Corral y la ONEMI de la Región de los Ríos.

REFERENCES

1. Villagra, P.; Rojas, C.; Ohono, R.; Xue, Ma.; Gómez, K. 2014. A GIS-base exploration of the relationships between open space systems and urban form for the adaptive capacity of cities after an earthquake: The cases of two Chilean cities. *Applied Geography*, 48, 64-78. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.010>
2. Tumini, I., Villagra-Islas, P. & Herrmann-Luncke, G. 2017. Evaluating reconstruction effects on urban resilience: a comparison between two Chilean tsunami-prone cities. *Natural Hazards* 85, 1363-1392. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2630-4>
3. PRU-LAB. Universidad Austral de Chile. <https://pru-lab.cl/>
4. Proyecto “Metropolis de la Emergencia” 2018. PRU-LAB y Dirección de vinculación con el medio de la Universidad Austral de Chile
5. Bergen, D. 2009. "Play as the learning medium for future scientists, mathematicians, and engineers." *American Journal of Play* 1,(4),413-428. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069001.pdf>
6. Gleave, J., & Cole-Hamilton, I. (2012). A literature review on the effects of a lack of play on children's lives. *England: Play England*. <https://www.eerg.org.au/images/PDF/A-world-without-play-literature-review-2012.pdf>
7. Furdu, I., Tomozei, C. & Kose, U. (2017). Pros and Cons Gamification and Gaming in Classroom. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 8 (2), 56-62. <https://arxiv.org/pdf/1708.09337>
8. Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics. *Games and culture*, 5(2), 177-198.
9. Dankbaar, M. (2017). Serious games and blended learning; effects on performance and motivation in medical education. *Perspectives on medical education*, 6(1), 58-60.
10. Dumblekar, V. (2004). Management simulations: Tests of effectiveness. *Simulation & Gaming: An Interdisciplinary Journal of Theory, Practice and Research*.
11. Seager, W., Ruskov, M., Sasse, M. A., & Oliveira, M. (2011). Eliciting and modelling expertise for serious games in project management. *Entertainment Computing*, 2 (2), 75-80
12. Lacay, M., & Casey, J. (2011). Serious games: Fun vs. reality. In *SISO Spring SIW 2011 Conference* (No. 11S-SIW, p. 012).
13. Högberg, J., Hamari, J. & Wästlund, E. (2019) Gameful Experience Questionnaire (GAMEFULQUEST): an instrument for measuring the perceived gamefulness of system use. *User Model User-Adap Inter* 29, 619-660. <https://doi.org/10.1007/s11257-019-09223-w>
14. Magana, A. J., Hwang, J., Feng, S., Rebello, S., Zu, T., & Kao, D. (2022). Emotional and cognitive effects of learning with computer simulations and computer videogames. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 875-891. <https://doi.org/10.1111/jcal.12654>
15. Mineduc (2019) Bases Curriculares 3° y 4° medio. Ministerio de Educación Gobierno de Chile. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf
16. Dominicis, M.D., Falchetti, S., Trotta, F. et al. A relocatable ocean model in support of environmental emergencies. *Ocean Dynamics* 64, 667-688 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10236-014-0705-x>