

Artículo de Investigación

# Aplicación móvil para juegos de rol online. Un estudio con profesorado en formación inicial en el problema de la construcción de un complejo deportivo en un paraje natural

## Mobile Application for Online Role-Playing Games. A Study with Pre-service Teachers on the Issue of Constructing a Sports Complex in a Natural Area

María del Mar López-Fernández<sup>1</sup>: Universidad de Málaga, España.

[mmarlf@uma.es](mailto:mmarlf@uma.es)

Juliana Valencia: Universidad de Málaga, España.

[julianavalencia@uma.es](mailto:julianavalencia@uma.es)

Antonio Joaquín Franco-Mariscal: Universidad de Málaga, España.

[anjoa@uma.es](mailto:anjoa@uma.es)

Fecha de Recepción: 07/06/2024

Fecha de Aceptación: 06/08/2024

Fecha de Publicación: 21/10/2024

### Cómo citar el artículo:

López-Fernández, M. M., Valencia, J. y Franco-Mariscal, A. J. (2024). Aplicación móvil para juegos de rol online. Un estudio con profesorado en formación inicial en el problema de la construcción de un complejo deportivo en un paraje natural [Mobile Application for Online Role-Playing Games. A Study with Pre-service Teachers on the Issue of Constructing a Sports Complex in a Natural Area.]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-972>

### Resumen:

**Introducción:** Las aplicaciones móviles son herramientas educativas esenciales, como los juegos de rol online que enseñan ciencias, donde los estudiantes practican la toma de decisiones y enriquecen su aprendizaje de manera interactiva. Estudios respaldan que el juego de rol es efectivo para abordar problemas sociocientíficos al proporcionar un contexto para abordar dilemas complejos. **Metodología:** Presentamos una app sobre juegos de rol online en la enseñanza de ciencias, integrando tecnología con métodos educativos innovadores. El

<sup>1</sup> Autor Correspondiente: María del Mar López-Fernández. Universidad de Málaga (España).

estudio de caso de un juego de rol online sobre la construcción de un complejo deportivo en una zona ambiental protegida fue implementado con 35 profesores en formación inicial del Máster en Profesorado de la Universidad de Málaga, utilizando dos cuestionarios para recoger datos: sobre decisiones adoptadas antes y después de usar la aplicación, y sobre usabilidad y satisfacción. **Resultados y discusión:** Esta actividad influyó en las decisiones de los participantes sobre el problema, modificando sus posturas iniciales y ampliando las dimensiones que consideraban implicadas. Aunque la mayoría encontró la aplicación útil y fácil de usar, algunos reportaron problemas técnicos. **Conclusiones:** La integración de aplicaciones de juegos de rol en educación muestra potencial para mejorar la reflexión crítica y la toma de decisiones ante problemas sociocientíficos.

**Palabras clave:** aplicación móvil, juego de rol, problemas sociocientíficos, formación del profesorado, toma de decisiones, medioambiente, transición digital, transición ecológica.

#### **Abstract:**

**Introduction:** Mobile applications are essential educational tools, such as online role-playing games that teach science, where students practice decision-making and enrich their learning interactively. Studies support that role-playing games are effective in addressing socioscientific issues by providing a context for tackling complex dilemmas. **Method:** We present an app for online role-playing games in science education, integrating technology with innovative educational methods. The case study of an online role-playing game about the construction of a sports complex in a protected environmental area was implemented with 35 trainee teachers from the Master's in Teacher Training at the University of Malaga, using two questionnaires to collect data: one on decisions made before and after using the app, and the other on usability and satisfaction. **Results and Discussion:** This activity influenced participants' decisions on the issue, modifying their initial stances and broadening the dimensions they considered relevant. Although most found the app useful and easy to use, some reported technical problems. **Conclusions:** The integration of role-playing game applications in education shows potential to enhance critical reflection and decision-making on socioscientific issues.

**Keywords:** Mobile application, role-playing game, socioscientific issues, teacher training, decision-making, environment, digital transition, ecological transition.

## **1. Introducción**

Tradicionalmente, la enseñanza se basaba principalmente en metodologías y recursos físicos para transmitir conocimientos. Las aulas dependían de libros de texto impresos, pizarras y materiales educativos tangibles como mapas y modelos didácticos. El aprendizaje se centraba en la memorización, con un enfoque menos interactivo y más unidireccional desde el profesor hacia los estudiantes. La incorporación de la tecnología a las aulas comenzó a tomar forma significativa a partir de las últimas décadas del siglo XX, introduciendo ordenadores personales, software educativo y acceso a internet en las escuelas. Estos avances permitieron ampliar el acceso a información diversa y recursos educativos digitales que antes estaban limitados a libros y materiales impresos.

### **1.1. Las tecnologías en educación**

En la actualidad, la tecnología juega un papel indispensable en nuestras vidas, facilitando la realización de muchas actividades cotidianas. En los últimos años, las aplicaciones (apps) móviles han impulsado significativamente el uso de dispositivos electrónicos, especialmente los smartphones. Estas aplicaciones nos mantienen conectados al mundo virtual, fomentan la

creatividad, aligeran el trabajo, facilitan la comunicación, ofrecen entretenimiento, a la vez que simplifican el acceso a la información. Gracias a ellas, nuestra interacción con el entorno digital se ha vuelto más eficiente y enriquecedora, integrándose de manera fundamental en nuestra rutina diaria (Cárdenas García y Cáceres Mesa, 2019).

En el ámbito educativo, el uso de smartphones y otros dispositivos electrónicos se ha vuelto cada vez más común entre el alumnado, lo que ha llevado a su incorporación gradual en las aulas como parte de los recursos educativos. Complementadas con aplicaciones educativas, estas tecnologías apoyan y mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje (Santoyo Sánchez *et al.*, 2019). De esta forma, las aplicaciones educativas diseñadas para ser utilizadas a través de dispositivos electrónicos están orientadas a fomentar el aprendizaje autónomo. El uso de estas aplicaciones se ha convertido en una herramienta didáctica que redefine los conceptos de distancia y movilidad, elementos clave para promover la autonomía del alumnado mediante diversas modalidades que satisfacen sus intereses y necesidades (Méndez, 2013). La utilización de dispositivos móviles en educación ha demostrado ser eficaz, ya que estos dispositivos forman parte del día a día de los estudiantes en su vertiente más lúdica. La percepción positiva e interesante de su uso refuerza su potencial formativo (Moreno Martínez *et al.*, 2016). Además, las aplicaciones móviles facilitan la interacción social y multijugador, convirtiéndolas en una herramienta ideal para diseñar nuevos recursos educativos o digitalizar los ya existentes. Un ejemplo es su aplicación a juegos de rol en formato online para la enseñanza de las ciencias.

## 1.2. El juego de rol en la enseñanza de las ciencias

El juego de rol educativo es una estrategia de simulación centrada en el debate (Colucci *et al.*, 2006; Simoneaux, 2008) en la que el estudiantado desempeña un personaje previamente asignado dentro de un problema real (López-Fernández *et al.*, 2021). El uso de juegos de rol en el aula tiene múltiples beneficios: promueve el diálogo y la comunicación verbal, facilita el cambio de opinión y ayuda a los estudiantes a aclarar sus pensamientos sobre problemas específicos. Además, fomenta el desempeño de diversos roles relacionados con el problema, así como la determinación de los criterios en los que se basan, incentivando al alumnado a aprender aspectos relacionados con el tema en cuestión (Simonneaux, 2001). Cook (2014) señala que los juegos de rol ayudan a los estudiantes a comprender y valorar diferentes puntos de vista sobre argumentos complejos, también respaldado por otros estudios (Cebrian-Robles *et al.*, 2018; Levintova *et al.*, 2011). Entre sus ventajas también se incluye la capacidad de mostrar al alumnado la complejidad del mundo real y los problemas que en él aparecen, los cuales no pueden resolverse simplemente memorizando información (Craciun, 2010). Asimismo, el juego de rol ofrece una oportunidad para poner en práctica la toma de decisiones, enriqueciendo así el pensamiento crítico del alumnado (López-Fernández *et al.*, 2021). El desarrollo de juegos de rol online, a través de apps, ofrece ventajas adicionales al formato tradicional. Entre ellas destaca la gestión del juego por parte del docente en cuanto a preparación, seguimiento y control de tiempos, así como la posibilidad de continuar el juego fuera del aula. Todo ello enriquece significativamente la experiencia de juego de rol, combinando la interactividad con la comodidad y la innovación tecnológica.

El empleo de juegos de rol en la formación inicial del profesorado es un área poco explorada y que necesita más investigación e innovación (Rueda-Serón, 2018), en particular, en la versión digital. A pesar de ello, es recomendable incluir estos juegos en los programas de formación inicial, ya que permiten al futuro profesorado vivenciar esta herramienta desde la perspectiva del estudiante. Esto contribuirá a una mejor comprensión de su uso en la enseñanza y aumentará la probabilidad de que los docentes lo incorporen en sus prácticas educativas (Howes y Cruz, 2009).

### **1.3. Problemas socio-científicos como contexto para desarrollar juegos de rol**

Diversos autores informan que el juego de rol es una herramienta apropiada para abordar problemas sociocientíficos (Burmeister *et al.*, 2012; Franco-Mariscal *et al.*, 2023; Kimbrough, 1995; Matas Terrón, 2003; Rueda-Serón, 2018; Smythe *et al.*, 2007). Los problemas sociocientíficos son problemas reales y cercanos (Hodson, 2003), abiertos, complejos y controvertidos, que pueden ser analizados desde diversas perspectivas. En algunos casos, no existen respuestas definitivas, e independientemente de la postura que tomen los individuos o la sociedad, el debate continuará siendo relevante. Esto se debe a que la importancia de estos temas aumentará con los avances científicos y los problemas que surgen de su aplicación (España Ramos y Prieto Ruz, 2009).

Algunos juegos de rol recogidos en la literatura son la prohibición de plásticos de un solo uso (López-Fernández *et al.*, 2021); la producción de energía mediante centrales nucleares (Cruz-Lorite *et al.*, 2020), la construcción de una cantera en un núcleo urbano (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2023) o la movilidad sostenible (Pipitone *et al.*, 2023). Muchos de estos problemas tienen una componente ambiental, por lo que podemos considerar que los denominados problemas socioambientales (Ravetz, 1997; Colucci-Gray *et al.*, 2006) representan una parte importante de los problemas sociocientíficos (España Ramos y Prieto Ruz, 2010).

El uso de problemas sociocientíficos como contexto en el aula, debido a sus características propias, favorece el desarrollo de la responsabilidad social (Ransey, 1993), la toma de decisiones (Bingle y Gaskell, 1994; Ratcliffe, 1997) o la educación para la democracia (González García y Prieto Ruz, 1998), entre otras. La adquisición de todos estos aspectos por parte de los profesores en formación inicial (en adelante, PFI) les ayudará no solo a ser ciudadanos competentes y responsables que toman decisiones fundamentadas y son críticos en la sociedad, sino también a trasladarlas a su futuro alumnado (Pro Bueno *et al.*, 2022).

### **1.4. Objetivos y preguntas de la investigación**

El objetivo de este trabajo es presentar la “Aplicación móvil sobre juegos de rol para la enseñanza de las ciencias” y mostrar los resultados de un estudio de caso de uno de los juegos de rol incluido en la misma. Concretamente, el juego de rol sobre el problema de la construcción de un complejo deportivo en una zona natural protegida, implementado con PFI. Se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- PI1. ¿Qué decisiones toman los PFI, antes y después del juego de rol, sobre el problema sociocientífico planteado? ¿Se producen cambios en su toma de decisiones tras usar la aplicación?
- PI2. ¿Cuáles son las dimensiones que los PFI identifican en el problema sociocientífico antes y después de la experiencia?
- PI3. ¿Cómo valoran los PFI la aplicación tras su experiencia de juego?

### **1.5. Descripción de la aplicación de juegos de rol online**

Esta aplicación móvil está diseñada para ofrecer una plataforma interactiva donde los usuarios pueden participar en diferentes juegos de rol en línea. La aplicación está desarrollada en Unity utilizando un lenguaje de programación C# y PHP para la conexión con una base de datos. La aplicación fue creada por un equipo de investigadores de didáctica de las ciencias experimentales y está destinada a la formación inicial del profesorado. La interfaz está diseñada para ser clara y accesible, facilitando la revisión y gestión de las participaciones en el debate. El uso de colores y gráficos intuitivos ayuda a los usuarios a navegar por la

información y a tomar decisiones informadas sobre el debate. La aplicación incluye siete juegos de rol, todos ellos probados previamente de manera presencial (Franco-Mariscal *et al.*, 2023), sobre energía nuclear, alimentos transgénicos, espacio para los cuidados en la ciudad, contaminación de un río, destrucción de un paraje natural, la prohibición del uso de plásticos y la lactancia materna o de fórmula.

Al iniciar la aplicación (Figura 1A), los usuarios visualizan una pantalla con los logos de las entidades financiadoras, la Junta de Andalucía a través del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación 2020 (PAIDI) y la Universidad de Málaga. Seguidamente, aparece la pantalla de inicio mostrando el título de la app (Figura 1B) y tras ella un menú con cuatro opciones (iniciar sesión, registrarse, sobre la app y créditos) (Figura 1C). Para acceder a la aplicación, el usuario debe registrarse o iniciar sesión. El registro requiere un nombre de usuario, correo electrónico y contraseña, garantizando así un acceso individual y personalizado (Figura 1D). La opción “Sobre la App” ofrece información sobre los destinatarios de la app (estudiantes y profesorado de todos los niveles educativos) y su finalidad (fomentar la argumentación científica y tecnológica participando en un juego de rol representando un personaje implicado en un problema sociocientífico, que tiene que defender su postura debatiendo con los compañeros/as). Los créditos recogen los autores de la app y el proyecto en el que se enmarca.

**Figura 1.**

*Pantallas al iniciar la aplicación: A: Logos entidades financiadoras. B: Inicio para comenzar a usar la aplicación. C: Menú de inicio. D: Inicio de sesión*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

La aplicación permite acceder con dos perfiles diferenciados, como docente o como estudiante.

### 1.5.1. Perfil docente

Con el perfil de docente, en la pantalla de acceso, el docente puede (Figura 2):

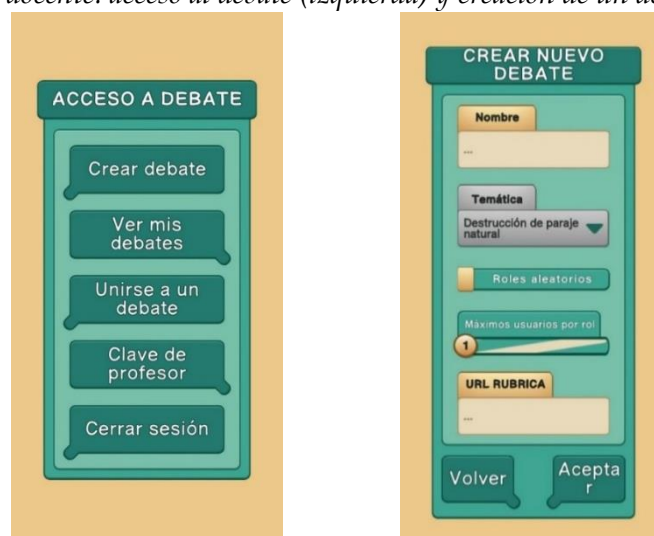
- Crear debate: Permite al docente configurar un nuevo juego de rol a partir de un listado de debates predefinidos.
- Ver mis debates: Permite al docente acceder a los debates que ya ha creado, facilitando el seguimiento y la gestión de sus actividades.



- Unirse a un debate: Permite al docente unirse a un debate creado por otro profesor/a utilizando un código proporcionado por el docente que lo creó.
- Clave del profesor: Permite al docente generar la clave necesaria para que sus estudiantes se unan al debate, manteniendo el control y la organización dentro del entorno de aprendizaje. De esta forma, el acceso es restringido para un grupo determinado de estudiantes.
- Cerrar sesión: Permite a los usuarios salir de su cuenta de manera segura, asegurando que sus datos y progreso en los debates estén protegidos hasta su próxima sesión.

**Figura 2.**

*Pantallas del perfil del docente: acceso al debate (izquierda) y creación de un debate (derecha)*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

En la creación del debate (Figura 2, derecha), el docente debe poner un nombre al debate que identifique al grupo de estudiantes, elegir la temática de entre los juegos disponibles, si los roles serán o no aleatorios para el alumnado, el número máximo de usuarios para cada rol, seleccionar la fase en la que se desarrolla el juego de rol (1, 2 o 3) e indicar la URL de la rúbrica para evaluar la participación de los estudiantes. Asimismo, el docente podrá cambiar de fase de desarrollo del juego en cualquier momento, una vez que ha verificado que sus estudiantes la han completado.

### 1.5.2. Perfil de estudiante

Para poder acceder con el perfil de estudiante, los participantes deben registrarse con un usuario, correo electrónico y contraseña, garantizando un acceso individual y personalizado. Los estudiantes, acceden con el código creado por el docente para un juego de rol concreto. A continuación, la aplicación presenta información sobre el problema sociocientífico, además de diferentes enlaces para seguir profundizando. El estudiante puede entonces seleccionar un rol, crear argumentos incluyendo su fuente, dar respuesta a otros participantes, recibir notificaciones de sus respuestas y elaborar una síntesis final sobre el problema. Las intervenciones se muestran de manera similar a un chat (Figura 3), donde los estudiantes aportan sus argumentos en las diferentes fases del juego de rol, creando un flujo continuo de debate y discusión. Los estudiantes también pueden consultar todos los debates en los que han participado.

**Figura 3.**

*Pantallas del perfil del estudiante: Argumentos creados desde el perfil de estudiante (izquierda) y debates realizados por el estudiante (derecha)*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Las intervenciones están organizadas en tarjetas individuales incluyendo esta información:

- Rol y posición (a favor o en contra), mostrada con una descripción (p.e., científico/a favor) y un avatar gráfico que ayuda a identificar visualmente al personaje.
- Información del participante: Muestra el nombre del usuario, el argumento planteado, y la fecha y hora en que se realizó la intervención.
- Botón fuente: El usuario debe completar el argumento con un enlace mostrando la fuente de información.
- Botón mensajes: Notifica las intervenciones de otros usuarios respecto al argumento presentado.

Todas las intervenciones de los usuarios, así como sus nombres, son registradas en una base de datos para un posterior análisis.

## 2. Metodología

Este trabajo se centra en el juego de rol sobre destrucción de un paraje natural por la construcción de un complejo deportivo del Málaga Club de Fútbol en terrenos de una zona costera protegida en Arraijanal (Málaga).

## 2.1. Descripción del problema sociocientífico

El problema planteado se centra en decidir si se debe permitir o no la construcción de dicho complejo, considerando los valores ambientales de la zona, su importancia para la biodiversidad y los ecosistemas, así como los diversos intereses y puntos de vista de las partes involucradas (ambiental, político, económico, social, etc.) (Valencia *et al.*, 2023). El problema se remonta a 2008 cuando se proyectó la construcción de un puerto deportivo con 600 viviendas de lujo, hoteles y una superficie comercial en esta zona. Este proyecto fue descartado debido a los valores ambientales de la zona y la posible presencia de restos arqueológicos. Un año después, se propuso la creación de un gran parque litoral en este lugar que aún no se ha iniciado. Parte del suelo de Arraijanal fue cedida sin coste por el Ayuntamiento para la construcción de la futura Academia del Málaga Club de Fútbol. El proyecto, financiado por un jeque que compró el equipo, incluía la construcción de 10 campos de fútbol, oficinas, aparcamientos, etc. En 2018, comenzaron las obras del complejo deportivo, pero se paralizaron por un campamento de ecologistas que se oponían a la tala de árboles y vigilaban las excavaciones para denunciar posibles hallazgos arqueológicos. El campamento fue desalojado varias veces por la policía, y en una de las protestas se detuvo a dos activistas. Este problema es abordado en el juego de rol a través de la pregunta de si debe continuar el proyecto de construcción del complejo deportivo de Arraijanal. Se pretende con ello reflejar los múltiples intereses y puntos de vista que convergen en el problema de la construcción del complejo deportivo, destacando la importancia de los valores ambientales y la biodiversidad de la zona (España Ramos *et al.*, 2013).

## 2.2. Participantes

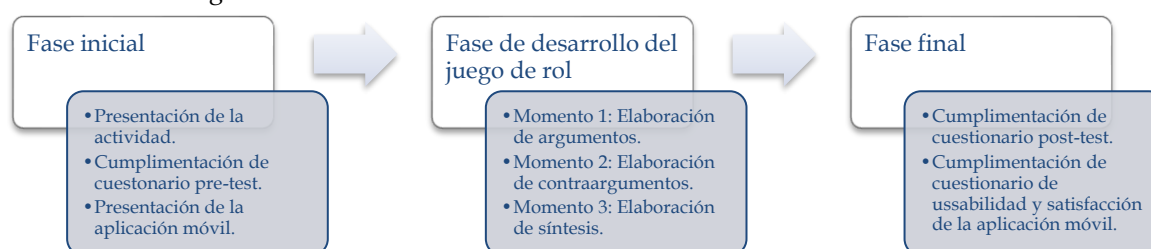
El estudio involucró a 35 PFI (54,29 % mujeres y 45,71 % hombres) de la asignatura de Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa, del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga (España) de las especialidades de Biología y Geología (N=26), y Física y Química (N=9). Estos PFI habían recibido previamente instrucción en argumentación, pero no tenían experiencia en juegos de rol. Sus edades estaban comprendidas entre 21 y 48 años. Su formación inicial incluía los Grados en Biología, Ciencias Ambientales, Química, Bioquímica y Farmacia.

## 2.3. Diseño de la investigación

El diseño se llevó a cabo en tres fases (inicial, desarrollo del juego de rol y final), cada una de ellas con una duración de una semana.

**Figura 4.**

### Fases de la investigación



**Fuente:** Elaboración propia (2024).



En la fase inicial, el docente (tercer autor) presentó la actividad a los PFI, quienes completaron un cuestionario preliminar sobre las dimensiones implicadas en el problema y la toma de decisiones personales, sin acceder a ningún tipo de información. A continuación, el docente presentó la aplicación móvil y los PFI accedieron eligiendo un rol de entre los disponibles (Valencia *et al.*, 2023). Los roles a favor del problema son abogado/a de la defensa, asesor/a de una empresa, representante del ayuntamiento, político/a, socio/a del club deportivo y representante de una empresa turística deportiva. Los roles en contra del problema incluyen abogado/a de la acusación, científico/a, activista de una organización ecologista, político/a, vecino/a de la zona y representante de una empresa turística de naturaleza. Finalmente, entre los roles neutros destacan un juez/a, los miembros del jurado y los periodistas. Cada rol estaba integrado por varios PFI, cada uno de ellos con autonomía dentro de la app.

La fase de desarrollo del juego de rol tiene lugar en tres momentos, cada uno de ellos distanciados una semana en el tiempo. En el momento 1 (elaboración de argumentos), cada PFI debía buscar argumentos sobre el problema e incluirlos en el chat para intervenir en el juego. Así, los estudiantes pudieron enviar sus argumentos, pero no intercambiar argumentos ni responder a otros roles. Durante el momento 2 (elaboración de contraargumentos) cada PFI debía responder a algunos de los argumentos planteados por el resto de los personajes, intercambiando mensajes. Se estableció un mínimo de cinco intervenciones y dar respuesta a todos los argumentos planteados a su rol directamente. En el momento 3 (elaboración de síntesis), todos los participantes que representaban un mismo rol crearon una síntesis única y común, que solo uno de ellos pudo escribir en la aplicación. En esta fase, el juez escribió una sentencia al problema.

En la fase final, los PFI cumplieron el mismo cuestionario inicial administrado, en este caso a modo de post-test, así como otro cuestionario de usabilidad y satisfacción de la aplicación móvil.

#### ***2.4. Instrumentos para la recogida de datos***

Como instrumentos de recogida de información se emplearon dos cuestionarios. El primer cuestionario incluía dos preguntas abiertas: (a) Toma de decisión personal y argumentada ante el problema planteado, y (b) Indica qué aspectos o dimensiones están implicadas en este problema. Razona tu respuesta. Este cuestionario se administró antes y después de emplear la aplicación móvil, a modo de pre- y post-test.

El segundo instrumento fue un cuestionario de usabilidad y satisfacción de la app que respondieron al final de la experiencia, de forma individual. Dicho instrumento constaba de 26 ítems (15 ítems de usabilidad y 11 ítems de satisfacción) (Cebrián-Robles, 2015, p. 101), que el PFI debía valorar en una escala Likert de 1 a 5 puntos (1: totalmente en desacuerdo, 2: algo en desacuerdo, 3: indiferente; 4: algo de acuerdo; 5: totalmente de acuerdo). La validación del cuestionario mostró una fiabilidad de 0,89, que es bastante alta, para evaluar plataformas educativas (Serrano-Angulo y Cebrián-Robles, 2014). El cuestionario fue diseñado para ser breve, evitando la tendencia a responder rápidamente a los ítems mediante la presentación de enunciados formulados tanto en forma positiva como negativa.

Para su análisis en este trabajo se han elegido ocho ítems: (a) fue fácil de usar, (b) aparecieron incompatibilidades, (c) la aplicación me resultó agradable, (d) las opciones de los menús son claras, (e) necesité poco tiempo para manejar la aplicación, (f) me encontré con problemas técnicos, (g) el tiempo de respuesta en la interacción es lento, y (h) en general, estoy satisfecho con la aplicación.

## 2.5. Análisis de datos

Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo, considerando la naturaleza de las respuestas recogidas. La pregunta abierta sobre la toma de decisión permitió evaluar los cambios en la postura adoptada ante el problema tanto antes como después de la intervención. Este análisis se centró en identificar la decisión de cada participante. Para ello, las respuestas fueron codificadas y categorizadas en “a favor”, para aquellos PFI posicionados claramente hacia la construcción del complejo deportivo, “en contra” para aquellos opuestos a la construcción, o “indeciso” para los que no se manifestaron claramente en ninguna de las posturas. Por su parte, la pregunta abierta sobre las dimensiones implicadas en el problema se analizó mediante el establecimiento de categorías que emergieron de las producciones de los PFI. Las respuestas se incluyeron en tantas categorías como fueron mencionadas. Una vez establecidas las categorías en ambas preguntas, se cuantificaron frecuencias y porcentajes.

Los datos recogidos con el cuestionario de usabilidad y satisfacción se analizaron cuantitativamente. Se calculó la frecuencia y porcentajes de respuestas para cada categoría en cada ítem del cuestionario. Esto permitió identificar la distribución de las opiniones de los participantes. Además, se calculó un porcentaje de usabilidad y de satisfacción, sumando todas las respuestas en positivo y dividiéndolo entre el máximo posible, siendo el resultado un valor entre 0,0% y 100,0%.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1. Sobre la toma de decisiones de los PFI

La Figura 5 ilustra a través de un diagrama Sankey las decisiones adoptadas ante el problema por los PFI antes y después de participar en el juego de rol, así como los cambios producidos. Como se observa, la decisión inicial mayoritaria (80,00%) fue en contra de la construcción del complejo deportivo, encontrándose una ligera disminución (2,86%) tras el juego. El porcentaje de PFI a favor aumentó, del 5,72% al 22,86%, y todos los indecisos inicialmente (14,28 %) tomaron una posición definida después de la actividad. Inicialmente, la postura en contra de la construcción del complejo deportivo pudo estar influenciada por la publicidad y las noticias en prensa, televisión y redes sociales (López-Fernández *et al.*, 2021) que durante años habían rodeado al problema. Los cambios de decisión que se producen tras el juego, en particular, en los PFI que estaban inicialmente indecisos o a favor, revelan que el juego de rol es una actividad que permite al estudiantado reflexionar sobre el problema, y adoptar una postura en base a los argumentos ofrecidos (Simonneaux, 2001).

**Figura 5.**

*Diagrama Sankey sobre la toma de decisión de los PFI*



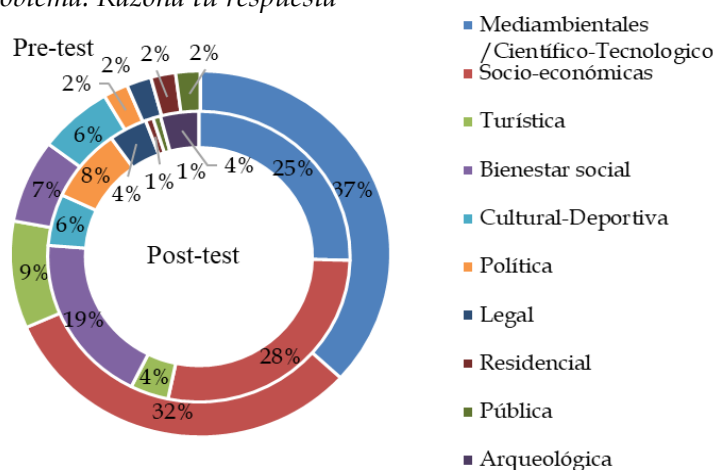
**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 3.2. Sobre las dimensiones implicadas en el problema

Los resultados obtenidos proporcionan una visión interesante sobre cómo los PFI perciben los diferentes aspectos de un problema sociocientífico antes y después de participar en un juego de rol (Figura 6).

**Figura 6.**

*Categorización de respuestas antes y después a la pregunta: Indica qué aspectos o dimensiones están implicadas en este problema. Razona tu respuesta*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Antes de participar en el juego de rol, los PFI identificaron nueve dimensiones del problema, siendo mayoritarias las dimensiones medioambientales/científico-tecnológico (37%) y socio-económica (32%). Otras dimensiones encontradas en porcentajes inferiores al 10% fueron turística, bienestar social, cultural-deportiva, política, legal, residencial y pública (Figura 6). Algunos ejemplos del pre-test que muestran las distintas dimensiones fueron:

El aspecto ambiental y el social/económico. Claramente estas instalaciones van a afectar a una zona natural que puede llevar a la destrucción de hábitats de especial interés. Por otra parte, también hace que se reduzcan las zonas naturales, que cada vez son más escasas [dimensión ambiental]. La parte social/económico también está involucrada, ya que para la ciudad puede ser beneficioso [dimensión socio-económica] (PFI22).

Aspecto ambiental, ya que lo van a construir en un terreno con plantas amenazadas y animales; turístico, porque en Málaga siempre se prioriza el turismo [dimensión ambiental]; económico, porque la construcción movería la rosaleta, dejando espacio para construir más viviendas de lujo orientadas a gente del norte de Europa con sueldo alto que teletrabajan y especulan con la vivienda [dimensión socio-económica] [dimensión residencial]; deportivo, por el fútbol [dimensión cultural-deportiva] (PFI06).

Las dimensiones mostradas en el post-test revelan pocos cambios. Mientras las dimensiones ambiental/científico-tecnológico (25%) y socio-económica (28%) siguen siendo mayoritarias, aunque en menor grado que en el pre-test, a ellas se suma en tercera posición la dimensión bienestar social (19%). El resto de las dimensiones siguen encontrándose con porcentajes inferiores al 10%, detectándose la dimensión arqueológica como nueva categoría (1%).

A continuación, se recogen algunos ejemplos del post-test:

Por una parte, está implicada la conservación de las especies animales y vegetales de la zona [dimensión ambiental]. Por otra parte, está el derecho de los vecinos a vivir en una zona tranquila [dimensión residencial]. También, las necesidades del Málaga CF por tener unas instalaciones competentes donde entrenar [dimensión cultural-deportiva]. Es importante considerar además que las obras se iniciaron sin los permisos oportunos y sin redactar los planes de operación necesarios [dimensión legal]. Por otra parte, Málaga no dispone de un sistema de transporte público lo suficientemente amplio como para cubrir tal demanda en la zona de Arraijanal [dimensión pública] (PFI09).

Están implicados el aspecto económico, el aspecto medioambiental y el aspecto social. El aspecto económico debido a que la construcción del complejo deportivo supone reactivar el motor económico de la zona [dimensión socio-económica], el aspecto medioambiental porque en la zona en la que se va a construir hay una gran riqueza ecológica y supone un riesgo si no se toman medidas [dimensión ambiental], y el aspecto social porque los aficionados al Málaga CF y el propio club verían con muy buenos ojos esta construcción ya que es un beneficio para la entidad y toda su masa social [dimensión cultural-deportiva] (PFI06).

El ligero aumento (un 4%) en la percepción de la dimensión socioeconómica tras el juego de rol podría sugerir una mayor conciencia de la importancia de estos aspectos. Asimismo, la disminución en 12 puntos del porcentaje de PFI que percibe la dimensión medioambiental/científico-tecnológico después de la actividad podría indicar que el juego de rol les ayudó a comprender otros aspectos relevantes del problema. El bienestar social mostró un aumento significativo (7% a 19%), indicando que la actividad fue efectiva en resaltar la importancia de esta dimensión en el problema socio-científico. Entre las dimensiones encontradas con porcentajes inferiores al 10%, destaca el incremento de 6 puntos porcentuales en la dimensión política, sugiriendo que los PFI desarrollaron una mayor conciencia de los factores políticos implicados. Del mismo modo, la disminución en 5 puntos de la percepción

turística podría indicar que los PFI comprendieron que otros aspectos son más críticos en el contexto del problema tratado. Los cambios encontrados en las otras dimensiones no fueron destacables.

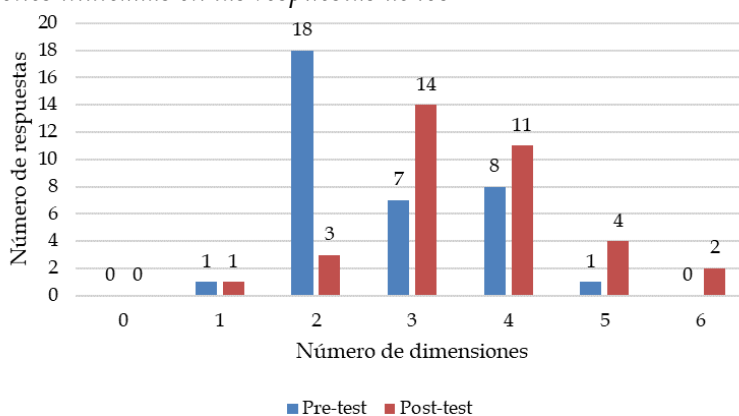
Los resultados mostrados sugieren que la actividad fue efectiva en ampliar la perspectiva de los PFI sobre el problema sociocientífico, ayudándoles a considerar una gama más amplia de factores implicados (Bernal Herrera *et al.*, 2023). Los PFI parecen haber diversificado su comprensión de los aspectos implicados en el problema después de la actividad, mostrando una mayor conciencia de los factores humanos, de gobernanza y otros que afectan el problema.

### 3.3. Sobre el número de dimensiones implicadas en el problema

Los resultados del pre-test y post-test sobre el número de dimensiones mencionadas (Figura 7) por cada PFI proporcionan información adicional sobre cómo la actividad impactó la percepción de los participantes en relación con la complejidad del problema sociocientífico. Inicialmente, el 54,2 % (19/35 PFI) asociaba al problema una o dos dimensiones. Tras la actividad solo el 11,5 % (4/35) usó dos dimensiones para su comprensión, identificando el resto un mayor número de dimensiones, en algunos casos hasta seis. Se observa que el máximo de la campana de Gauss de respuestas se sitúa en dos y tres dimensiones respectivamente para el pre-test y post-test. La identificación de un mayor número de dimensiones, tras participar en el juego de rol, es indicativo de un mejor entendimiento de la complejidad del problema. Estos resultados reflejan que el juego de rol es efectivo para comprender los problemas sociocientíficos de una manera holística y multidimensional (España Ramos, 2023), ayudándoles a considerar una gama más amplia de factores y aspectos implicados.

**Figura 7.**

*Número de dimensiones indicadas en las respuestas de los PFI*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 3.4. Sobre la valoración de la aplicación móvil

La valoración total de la utilidad de la aplicación fue del 76,57 %, mientras que la satisfacción fue del 76,86 %.

La mayoría de los PFI (60 %) consideró que la aplicación fue fácil de usar, con un 51,43 % estando algo de acuerdo y un 8,57 % totalmente de acuerdo. Solo el 11,43% estuvo algo en desacuerdo y ninguno estuvo totalmente en desacuerdo. Un 28,57% se mostró indiferente. La aplicación fue agradable para el 77,17 % de los PFI (48,57 % algo de acuerdo y 2,86 % totalmente de acuerdo), indicando una percepción positiva general. Sin embargo, un 22,86 % estuvo algo



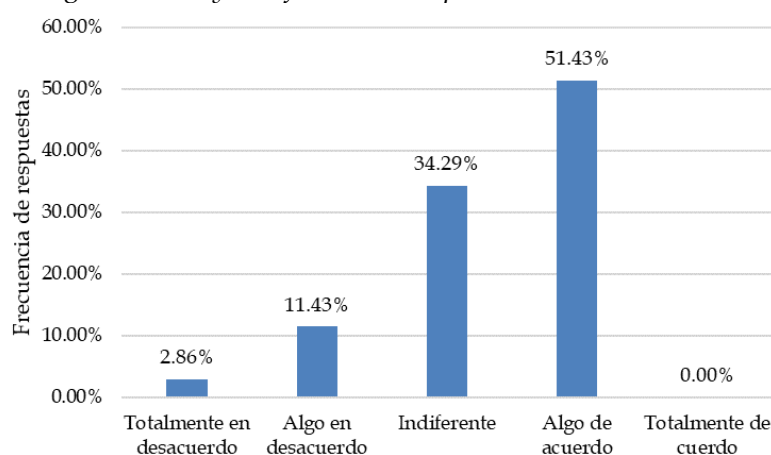
en desacuerdo y un 5,71 % estuvo totalmente en desacuerdo, sugiriendo que no todos compartieron esta opinión. El 20,00 % restante se mostró indiferente. El 57,15 % de los PFI valoró de forma positiva la claridad de las opciones proporcionadas por los menús (42,86 % algo de acuerdo y 14,29 % totalmente de acuerdo). No obstante, un 17,14 % estuvo algo en desacuerdo y un 5,71 % estuvo totalmente en desacuerdo. Un 20,00 % se mostró indiferente. El 80 % consideró que necesitó poco tiempo para manejar la aplicación (45,71 % algo de acuerdo y 34,29 % totalmente de acuerdo). Solo el 8,57 % manifestó estar algo en desacuerdo y un 2,86 % totalmente en desacuerdo, mostrándose el 8,57% indiferente.

Un 42,86 % estuvo de acuerdo (28,57 % algo de acuerdo y 14,29% totalmente de acuerdo) con haber encontrado problemas técnicos en el uso de la app, mientras que un 34,29 % manifestó su desacuerdo (22,86% totalmente en desacuerdo y 11,43% algo en desacuerdo) y un 22,85 % se mostró indiferente. En relación con la aparición de incompatibilidades en la aplicación que dificultaron su manejo, el 48,57 % estuvo de acuerdo (algo de acuerdo, 31,43 % y totalmente, 17,14 %), lo que muestra que una porción considerable experimentó dificultades. Un 25,71 % se mostró indiferente, mientras que otro mismo porcentaje estuvo totalmente o algo en desacuerdo. Un 62,86 % no percibió lentitud en la respuesta de la aplicación (34,29% totalmente en desacuerdo y 28,57% algo en desacuerdo). Sin embargo, un 8,57% estuvo algo de acuerdo y un 2,86% estuvo totalmente de acuerdo con que el tiempo de respuesta fue lento. Un 25,71% se mostró indiferente.

Respecto a la satisfacción con la aplicación, el 51,43 % estuvo algo de acuerdo, un 34,29% se mostró indiferente, y un 11,43% estuvo algo en desacuerdo y un 2,86% totalmente en desacuerdo (Figura 8).

**Figura 8.**

*Respuestas al ítem “En general, estoy satisfecho con la aplicación”*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

## 4. Conclusiones

Este estudio presenta una aplicación móvil para desarrollar juegos de rol online. Aunque la literatura recoge diferentes trabajos sobre juegos de rol en el aula (Franco-Mariscal *et al.*, 2023; Cruz-Lorite *et al.*, 2020; López-Fernández *et al.*, 2021) y aplicaciones para la enseñanza de las ciencias (Martínez *et al.*, 2017; Solano Villanueva *et al.*, 2015), no se han encontrado otras aplicaciones móviles similares que permitan realizar juegos de rol en formato virtual, por lo que podemos afirmar que se trata de una herramienta novedosa.

El trabajo se ha centrado en un juego de rol concreto incluido en la aplicación, la construcción de un complejo deportivo en una zona ambiental protegida implementado con PFI. Los resultados de este estudio de caso revelan que este juego de rol online permite cambios de decisión sobre el problema abordado. En este sentido, la decisión inicial mayoritaria fue en contra de la construcción del complejo, influenciada probablemente por la publicidad y las noticias en prensa, televisión y redes sociales. Sin embargo, después de la actividad, hubo una ligera disminución en esta postura y todos los indecisos tomaron una posición definida, resultados similares a estudios previos donde se realiza este juego de rol en formato físico (Valencia, 2023). Esto indica que el juego de rol ayudó a los PFI a reflexionar sobre el problema y a replantear si mantenerse en su postura inicial o cambiarla, tras usar la aplicación (PI1). Este estudio profundiza en las dimensiones abordadas por los participantes. El juego de rol también ha permitido a los PFI abordar el problema integrando un mayor número de dimensiones tales como medioambiental/científico-tecnológica, socio-económica, turística, bienestar social, cultural-deportiva, política, legal, residencial, pública o arqueológica, comprendiendo el problema de una forma más integral. La app ayudó especialmente a resaltar las dimensiones medioambiental/científico-tecnológico, socio-económica y bienestar social (PI2). La realización del juego de rol en la aplicación móvil añade diversas novedades a los juegos de rol. Finalmente, los PFI valoraron la aplicación como útil y satisfactoria. La mayoría consideró que la aplicación fue fácil y agradable de usar, los menús son claros, y se necesita poco tiempo para manejarla, funcionando de forma ágil, sin lentitud en la respuesta de interacción. Sin embargo, algunos PFI encontraron algunas incompatibilidades que dificultaron su manejo y otros encontraron problemas técnicos (PI3).

Como futuras líneas de investigación, se pretende investigar los otros juegos de rol incluidos en la aplicación móvil y comparar sus resultados con los mismos juegos realizados de forma tradicional en el aula.

## 5. Referencias

- Bernal Herrera, P., Cano-Iglesias, M. J., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, Á. (2023). Impacto de un debate sociocientífico en las habilidades argumentativas y en la toma de decisiones del profesorado de secundaria en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 113-132. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5861>
- Bingle, W. H. y Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780206>
- Burmeister, M., Rauch, F. y Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68. <https://doi.org/10.1039/C1RP90060A>
- Cárdenas García, I. y Cáceres Mesa, M. L. (2019). Las generaciones digitales y las aplicaciones móviles como refuerzo educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 25-31. <https://doi.org/10.62452/1hmndg60>
- Cebrián-Robles, D. (2015). *Diseño de instrumentos para medir la usabilidad, la satisfacción y aspectos técnicos de herramientas en la Web para la evaluación educativa* [Tesis Doctoral]. Universidad de Málaga. <http://hdl.handle.net/10630/10205>

- Cebrián-Robles, D. y Franco-Mariscal, A. J. (2018). Preservice elementary science teachers' argumentation competence: Impact of a training programme. *Instructional Science*, 46(5), 789-817. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4>
- Colucci, L., Camino, E., Barbiero, G. y Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, 90(2), 227-252. <https://doi.org/10.1002/sce.20109>
- Cook, D. H. (2014). Conflicts in chemistry: The case of plastics, a role-playing game for high school chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 91(10), 1580-1586. <https://doi.org/10.1021/ed4007277>
- Craciun, D. (2010). Role-playing as a creative method in science education. *Journal of Science and Arts*, 10(1), 175-182. <https://www.josa.ro/index.html?https%3A//www.josa.ro/josa.html>
- Cruz-Lorite, I. M., Acebal, M. C., Cebrian, D. y Blanco, Á. (2020). El juego de rol como estrategia didáctica para el desarrollo de la conciencia ambiental. Una investigación basada en el diseño. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1302-1302. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_educ\\_ambient\\_sostenibilidad.2020.v2.i1.1302](https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1302)
- España Ramos, E. (2023). El juego de rol como estrategia didáctica en el aula de ciencias. En A. J. Franco-Mariscal, J. M. Hierrezuelo-Osorio, M. J. Cano-Iglesias y A. Blanco (Coords.), *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Aplicado al aula de las ciencias* (pp. 21-30). Pirámide.
- España Ramos, E. y Prieto Ruz, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 71, 17-24. <https://doi.org/10.12795/IE.2010.i71.02>
- España Ramos, E. y Prieto Ruz, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3679>
- España Ramos, E., Rueda Serón, J. A. y Blanco López, A. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Enseñanza Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 763-779. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2821>
- Franco-Mariscal, A. J., Hierrezuelo-Osorio, J. M., Cano-Iglesias, M. J. y Blanco, Á. (Eds.) (2023). *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Aplicado al aula de las ciencias*. Pirámide.
- González García, F. J. y Prieto Ruz, T. (1998). Educar para la democracia. La Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Investigación en la Escuela*, 34, 59-67. <https://doi.org/10.12795/IE.1998.i34.06>
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>

- Howes, E. V. y Cruz, B. C. (2009). Role-playing in science education: An effective strategy for developing multiple perspectives. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 33-46. <https://doi.org/10.1007/BF03174721>
- Kimbrough, D. R., Dyckes, D. F. y Mlady, G. (1995). Teaching science and public policy through role playing. *Journal of Chemical Education*, 72(4), 295. <https://doi.org/10.1021/ed072p295>
- Levintova, E., Johnson, T., Scheberle, D. y Vonck, K. (2011). Global citizens are made, not born: Multiclass role-playing simulation of global decision making. *Journal of Political Science Education*, 7(3), 245-274. <https://doi.org/10.1080/15512169.2011.590075>
- López-Fernández, M. M., González, F. y Franco-Mariscal, A. J. (2021). Should we ban single-use plastics? A role-playing game to argue and make decisions in a grade-8 school chemistry class. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3947-3956. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00580>
- López-Fernández, M. M. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). El role-playing como oportunidad para argumentar en ciencias desde el problema social y cultural de la reapertura de una cantera. En F. M. Sirignano y R. Martínez-Roig (Eds.), *Educación, investigación e innovación en red*. Octaedro.
- Martínez, G. F., Mir, F. y García Romano, L. (2017). Caracterización de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. *Enseñanza de las Ciencias*, 1597-1604. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335517>
- Matas Terrón, A. (2003). Los juegos de rol como recurso formativo. Una aplicación en educación ambiental. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 55(2), 281-291.
- Moreno Martínez, N. M., Leiva Olivencia, J. J. y Matas Terrón, A. (2016). Mobile learning, gamificación y realidad aumentada para la enseñanza-aprendizaje de idiomas. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 16-34. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1709>
- Pipitone, C., Hierrezuelo-Osorio, J. M., García, Á. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). Juego de rol sobre movilidad sostenible con coches eléctricos o de combustible. En A. J. Franco-Mariscal, J. M. Hierrezuelo-Osorio, M. J. Cano-Iglesias y A. Blanco (Coords.), *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Aplicado al aula de las ciencias* (pp. 127-141). Pirámide.
- Pro Bueno, A. de, Pro Chereguini, C. de y Cantó Doménech, J. (2022). Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 185-202. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770210>

- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182. <https://doi.org/10.1080/0950069970190203>
- Ravetz, J. R. (1997). Simple scientific truths and uncertain policy realities: Implications for science education. *Studies in Science Education*, 30(1), 5-18. <https://doi.org/10.1080/03057269708560101>
- Rueda-Serón, J. A. (2018). *Las actividades de juego de rol en el marco de una propuesta en la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria contextualizada en el problema del calentamiento global* [Tesis Doctoral, Universidad de Málaga]. Repositorio Institucional UMA. <https://hdl.handle.net/10630/17317>
- Santoyo Sánchez, A., Pérez Torres, G., Hernández Valdez, E. R., Ornelas Aguirre, A. de J. y Heredia Gutiérrez, S. S. (2019). Body AR: Sistema educativo de anatomía basado en realidad aumentada. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11(1), 26-35. <https://doi.org/10.30973/progmat/2019.11.1/4>
- Serrano-Angulo, J. y Cebrián-Robles, D. (2014). Usabilidad y satisfacción de la e-rúbrica. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 12(1), 177-195. <https://doi.org/10.4995/redu.2014.6426>
- Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927. <https://doi.org/10.1080/09500690010016076>
- Simoneaux, L. (2008). Argumentation in socio-scientific contexts. En S. Erduran y M. Jiménez-Alexandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 179-199). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_9)
- Smythe, A. M. y Higgins, D. A. (2007). (Role) playing politics in an environmental chemistry lecture course. *Journal of Chemical Education*, 84(2), 241-244. <https://doi.org/10.1021/ed084p241>
- Solano Villanueva, C. A., Casas Díaz, J. F. y Guevara Bolanos, J. C. (2015). Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado. *Ingeniería*, 20(1), 101-105. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2015.1.a05>
- Valencia, J. (2023). Posicionamiento de maestros y maestras en formación inicial ante un problema sociocientífico ambiental planteado a través de un juego de rol. En D. Ortega y A. López (Coords.), *Educación y sociedad: claves interdisciplinares* (pp. 15180-1529). Octaedro.
- Valencia, J., Acebal, M. C. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). Juego de rol sobre la destrucción de un paraje natural. En A. J. Franco-Mariscal, J. M. Hierrezuelo-Osorio, M. J. Cano-Iglesias y A. Blanco (Coords.), *El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Aplicado al aula de las ciencias* (pp. 71-85). Pirámide.



## CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

### Contribuciones de los/as autores/as:

**Conceptualización:** Valencia; Juliana; Franco-Mariscal, Antonio Joaquín; **Software:** Valencia; Juliana; Franco-Mariscal, Antonio Joaquín; **Validación:** Antonio Joaquín; **Análisis formal:** López-Fernández, María del Mar; **Curación de datos:** López-Fernández, María del Mar; **Redacción-Preparación del borrador original:** López-Fernández, María del Mar; **Redacción-Re- visión y Edición:** López-Fernández, María del Mar, Valencia; Juliana; Franco-Mariscal, Antonio Joaquín; **Visualización:** López-Fernández, María del Mar, Valencia; Juliana; Franco-Mariscal, Antonio Joaquín; **Supervisión:** Antonio Joaquín; **Administración de proyectos:** Antonio Joaquín; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** López-Fernández, María del Mar, Valencia; Juliana; Franco-Mariscal, Antonio Joaquín.

**Financiación y agradecimientos:** 21ProyExcel\_00176, Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos, financiado por Junta de Andalucía, Proyectos Excelencia2021.

**Conflicto de intereses:** No hay conflicto de intereses.

### AUTOR/ES:

#### **María del Mar López-Fernández:**

Universidad de Málaga.

Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales, por la Universidad de Granada. Graduada en Biología por la Universidad de Málaga (2017). Máster en Profesorado de Educación Secundaria, especialidad Biología y Geología, por la Universidad de Málaga (2019). Se incorporó en 2021 al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga. Líneas investigación: desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y en el diseño y evaluación de aplicaciones móviles para la enseñanza de las ciencias. Pertenece al grupo de investigación en Enseñanza de las Ciencias y Competencias (ENCIC) PAIDI/HUM-974.

[mmarf@uma.es](mailto:mmarf@uma.es)

**Índice H:** 5

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0003-3572-5899>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.es/citations?user=2PYxY7QAAAAJ&hl=es>

**Juliana Valencia:**

Universidad de Málaga.

Doctora en Ciencias Biológicas. Se incorporó en 2018 al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, iniciando un doctorado en Ciencias de la Educación en 2021. Cuenta con numerosas comunicaciones a congresos, publicaciones y capítulos de libro. Evaluadora Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias y Revista Ápice. Participa en dos proyectos nacionales I+D y tres proyectos de innovación educativa. Su trayectoria investigadora abarca centros españoles (CSIC y Universidades de Extremadura, Córdoba y Málaga) y extranjeros (Universidad de Pisa, Marie Curie, París y contrato Marie S. Curie en Universidad de Oporto). Líneas de investigación: Pensamiento crítico y Biodiversidad.

[julianavalencia@uma.es](mailto:julianavalencia@uma.es)

**Índice H:** 15

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-8774-8315>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35868529300>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?user=3GRBu2AAAAAJ>

**Antonio Joaquín Franco-Mariscal:**

Universidad de Málaga.

Doctor por la Universidad de Cádiz y Licenciado en Ciencias Químicas. Profesor Titular de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga (2019-). Miembro del Grupo de Investigación PAIDI HUM-974 (ENCIC). Líneas de investigación: aplicaciones móviles, gamificación, pensamiento crítico. 141 artículos de investigación. Participante en 10 proyectos de investigación: 4 proyectos I+D+i nacionales del Ministerio de Educación consecutivos (2011-2024). Investigador principal de 2 Proyectos del Plan Nacional, y otro de Excelencia de la Junta de Andalucía (21Proy\_Excel00176) (2022-2025) (aplicaciones móviles).

[anjoa@uma.es](mailto:anjoa@uma.es)

**Índice H:** 21

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-8704-6065>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=25623140400>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.es/citations?user=CJpHunIAAAAJ&hl=es>