

## Laboratorio RPG Docente: Un *i co g/dcugf 'rgctplpi* para combatir la situación causada por la COVID-19 en instituciones educativas.

K.U. Antela<sup>a</sup>, R. S. Hernández<sup>a</sup>, I. Adam-Cervera<sup>b</sup>, M.L. Cervera<sup>a</sup>, A. Pastor<sup>a</sup>, A. Morales-Rubio<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química Analítica, Edificio de Investigación, Universitat de València, 46100, Burjassot, Valencia (España); kevin.urbanu@uv.es, roberto.saez@uv.es, m.luisa.cervera@uv.es, agustin.pastor@uv.es, angel.morales@uv.es

<sup>b</sup>Instituto de Ciencia de los Materiales (ICMUV), Universitat de València, 46980 Paterna (España); ines.adam@uv.es

---

### *Cdntcev''*

Due to the pandemic caused by COVID-19, several educational institutions have been forced to close their facilities, and practical courses -such as laboratory practices- were impossible to carry out. *i co g/dcugf 'rgctplpi* can be found among many different digital learning techniques, and it consists in teaching the contents as a transversal immersive element. This work will be focused on a simulation videogame, which allows the students to understand the simulated environment and to develop certain skills based on their interaction with the game interface. One of the main characteristics of these kind of video games is their high degree of realism. More specifically, in this project, students will be able to recreate the qualitative separation of 17 cations in the context of the chemistry degree. RPGMAKER program will be used for this work. A final satisfaction survey gathers the user's opinions covering different aspects of the game so that a quantitative evaluation can be made. Since very optimistic and promising results have been found so far, this project is expected to grow that other knowledge fields will be incorporated, and different educational levels, from high school to university, will be added."

*Mgty qtfu<TRI Ocngt.'i co g/dcugf 'rgctplpi .EQXKF/3; .'lko wrvkap.'rdqtcvqt{''*

---

### *Tguwo gp''*

Debido a la pandemia provocada por la COVID-19, varias instituciones educativas se han visto obligadas a cerrar sus instalaciones, y los cursos prácticos -como las prácticas de laboratorio- han sido imposibles de realizar. El *i co g/dcugf 'rgctplpi* se puede encontrar entre las muchas de las técnicas de aprendizaje digital, y consiste en enseñar los contenidos como un elemento transversal inmersivo. Este trabajo estará enfocado en un videojuego de simulación que permite a los estudiantes comprender el entorno simulado y desarrollar ciertas habilidades en base a su interacción con la interfaz del juego. Una de las principales características de este tipo de videojuegos es su alto grado de realismo. Más concretamente, en este proyecto los alumnos podrán recrear la separación cualitativa de 17 cationes en el contexto del grado en química. Se utilizará el programa RPGMAKER para este trabajo. Una encuesta final de satisfacción recoge las opiniones de los usuarios sobre diferentes aspectos del juego para poder realizar una evaluación cuantitativa. Dado que hasta el momento se han encontrado resultados muy positivos y prometedores, se espera que este proyecto crezca para que se incorporen otros campos de conocimiento y se sumen diferentes niveles educativos, desde el instituto hasta la universidad

*Rcndtcu'brxg<TRI Ocngt.'i co g/dcugf 'rgctplpi .EQXKF/3; .'lko wrvek»p.'rdqtcvqt{kq''*



## Introducción

### 1. Gamificación y *i co g/dcugf 'hgctplpi*

La gamificación es entendida como una estrategia didáctica innovadora que implica la incorporación de dinámicas o mecánicas de un juego en entornos y procesos que no constituyen un juego en sí mismos. La estrategia enfocada en *i co g/dcugf 'hgctplpi* intenta integrar el juego para producir ciertos comportamientos en función de unos objetivos educacionales. Cuando se emplea *i co g/dcugf 'hgctplpi*, el contenido que se enseña es creado como elemento transversal de inmersión (Pegalajar, 2021).

Diferentes investigaciones han mostrado la eficacia de transferir nuevas metodologías de aprendizaje al contexto educacional, ofreciendo posibilidades para una inmediata retroalimentación, reportando progresos en el estudiante y recompensas que motivan ese progreso (Pegalajar, 2021). Estudios de gamificación han demostrado mejoras, no solo en la motivación y compromiso de los estudiantes, sino también en sus logros en el aprendizaje. El principio del “reto” en un sistema gamificado genera una contribución significativa en la mejora del proceso educativo. Numerosas estrategias describen la adaptación de conceptos de gamificación para obtener beneficios en la enseñanza. Integrar este concepto en las instrucciones de la pedagogía contemporánea como aprendizaje invertido podría ser una alternativa y una estrategia efectiva para alcanzar de manera más eficiente estos logros, como se ha demostrado en diferentes estudios (Zainuddin et al., 2020).

Algunos elementos usados en juegos que podrían mejorar su capacidad como herramienta docente en este ámbito son el uso de puntuaciones, gráficos de rendimiento, medallas, niveles, tablas de puntuación, bienes virtuales, misiones o desbloqueo de contenido. Esos elementos podrían tener influencia positiva generando un compromiso con motivación intrínseca (debida a satisfacer necesidades psicológicas o emocionales y compromiso en su comportamiento), o motivación extrínseca (debida a premios en el juego). Otros efectos positivos podrían ser la interacción y conexión social debida a la competencia amistosa, colaboración o interacción estudiantil con contenido digital (Zainuddin et al., 2020).

El estudio de Zainuddin sobre la investigación en gamificación revela la aparición de tres grandes efectos positivos (compromiso y motivación, logros académicos, e interacción y socialización). Los hallazgos generales del estudio sugieren que la gamificación puede ser eficaz para facilitar y mejorar el rendimiento del aprendizaje, la motivación, el compromiso y la socialización entre los aprendices. Los juegos son inherentemente entretenidos y divertidos para los jugadores, y sus recomendaciones indican que el uso de elementos de *i co g/dcugf 'hgctplpi* como medallas, puntos, trofeos, tablas de puntuación, avatares y bienes virtuales no solo promueve la motivación extrínseca de los estudiantes, sino que también incrementa su valor intrínseco para el aprendizaje (Zainuddin et al., 2020).

Autores como Zainuddin et al. (2020) han encontrado que los artículos de investigación sobre gamificación y *i co g/dcugf 'hgctplpi* manifiestan problemáticas. La primera de ellas es que el número de publicaciones sigue siendo considerablemente pequeño. La segunda es la falta de investigación científica adecuada centrada en la evaluación transversal, así como de las percepciones en el aprendizaje gamificado.

La gamificación es una tendencia emergente que aplica mecánicas del juego como motor para motivar, atraer y mejorar la experiencia del usuario. Es un fenómeno en rápido crecimiento que muestra proveer de atracción y soluciones convincentes en la educación y su contexto (Zainuddin et al., 2020).

## 2. Videojuegos de simulación y su desarrollo

Si nos adentramos dentro del área de los videojuegos, podemos encontrar una gran variedad de categorías como la estrategia, la lógica, el arcade y, el más importante para este trabajo, la simulación, entre otros. Dentro de las diferentes plataformas de videojuegos, como podrían ser las de las marcas NINTENDO, PLAYSTATION, XBOX u otras más comunes como PC y *Ub ctrvj ppg*, podemos encontrar esta categoría de videojuegos. Este tipo de juegos, de acuerdo a la comunidad *i co gt*, es definido como “juego que pretende imitar lo más fielmente posible la realidad, evitando la simplificación de controles o mecánicas propia de los juegos y aplicando las leyes físicas de una manera realista” (Gamerdic, 2021).

Estos juegos, debido a su realismo, pueden permitir el desarrollo de una variedad de habilidades y entender cómo funcionan los entornos simulados. Si se analizan algunos de ellos se puede encontrar un juego muy conocido dentro de la compañía NINTENDO llamado COOKING MAMA (Figuras 1 y 2). En éste, el jugador debe realizar diferentes pasos para lograr cocinar una receta. Aunque esto *c"rtkqtk* parece que no es similar a la realidad, algunos internautas han intentado recrear las recetas del juego siguiendo los pasos indicados y, si bien la receta no es exacta, con pequeñas modificaciones es posible cocinar el plato. De esta manera, es posible desarrollar habilidades culinarias de manera efectiva. El éxito de la compañía se puede observar en el número de juegos publicados (15 juegos) y los años en los cuales ha estado presente (2006-actualidad).



Hli 03-<Rqt wfc" f gllwgi q" f g" P"KVGPF Q" F UGzvt c" f c" f g"  
j wr u-ly y y 0 co g"quleqqnkp i /o co c/pkpvpgf q/f u/3289: 4"

Hli 04-<Rqt wfc" f gllwgi q" f g" P"KVGPF Q" UY K/EJ 0'  
Gzvt c" f c" f g"  
j wr u-ly y y 0 gf kco ct m"qulgur t qf wvklpkpvpgf q/uy ke j /  
eqqmki /o co c/eqmact/3697742Q w it'

Otro juego que es muy conocido en la categoría de simulación se llama THE SIMS (Figura 3). En este juego de simulación de vida real, el jugador maneja una unidad doméstica y controla a los personajes para realizar diferentes acciones. Este juego no es muy fiel a la realidad, pero muestra situaciones como en la que un niño tiene que ir al colegio o en la que adultos han de ir al trabajo para pagar las facturas. Además, los personajes desarrollan diferentes habilidades con el ensayo y la repetición de algunas actividades. Este juego permite entender el funcionamiento de la vida de una manera divertida y adictiva.



Hli 05-<Ecrwtcu' f gllwgi q" VJ G"UKO UGzvt c" f c" f g" j wr u-ly y y QcQc qo lgu'guli co guh j g/uko uhj g/uko u/6"



*Ncdqt cvtkqTRI Fqegpvq<Wp'i co g/dcugf 'rgctpkpi 'rctc'eqo dcvt 'r'ukwckp'ecwcf c'rqt 'r'E QXK/3; "*  
*gp 'kpiakwckpqu'gf wcvkcu0*

Por último, hablar sobre un juego llamado FARMING SIMULATOR (Figuras 4 y 5). Este juego, al contrario de lo que pasa con los dos anteriores, es muy fiel a la realidad. El jugador debe preparar un campo de cultivo con el tractor, dirigir una plantación, vender productos y todas las demás labores que un granjero debe hacer en la vida real. Dada esa similitud con la realidad y la gran veracidad en la interacción entre sus elementos, se convierte en un juego que, aunque se corresponde fielmente al trabajo de un granjero, se vuelve difícil de manejar y requiere un pequeño entrenamiento para entenderlo y ser capaces de disfrutarlo.



*Hki 06<Rqtvcf'c'fgllwgi q0Gzmc'f'c'fg"*  
*j wr u4ly y y Qrkei co guQeqo luqt glgu/GUlrt qf wevlcto kpi /*  
*uko wrvqt/3; lj qo g"*

*Hki 07<Ecrwte'f'gllwgi q'HTOPI 'UKO WNCVQT0'*  
*Gzmc'f'c'fg'j wr u4ly y y 0cto kpi /*  
*uko wrvqtQeqo lo gf kc0j r Arpi ? gp( eqwpt{? gu"*

Con esos tres ejemplos hemos visto que podemos encontrar ventajas y desventajas en este tipo de videojuegos y debemos hallar un equilibrio para lograr lo mejor de los juegos de simulación. Este tipo de juegos deben ser fieles a la realidad como FARMING SIMULATOR, pero deben ser simples y entretenidos como THE SIMS. Es preferible sacrificar un poco de realismo a costa de obtener una mayor simplicidad, ya que el juego te permitiría tener una idea de cómo es el entorno simulado, tal como hace el simulador COOKING MAMA. Todos estos juegos tienen una componente educativa, ya que emulan la realidad de una u otra forma.

Hay otros juegos, como ASSASINS CREED, que aunque no son simuladores, tienen componentes educativos en relación a su escenario, que es fiel a la realidad. Este juego de acción, basado en épocas históricas y entornos antiguos, contiene un modo "Discovery Tour" (Figura 6). Éste permite viajar alrededor del mundo, proporciona información sobre lugares emblemáticos de la época y genera una componente educativa en historia mientras se mantiene la vertiente lúdica.



Fig. 6: Portada del modo Discovery tour ASSASINS CREED. Extraída de <https://news.ubisoft.com/en-us/article/1SyQNzNyG0y0byP86Vg6nZ/openworld-museum-mode-comes-to-assassins-creed-odyssey-on-september-10>

A pesar de lo que pueda parecer, este género de simulación no es actual, sino que se remonta a la década de los 80. Aunque los primeros videojuegos de simulación no eran tan fieles a la realidad, con el paso del tiempo y el uso de mejoras en las técnicas de desarrollo y programación se les ha permitido tener mejor contenido y mejor interacción con las físicas del juego.

Los videojuegos han sido desarrollados con el empleo de varios programas. Para un usuario promedio hay una variedad de herramientas para crearlos que facilitan su creación, como UNITY 3D. Otro programa que permite el diseño de videojuegos es RPGMAKER (Figura 7). Esta herramienta permite la creación de juegos 2D con perspectiva aérea usando códigos de programación preconfigurados con una interfaz que facilita el desarrollo. Permite una gran versatilidad de opciones como la inserción de imágenes o vídeos o, a través de eventos comunes programados, la interacción con objetos.



Hli 09<Rqtvefc'f gnr'tqi tco c0Gztc'f'c'f'g'j wr u-ly y q'kpvpgf q'qullwgi qu'P'kpvpgf q/Uy ke'j IIRI /O cngt/O X/3: 468: 7q vo n'

### 3. La COVID-19

Los efectos de la COVID-19 han interferido en la mayoría de sectores de la sociedad y la educación superior no ha sido una excepción. De acuerdo al consejo americano de educación, la matriculación ha caído un 15% en el otoño de 2020 (Aucejo et al., 2020).

Con la propagación de la COVID-19 alrededor del mundo, a partir del 13 de marzo, 61 países de África, Asia, Europa, Oriente medio, América del Norte y América del Sur anunciaron el cierre de colegios y universidades. Éstas últimas han ido sufriendo, más adelante, cierres más localizados de algunas de sus instalaciones (UNESCO, 2021). La clausura de instituciones educativas ha forzado la necesidad de una transición rápida desde el aprendizaje físico al aprendizaje digital. El aprendizaje *qprkpg* ha sido observado como una alternativa al aprendizaje convencional (Chaturvedi et al., 2021).

Para mejorar la experiencia de *g/rgetpki*, las instituciones educativas están obligadas a cumplir con las indicaciones y recomendaciones de las agencias competentes en educación de los gobiernos, mientras se anima a los estudiantes a continuar aprendiendo de forma remota en este entorno difícil (Chaturvedi et al., 2021). Debido a la COVID-19, aproximadamente 1.7 millones de niños americanos pasaron al aprendizaje en casa, y un estudio indica que el 41% de los padres utilizaron la educación *qprkpg* para ello (Lee et al., 2021). El brote de COVID-19 fue inesperado y forzó a la universidad de Pekin a lanzar programas *qprkpg* en vivo de un total de 2613 cursos de pregrado y 1824 cursos de postgrado para garantizar el funcionamiento normal de la enseñanza, con 44700 estudiantes que se quedan en casa o en residencias estudiantiles (Bao, 2020).

De acuerdo a un estudio de Chaturvedi, la evaluación del nivel de satisfacción entre los estudiantes muestra que el 38.3% de los estudiantes tienen una respuesta negativa a las clases *qprkpg*, el 33.4% una respuesta intermedia, mientras que el 28.4% dan una reseña positiva (Chaturvedi et al., 2021). Bao concluye su estudio con 5 principios que debe cumplir la enseñanza de calidad: el principio de relevancia apropiada, el principio de entrega efectiva, el principio de soporte efectivo, el principio de participación de alta calidad y el de preparación de plan de contingencia (Bao, 2020).

Debido a la situación que la COVID-19 ha causado, una solución que podría ayudar a la educación es la creación de un *i co g/dcug'rgctpki* que permita a los estudiantes realizar ejercicios y prácticas que solo se podrían hacer en el centro de enseñanza, como la realización de prácticas de laboratorio. Dado que los

estudiantes necesitan reactivos y material para hacer esos ejercicios, es imposible para ellos hacerlos en casa. Con un juego que les permita seguir la secuencia concreta de pasos que se llevarían a cabo en el laboratorio, les sería más sencillo posteriormente realizar la práctica de manera presencial.

## Objetivos

Los objetivos de este proyecto son la creación de un *ico g/dcugf "rgctplpi* realista que permita a los estudiantes realizar prácticas de laboratorio y la evaluación del grado de satisfacción del juego por parte de éstos. Para su desarrollo se utilizará el programa RPGMAKER. El trabajo se dividirá en dos objetivos principales.

El primer objetivo del trabajo es el desarrollo del videojuego. En este apartado se tendrá que realizar un trabajo estético del entorno en el que se desarrollará. Una vez configurada la estética, se procederá a la programación del juego. Se tendrán que programar por un lado los objetos que el avatar tendrá a su disposición así como la interacción con ellos; por otro lado, se programarán una serie de eventos comunes que permitirá que ocurran situaciones cuando se cumplan unas circunstancias dadas.

El segundo objetivo será la evaluación del nivel de satisfacción de los estudiantes y la capacidad docente del videojuego. Para promover la divulgación se crearán una web y cuentas en redes sociales asociadas. Cuando los testadores prueben el juego realizarán una encuesta para evaluar diferentes parámetros. Una vez obtenidas las encuestas se realizará el estudio para visualizar de manera previa la tendencia general en la evaluación del primer prototipo del videojuego. Además, se evaluará la capacidad de aprendizaje de manera telemática, así como los aspectos comentados en el estudio de Zainuddin et al. (2020) como son la motivación y el compromiso.

## Desarrollo de la innovación

### 1. Desarrollo del videojuego

Para empezar, se escogió dentro de toda la gama de programas RPGMAKER el programa RPGMAKERMV Versión 1.5.1. Con este programa se planteaba desarrollar un laboratorio virtual que permitiera experimentar una sensación de inmersión y poder realizar las operaciones de laboratorio siguiendo un guión real. La práctica escogida fue la marcha del carbonato (Departamento de Química Analítica, 2020). El Análisis Cualitativo tiene por objeto la identificación de los componentes de una muestra. En el Análisis Inorgánico Cualitativo Clásico, la identificación se consigue de forma química, mediante operaciones de separación combinadas con ensayos de identificación. La alternativa es el Análisis Cualitativo Instrumental, en el que la identificación se realiza aplicando una técnica instrumental. Un ensayo de identificación es una manipulación de tipo químico, físico o químico-físico, durante la cual se hace una observación para detectar la presencia o ausencia de una determinada especie química. Un ensayo es *r quibkxq* "si indica la presencia de la especie buscada, y *pgi c\kxq*, en caso contrario. El ensayo negativo indica que la especie buscada no se encuentra presente en la muestra, por lo menos al nivel de concentración que es capaz de detectar el ensayo. En este caso, se informa en el sentido de *pq"fgvevf q*. El ensayo positivo se caracteriza por la observación de fenómenos característicos de la reacción que se lleva a cabo, como cambios de color, aparición de un precipitado, etc.

A la hora de diseñar el videojuego, no se tenían referencias en la literatura de como desarrollarlo. Debido a esto, se tomo como juego de referencia el llamado COOKING MAMA. Este juego, al ser de cocina, sigue una mecánica de juego de realización de procesos secuenciales para lograr un objetivo, al igual que ocurre con las prácticas de laboratorio. Esto se ha podido comprobar, como se decía anteriormente, debido al éxito de los internautas a la hora de realizar dichos procesos para obtener un plato culinario.

El proceso de creación del videojuego empezó con el desarrollo de la interfaz gráfica. Para ello se tomó como espacio simulado el campus de Burjassot de la Universitat de València. De esta manera el alumnado destinatario del juego podría sentirse más identificado dentro de la experiencia virtual. El segundo emplazamiento simulado fue el laboratorio, que toma una mayor importancia en el juego por ser el lugar en donde se llevará a cabo toda la práctica (Figura 8).



Hlí 0: <Ecrwcu'f g'rc'gu² vtec'f grlx'f gq'wgi q'f g'pwt q'f gr'rtqi tco c'õTRI Ocngt'OXö0'

Una vez establecida la apariencia gráfica del videojuego se procedió con la codificación de objetos y la creación de eventos comunes y rutas. En primer lugar, se revisó el guión de prácticas y se hizo el listado de reactivos y materiales que serían necesarios para la realización de prácticas. También se establecieron las características a especificar de cada uno de los reactivos o materiales dentro del sistema del videojuego (Figura 9). En segundo lugar, se estableció la codificación de lo que ha sido llamado “eventos comunes” dentro del videojuego. Estos consisten en una serie de sucesos desencadenados debido a la realización de una acción concreta y en algunos casos debidos a la realización de dicha acción cuando además se cumplen ciertas condiciones (Figura 10). Además, la codificación de eventos y de sucesos se programó de manera que tuviera una lógica secuencial y, de ser necesario, realizar un paso previo para desencadenar la respuesta final.

**Objetos**

- 0064 papel con AgNO3
- 0065 papel de filtro con ...
- 0066 ...
- 0067 tubo con sobrenadant...
- 0068 Disolución grupo 2
- 0069 guión grupo II
- 0070 HCl 2M
- 0071 granalla Fe
- 0072 HCl conc.
- 0073 HgCl2 0.25M
- 0074 tubo con dis grupo II
- 0075 tubo con dis y grana...
- 0076 tubo con sobrenadante
- 0077 tubo con HgCl2
- 0078 dis grupo II con acido
- 0079
- 0080 placa de gotas
- 0081 llanaduras de zinc
- 0082 placa de gotas con dis
- 0083 placa de gotas acidi...
- 0084 placa de gotas con Zn
- 0085 placa de gotas muy a...
- 0086 tubo lleno de agua
- 0087 tubo manchado de dis...
- 0088 tubo quemado
- 0089
- 0090 K2CrO4 0.25M
- 0091

**Configuración general**

Nombre: placa de gotas con Zn    Icono:

ID: 219

Descripción:

Tipo de objeto: Objeto normal    Precio: 1    Consumible: Sí

Afecta a: 1 aliado    Ocasión: Siempre

**Invocación**

Velocidad: 0    Éxito: 100%    Repetición: 1    PT ganado: 0

Tipo de golpe: Golpe certero    Animación: Nada

**Daño**

Tipo: Nada    Elemento:

Fórmula:

Variación: Golpes críticos:

**Efectos**

Tipo	Contenido
Evento común	añadir acido conc.

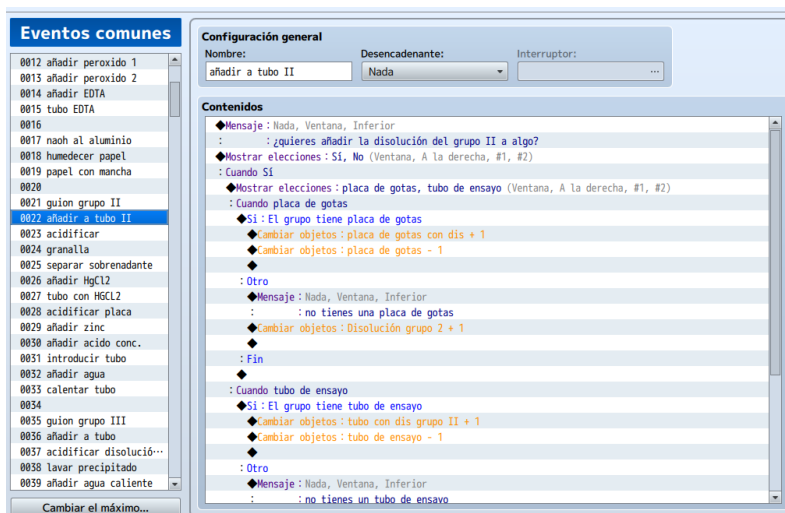
**Notas**

Hlí 0: <Kpvtg'f'f g'r'tqi tco celop'f g'ru'qdlg'vuf gr'rtqi tco c'õTRI Ocngt'OXö0'

Las rutas se plantearon de la siguiente manera: la marcha del carbonato esta dividida en 6 grupos, por lo que los estudiantes debían realizar la determinación de especies metálicas de cada uno de los grupos de manera secuencial. Una vez los alumnos hubieran realizado los ensayos de los 6 grupos y estuvieran familiarizados con la secuencia de pasos a realizar, podrían solicitar al profesor un código de activación para la realización del análisis de una muestra desconocida. Las muestras problemas se encuentran codificadas, de manera que el profesor tiene acceso a un listado de muestras con el contenido de metales

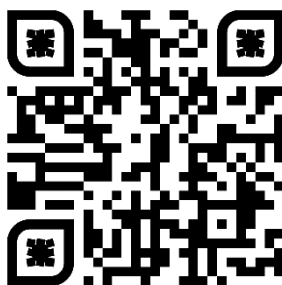
*Ncdqt cvtkqTRI Fqegpvq<Wp'i co g/dcugf'rgctplpi 'rctc'eqo dcvt'rv'ukwckp'ecwcf c'rq t'rv'EQXKF/3; "*  
*gp'kpiakwckpqu'gf wcvkxcu0*

que presentan y el código al que están asociadas. Cuando el alumno realiza el ensayo de la muestra problema puede ser evaluado por el profesor y este comprobar que efectivamente ha realizado la practica correctamente y entiende cuál es el resultado positivo del ensayo y cuál es el resultado negativo.



*Hlí 032<Kp>gtlc/'f g'rtqi tco cckp'f'g'hqu'gxgqvqu'eqo wpgu'f grirtqi tco c'õTRI Ocngt'OXö0*

Para dar publicidad y protección al proyecto se ha creado una página web (<https://laboratoriorpgdocente.webnode.es/>) desde la cual se puede descargar el archivo del juego (Figura 11). Además, se han creado redes sociales asociadas al proyecto, tales como un canal de YouTube en el que acceder a un tutorial del juego o una cuenta de Twitter. El proyecto además se ha protegido mediante una licencia de creative commons CC BY-NC-ND 4.0.



*Hlí 033<E>fki q'S T'f g'ceeguq'v'rv'y gd'f grlxlf gqhwgi q0*

## 2. Estudio de satisfacción de los usuarios

Para evaluar el grado satisfacción de los usuarios se procedió a la creación de encuestas que evaluaran ciertos parámetros de interés y factores característicos que podrían afectar en las respuestas. En la Tabla 1 se presentan las diferentes cuestiones planteadas. Una vez obtenidos los resultados, se procedió a un análisis de los mismos para evaluar el grado de aceptación y la tendencia de los usuarios a la hora de evaluar el videojuego. Se tomaron los resultados de 25 personas intentando abarcar un amplio espectro evitando centrarse en un tipo de población concreto. Entre los encuestados podemos encontrar desde estudiantes del grado en química hasta personas sin asociación a la universidad o incluso que no tienen conocimientos de química.

Dentro de los factores estudiados se preguntó por el sexo, rango de edad al que pertenecían, o si eran usuarios habituales de videojuegos (y en qué grado). Este tipo de evaluación era cualitativa. Los parámetros



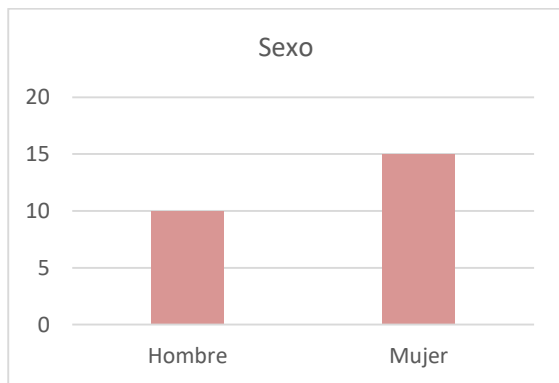
que se evaluaron para poder cuantificar la satisfacción y el agrado de los usuarios hacia el videojuego se plantearon con una escala del 1 al 9 siendo 1 el menor grado y el valor 9 el mayor grado del parámetro a evaluar.

Vdix '3<Fcxqu'gxcwcf qu'gp'rc'u'gpewgucuf'g'ic'vktveek>p'f'g'iqu''wawctku''

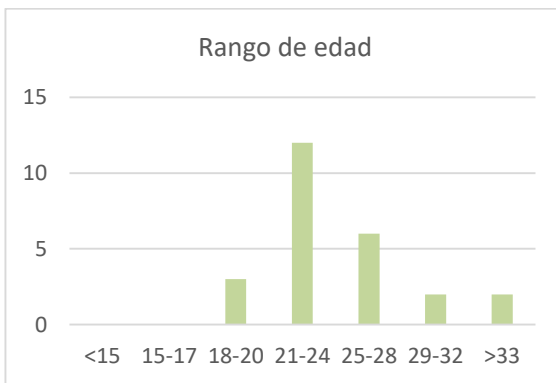
Factores	Parámetros
Sexo	Grado de satisfacción
Rango de edad	Grado de realismo
Rama profesional	Tiempo empleado
Conocimiento de videojuegos	Intuición en el manejo
Grado de consumo de videojuegos	Grado de entretenimiento
	Originalidad
	Experiencia docente recibida
	Empleo de minijuegos

## Resultados

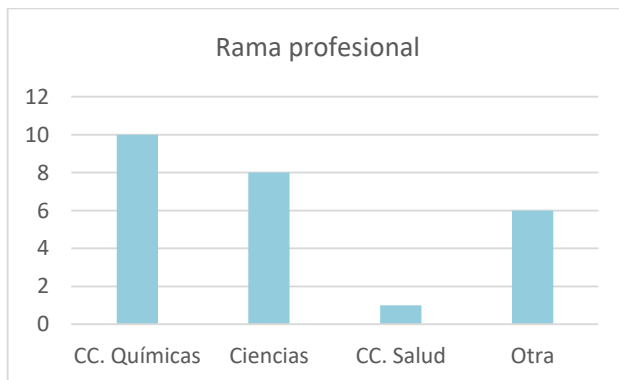
A la hora de estudiar los factores que caracterizaban a los usuarios pudimos observar que el espectro de población estudiado era bastante amplio, tanto a nivel de edad como de rama profesional (Figuras 12, 13 y 14). Por lo tanto, los resultados mostrados en este trabajo abarcan una opinión más amplia y general de la perspectiva que se tiene a la hora de emplear el videojuego como herramienta docente.



Hlí 034<Fkat kdwel>p'f'g'wawctku'gp'hwpek>p'f'grlüzq0



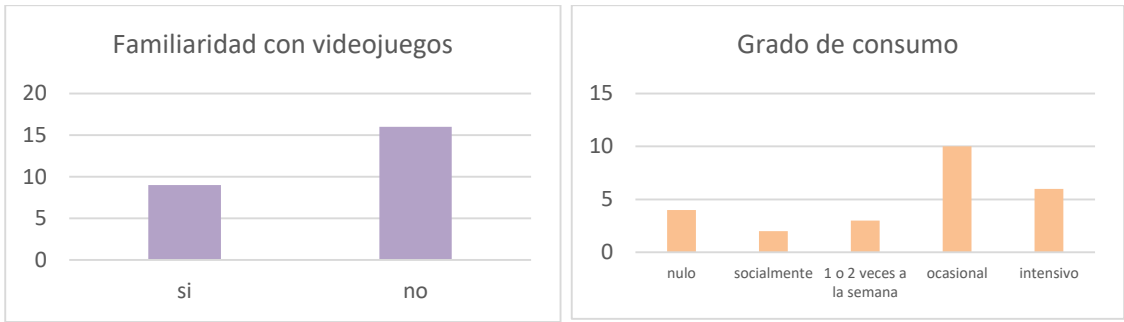
Hlí 035<Fkat kdwel>p'f'g'wawctku'gp'hwpek>p'f'g'rc'gfcf0



Hlí 036<Fkat kdwel>p'f'g'wawctku'gp'hwpek>p'f'g'rc'tco c'rtqlgwkpct'ic'rc'swg'ug'cuqekdcp0

Evaluando la respuesta de los usuarios pudimos observar que, en la población estudiada, dos quintas partes estaba familiarizada con los videojuegos y el resto no. Los resultados obtenidos expresarían una respuesta promedia entre ambos tipos de personas, las que están familiarizadas con los videojuegos y las que no

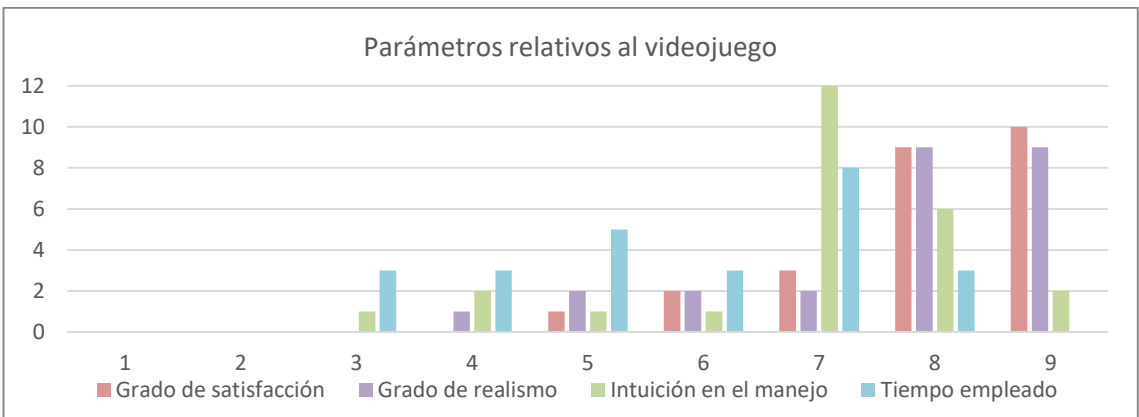
(Figura 15). Sin embargo, al preguntar por el grado de consumo de videojuegos, el 87% si que jugaba ocasionalmente (Figura 16).



*Hlí 037<F kantkwckp'f g'wawctkqu'gp'dcug'c'uk'ug'epul'f g'cdcp"*  
*lc'o kctk'kf qu'ep'qu'xlf gglwgi qu0*

*Hlí 038<F kantkwckp'f g'wawctkqu'gp'dcug'c'nli tcf q'f g"*  
*epuwo q'f g'xlf gglwgi qu0*

Con respecto al videojuego, lo primero que se preguntó fue por el grado de satisfacción. Independientemente de las percepciones obtenidas posteriormente, se pudo observar que el grado de satisfacción a la hora de utilizar el videojuego como herramienta educativa era bastante elevado (Figura 17). Estos datos se pueden contrastar con los obtenidos en el estudio de Chaturvedi et al. (2021) sobre clases virtuales, que indicaba que el 38,3% de los alumnos proporcionaba una respuesta negativa, frente al 28,4% que proporcionaba una respuesta positiva. El uso de un videojuego como herramienta docente mejora las perspectivas de los estudiantes ante el empleo de metodologías *q'p'k'p'g*. Después se preguntó por una serie de parámetros intrínsecos al juego como eran el realismo, es decir, cómo de fidedigna es la simulación a la hora de seguir los procedimientos descritos en el guión de laboratorio; el tiempo que implicaba la realización de la práctica completa; y cómo de intuitivo encontraban el manejo y los controles dentro de la simulación (Figura 17). Los resultados obtenidos sobre el realismo eran dispersos con una tendencia clara hacia valores elevados de realismo en la capacidad de simulación, con un predominio de las calificaciones más altas (grado 8 y 9). En lo referente al tiempo que requería el desarrollo de la práctica empleando el videojuego, los resultados se distribuyen uniformemente en torno a la mitad de la escala, con una ligera tendencia a un empleo relativamente largo de tiempo para completar el videojuego. Los usuarios consideran que el tiempo implicado para completar el juego es ligeramente elevado. Por último, evaluaron los “controles” (intuición en el manejo) de manera bastante positiva.

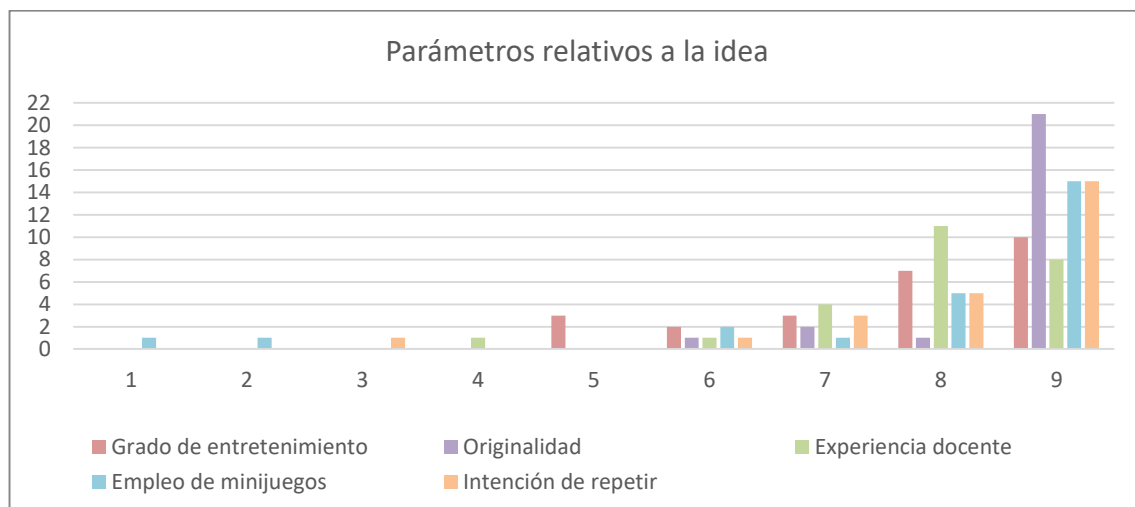


*Hlí 039<Gxcwckp'f g'qu'wawctkqu'cpvg'f hgt'pvgu'rct" o g'qu'cuqek'f qu'c'n'xlf gglwgi q0*

Lo siguiente fue preguntar por parámetros relativos a la idea, como el grado de entretenimiento, la originalidad o la experiencia docente. Además, para poder evitar cierta monotonía durante el desarrollo de la práctica, también se implementaron minijuegos sencillos que cambiaran la mecánica cada cierto tiempo.

Se comprobó que el grado de entretenimiento se distribuía de manera creciente desde medianamente entretenido hasta muy entretenido (Figura 18) y esto concuerda con los resultados establecidos por Zainuddin et al. (2020), ya que un alto grado de entretenimiento estaría relacionado con un aumento de la implicación y la motivación del estudiante hacia la asignatura al poder reforzar los contenidos con la herramienta desarrollada. En lo que coincide la inmensa mayoría de los encuestados (84%) es que la idea es extremadamente original (Figura 18). La experiencia docente que reportaron los encuestados fue de lo más satisfactoria, centrándose los resultados principalmente en el tercio superior de evaluación positiva (Figura 18), de esta manera el videojuego podría proporcionar una mejora de los logros académicos (Zainuddin et al., 2020). Del mismo modo, el empleo de minijuegos dentro del juego dejaba unas respuestas distribuidas a lo largo de los niveles positivos acumulándose principalmente en el valor máximo de aceptación, aunque había opiniones (8%) que consideraban que el empleo de minijuegos era desfavorable (Figura 18).

Una vez se evaluaban todos los parámetros de interés, se finalizaba la encuesta preguntando por la intención de repetir una experiencia docente en este formato. La respuesta de los usuarios a esta cuestión fue muy satisfactoria, ya que casi todos manifestaban una intención clara de repetir la experiencia (Figura 18). Esta herramienta, como se comprueba en los resultados, incrementa la implicación de los estudiantes en los contenidos de la asignatura (Zainuddin et al., 2020). Adicionalmente, en la encuesta se introdujo la posibilidad de escribir comentarios. Entre los recibidos se pudo observar que la idea podría servir a otras generaciones mediante la aplicación de estas herramientas en niveles de educación inferiores a la hora de acercar las ciencias a los estudiantes, y como apoyo a la elección sobre sus futuros estudios. Otro punto comentado fue la gran utilidad que tendría esta herramienta a nivel docente en tiempos de la COVID-19 en el que los alumnos no tienen posibilidad de recibir docencia presencial. Además, otra propuesta recibida recomendaba la posibilidad de cambiar los controles para que la gente pueda elegir la manera de manejarse en la simulación. La única opinión parcialmente negativa, no rechaza la idea, sino que plantea una serie de mejoras que podrían tener un impacto positivo a la hora de generar una experiencia docente adecuada.



Hki 03: <Cxcwcek>pf'g'hqu'wawctkqu'cpvg'f'kgt gpvgr'rt<sup>a</sup> o gvtqu'c'uekecf qu'c'rc 'kf gc0

Todos estos resultados nos indican que el empleo de *i co g/dcugf 'hgctplpi* puede ser eficaz en el refuerzo del estudio al usarse como motor para mejorar la experiencia del estudiante ante elementos online (Zainuddin et al., 2020). En este momento el juego no permitiría evaluar de manera directa la interacción y socialización comentada por Zainuddin en su estudio, debido a la naturaleza *qhtkpg* del *i co g/dcugf 'hgctplpi*. Aunque el estudio no tiene un número considerable de resultados por el momento, al haberse ensayado con tan poca población, alguno de los profesores que ha empleado el videojuego como

herramienta de refuerzo si que ha encontrado una ligera mejora en los resultados de este curso y también han encontrado interés por parte del alumnado al solicitar diversas muestras para realizar su análisis, ajustándose de manera positiva los resultados dentro de los apartados de compromiso y motivación, así como del rendimiento del aprendizaje ya establecidos anteriormente (Zainuddin et al., 2020), pese a que no se ha podido evaluar todavía dicho rendimiento al no haberse realizado el examen final correspondiente.

Todos los resultados provienen de una versión muy temprana del videojuego. A pesar de estar trabajando con una fase Alpha del proyecto se observa un elevado grado de satisfacción y de aceptación. Sin embargo, dada la falta de conocimientos en el desarrollo de videojuegos y al tiempo empleado en su desarrollo hay diversos aspectos que se pretenden mejorar o implementar para incrementar la calidad de la experiencia docente. Dentro del apartado de comentarios se han podido obtener una serie de valoraciones constructivas que permiten tener puntos de enfoque diferentes sobre el desarrollo del proyecto (Tabla 2). Los comentarios proporcionan perspectivas muy positivas ante la idea, ya que les motiva e involucra (Zainuddin et al., 2020) dentro de los contenidos de la asignatura e incluso dentro de la rama profesional.

*Vc drc "4<Tgeqrhc ek»p'f'g'eqo gpxtkqu'c'rqtwf qu'r qt 'qu"vumctku"*

Sinceramente, me ha encantado el videojuego. Me ha parecido una muy buena forma para que los estudiantes aprendan los conceptos previos antes de una práctica de laboratorio. Espero que esto en un futuro se pueda implementar como otra herramienta de aprendizaje tanto en la Universidad como en bachillerato.
Incluso sin tener nada que ver con mi rama profesional ha conseguido mantenerme interesado y he aprendido bastantes cosas. Ojala hubieran existido cosas así cuando yo estudiaba, quizás mucha gente se plantearía otras opciones a la hora de estudiar una carrera si se lo formularan así.
Demuestra el potencial que tiene el mundo de los videojuegos para transmitir conocimientos teorico-prácticos de una manera diferente y atractiva. Estamos ante una herramienta que sin duda puede cambiar la práctica educativa, y más en unos tiempos donde prima el distanciamiento social debido a las circunstancias sanitarias. Un gran trabajo, sin duda.
Me parece una manera de poder acercarte al trabajo en un laboratorio sin necesidad de estar en él. Así mismo, gracias a ello, puedes repasar conceptos sobre determinadas experiencias ya que el juego te proporciona el guión y la explicación. Es una forma interactiva de aprender y razonar.
Me ha parecido una solución muy original al problema que está habiendo para la realización de prácticas. Además de funcional, lo he encontrado útil de verdad y fácil de usar (sobre todo gracias a la incorporación de elementos como el mapa, o poder disponer del guión en todo momento).
El juego está genial, pero también estaría bien hacer un minijuego antes para aprender lo más básico de la química y así poder introducir a gente más joven o que tiene conocimientos nulos en la rama de la química.
El juego en general está muy bien como herramienta para sustituir a unas practicas de laboratorio en situaciones como la actual (COVID-19) Al principio cuesta un poco arrancar, pero con las indicaciones adecuadas te adaptas y puedes hacer cómodamente las prácticas. Con unos guiones un poco más dinámicos para poder leerlos más rápido y con más facilidad estaría de lujo.
Lo mejor que tiene es que es realista y a la vez entretenido. En sí, la innovación que supone hacer estas tareas en un videojuego despierta cierto interés en elaborarlas, sobretodo cuando de golpe te salta algún minijuego relacionado con la materia. Por esto mismo, una vez que le pillas el truco al juego, es perfecto para aprender y disfrutar a la vez. Con un poco más de desarrollo creo que podría ser algo realmente útil a nivel docente.
Como he puesto, no suelo jugar a videojuegos y quizá por eso no me ha gustado mucho. La idea de intentar recrear una práctica de laboratorio de esta manera teniendo en cuenta la situación actual me parece muy original (aunque nunca será lo mismo) pero no me ha terminado de convencer. Te comento dos puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>· El aspecto más relacionado con los controles en sí me ha costado, pero yo no suelo jugar a videojuegos y se lo he puesto a una persona que juega habitualmente y no le ha costado nada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en la clase habrá de todo. En este sentido, yo lo haría más intuitivo y con menos explicaciones iniciales (además que la gente cada vez se cansa más de leer textos largos). Igual estaría bien tener un menú de ayuda rápida para recordar los controles, o quizá que el primer ensayo fuera guiado, de manera que mientras se dan las instrucciones de los controles se están usando ya.</li> <li>· En cuanto a la mecánica, no me gusta que no se pueda ir viendo lo que estás haciendo, solo aprietas los botones y al final te sale el tubo de ensayo. Me parecería más interesante que solo fuera una campana toda la pantalla y pudieras ver exactamente qué instrumentos estás usando y los cambios que ocurren en los tubos mientras</li> </ul>

lo vas haciendo. También entiendo que hacer todo eso cuesta un montón, pero te doy mi opinión desde mi punto de vista en relación con lo que yo considero que sería bueno para el aprendizaje de los alumnos.

Visualmente me parece muy chulo, y la idea me parece original

Alguno de los comentarios ha estado relacionado con la interfaz. Uno de los problemas presentados es la dificultad por parte de algunos en el manejo de los controles. Lo ideal para este proyecto sería la posibilidad de ajustar las teclas de control para facilitar el manejo del personaje por parte de los jugadores. Otro factor comentado asociado a la interfaz es la pesadez debida a tener que acceder al guión interno del trabajo. Una de las soluciones planteadas por los usuarios es la presencia de una pestaña que indique los pasos a seguir para facilitar la realización de la tarea, así como una guía para orientarlos durante el desarrollo de la práctica.

## Conclusiones

Ante los resultados tan positivos y prometedores obtenidos con esta prueba piloto del videojuego, el proyecto se pretende ampliar implementando nuevas mecánicas, prácticas o contenido jugable. Adicionalmente, se mejorarían ciertos aspectos en los que ya se han encontrado problemas a solucionar. En el futuro se pretendería desarrollar el videojuego con ayuda de un desarrollador profesional que pueda incorporar aspectos en los que encontramos limitaciones, ya sea por el programa empleado o por la falta de conocimientos, ya que este trabajo necesitaría del empleo de un equipo interdisciplinar.

Por lo tanto, atendiendo a las respuestas proporcionadas por los usuarios y a las ideas aportadas para el videojuego se presentarían los siguientes planteamientos de futuro: i) para empezar, buscar una manera de que el jugador pueda cambiar la configuración de los controles y se facilitaría el acceso al contenido del guión; ii) plantear el desarrollo de otros minijuegos para amenizar la mecánica del desarrollo de la práctica; iii) desarrollar la capacidad de visualizar el proceso que se lleva a cabo, ya sea con la incorporación de *I Klu* que permitan una correcta observación de lo que ocurriría en el laboratorio o mediante un cambio de perspectiva de la interfaz visual del laboratorio; iv) creación de un apartado previo para que los estudiantes de secundaria y bachillerato puedan tener mayor acceso al procedimiento de las prácticas aquí planteadas, dado que este juego está orientado a estudiantes de universidad que, por tanto, tienen unos conocimientos mínimos dentro del campo que trata el videojuego.

Aún quedan muchos aspectos a incorporar y a mejorar para lograr un juego que tenga una mayor capacidad educativa y lúdica, que se trabajarán en futuras versiones. Además de todo lo que se quiere realizar sobre el contenido actual del videojuego, también se quiere implementar otro tipo de mejoras que podrían considerarse como actualizaciones del proyecto actual. Entre dichas mejoras, se pretenden añadir sistemas de economía y tiempo, además de un sistema de energía que limite el desarrollo de actividades si no se cumplen ciertas condiciones de capacidad para realizar la acción, simulando de esta manera un entorno más realista. Por otro lado, atendiendo a artículos sobre *i co g/dcugf "rgctpkpi* y gamificación (Zainuddin et al., 2020) se pretende implementar un sistema de logros y de desbloqueo que incrementen el interés del estudiante en el videojuego.

Entre las cosas a plantear respecto a contenido educativo, lo más próximo será el desarrollo de las prácticas de análisis cuantitativo, incorporando de esta manera cálculos numéricos a desarrollar por el estudiante. Además, para facilitar la evaluación por parte de un profesor se pretende imlementar el desarrollo de un informe accesible por parte del estudiante asociado a la práctica que esta realizando para que el profesor pueda evaluar correctamente la realización de la práctica simulada. En un futuro más lejano, se pretende incorporar prácticas de otras disciplinas de manera que se puedan realizar experiencias, no solo de química, si no de física o biología entre otras.

En lo que respecta a la estética del videojuego, ésta ha sido aceptada y elogiada por parte de todos los usuarios dado que recuerda a otras franquicias de juegos populares. Vista la evaluación positiva en este aspecto, la parte artística, es decir, la estética visual y la banda sonora no se pretenden modificar. Finalmente, cabe destacar que el proyecto está en proceso de traducción al valenciano y al inglés.

A pesar del poco desarrollo que se tiene del videojuego, los usuarios apuntan a grandes expectativas sobre él. El videojuego presenta ciertos parámetros muy bien evaluados como es la originalidad, el realismo y la experiencia docente. El videojuego se pretende mejorar y ampliar. El proyecto no solo ha logrado cumplir las expectativas de la mayoría de los encuestados, sino que además, podría servir para evaluar prácticas de laboratorio de manera telemática, dada la situación actual con la COVID-19. Aunque un videojuego nunca va a suplir unas prácticas de laboratorio reales, sí que permite tener una perspectiva previa de lo que es un trabajo de laboratorio y entender los procesos que se llevan a cabo en él. Por otro lado, dado que hay entornos en los que no es posible acceder a un laboratorio, como puede ser en institutos, permitiría a los estudiantes acercarse al mundo de la ciencia con algo tan accesible como es un videojuego. Este programa y los resultados derivados de él, muestran que este tipo de recursos promueve la obtención de logros en el aprendizaje y, por tanto, que emplear el concepto de *i co g/dcugf 'rgctplpi* 'en el aprendizaje clásico podría servir de estrategia para mejorar el rendimiento académico (Zainuddin et al., 2020).

Los autores agradecen el apoyo económico al proyecto de innovación docente SFPIE\_PID\_1356255.

## Referencias

- AUCEJO, E.M., FRENCH, J., UGALDE ARAYA, M.P. y ZAFAR, B. (2020) "The impact of COVID-19 on students experiences and expectations: Evidence from a survey" en *Lqwt pcr'qh'Rwdtke'Gegpgo keu*, vol. 191, 104271.
- BAO W (2020) "COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University" en *J wo cp'Dgj cxlqt'cpf'Go gti kpi 'Vgej pqrqi kgu, xqr02*, issue 2, p.113-115.
- CHATURVEDI, K., KUMAR VISHWAKARMA, D. y SINGH, N. (2021) "COVID-19 and its impact on education, social life and mental health of students: A survey" en *Ej kft gp'cpf' [ qwj 'Ugt xkegu'Tgxkg. 'xqr0'* 121, 105866.
- DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA (2020) "Guión de Prácticas de Análisis Cualitativo Clásico de la Asignatura *Ncdqt cvqt kq'f g'S w'p kec'Cpcr'f'kec'Kdel* Grado en Química de la Universidad de Valencia"
- GAMERDIC. *Uo wcf qt*. <<https://www.gamerdic.es/termino/simulador/>> [consulta: 15 de marzo de 2021]
- LEE, S.J., WARD, K.P., CHANG, O.D. y DOWNING, K.M. (2021) "Parenting activities and the transition to home-based education during the COVID-19 pandemic" en *Ej kft gp'cpf' [ qwj 'Ugt xkegu'Tgxky*, vol. 121, 105585.
- PEGALAJAR, M.C. (2021) "Implicaciones de la gamificación en Educación Superior: una revisión sistemática sobre la percepción del estudiante" en *Tgxkanc'f g'kp'xgunki cek»p'Gf wecvkxc*, vol 39, issue 1,p. 169-188.
- UNESCO. *EQXK/3; " gf wecvkpcr'f kat wr vkpp" cpf " t gur qpug*. <<https://en.unesco.org/themes/education-emergencies/coronavirus-school-closures>> [consulta: 15 de Marzo de 2021]
- ZAINUDDIN, Z., KAI WAH CHU, S., SHUJAHAT, M. y PERERA, C.J. (2020) "The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence" en *Gf wecvkpcr' Tgugctej 'Tgxky*. vol. 30, 100326.