

# Estado del arte del aprendizaje basado en juegos educativos digitales y diseño e implementación de métodos estadísticos de validación aplicados a GBL

Autor: José Manuel Candilejo Egea, e-mail: jamacande.jmc@gmail.com

Tutor: Francisco Javier Muñoz Calle, e-mail: fjmc@us.es

Titulación: Ingeniería de las Tecnologías de la Telecomunicación

Departamento de Telemática

Universidad de Sevilla

**Resumen** - A los seres humanos nos gusta jugar por naturaleza. La gamificación es el uso de mecánicas de juegos en otros aspectos del día a día. Este campo, de reciente interés científico y con infinitud de posibles aplicaciones es en el que se centra esta investigación. Uno de los puntos de mayor interés es la aplicación de la gamificación en la educación. ¿Es beneficiosa? Y en caso afirmativo, ¿Cuáles son los factores que más afectan a una aplicación exitosa? Estas y otras preguntas similares son las que tratamos de responder en esta investigación.

Con una evaluación cuantitativa de los últimos ensayos realizados, tratamos de hallar los elementos recurrentes en las aplicaciones exitosas de gamificación a través de plataformas digitales. El resultado final es un sistema estadístico de validación de plataformas de aprendizaje basado en juegos. La investigación completa puede ser consultada en el repositorio de GitHub [https://github.com/LordOfHistory/TFG\\_GITT\\_Joscanego](https://github.com/LordOfHistory/TFG_GITT_Joscanego)

**Palabras Clave**- gamificación, ludificación, gbl, telemática, validación estadística

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es diseñar un sistema de validación estadística de plataformas tecnológicas de GBL, con la intención de poder aplicarse de forma sencilla y obtener unos resultados útiles para la valoración de sistemas gamificados de educación en desarrollo o incluso decisiones de adquisición de productos relacionados.

Para ello el trabajo se divide en dos grandes bloques, el primero es un análisis sistemático de los proyectos que se han realizado en el campo de la gamificación, enfocada en entornos tecnológicos, especialmente aplicados a la educación. A partir de las conclusiones que se obtengan de este análisis del estado del arte, se propondrá un modelo de validación y se realizará una prueba de este, lo que dará lugar al segundo bloque del proyecto.

Este trabajo se engloba dentro del interés de la Universidad de Sevilla en la gamificación. Concretamente dentro de un proyecto que hereda de Red Descartes [20] y

el Proyecto AJDA [21], y trata de continuar y dar nuevas funcionalidades a este último. Este proyecto promete más interactividad e importantes avances, como los que describen ya varios artículos y trabajos finales [22][23][24].

## I. ESTADO DEL ARTE DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EDUCATIVOS DIGITALES. REVISIÓN SISTEMÁTICA

### A. *Trasfondo*

Para empezar, deberíamos concretar el concepto de gamificación, una definición clásica es el uso de características de los juegos, en contextos que no son juegos [1].

Debido al carácter reciente de la tecnología hay muy poca literatura al respecto, son tan pocos los estudios realizados que aún no se ha dilucidado, siquiera, los potenciales efectos de la aplicación de gamificación a corto plazo, por lo tanto, mucho menos se conoce de sus implicaciones en escenarios de duración prolongada.

Mientras que hay estudios que sostienen la aplicación de la gamificación como algo fundamentalmente beneficioso [5], hay otros investigadores que consideran que las ventajas que puede aportar son sobradamente sobrepasadas por inconvenientes, como puede ser la falta de preparación de los docentes, las necesidades temporales de su aplicación, la falta de motivación inicial de los alumnos, etc. [6].

Por tanto, el problema consta de una serie de preguntas a las que debemos intentar dar respuesta:

- ¿Cómo es la gamificación educativa a través de nuevas tecnologías?
- ¿Es ésta beneficiosa? ¿Desde qué punto de vista?
- Si lo es, ¿Qué beneficios aporta? ¿Qué características potencia del alumno? ¿Qué cosas facilita al docente?
- ¿Qué sistema se ha usado para validar los resultados?
- Y por último ¿Qué elementos de la gamificación son los más importantes o destacables?

No existe ninguna investigación sistemática que trate estas preguntas desde el punto de vista de las nuevas tecnologías.

A partir de estas preguntas surge el objetivo final de este bloque: sintetizar la información de los últimos artículos sobre GBL centrándose especialmente en:

- Los resultados generales de las investigaciones (positivos o negativos).
- Los elementos de gamificación usados.
- Los sistemas de validación empleados.
- La metodología empleada en los estudios.
- La relación entre la telemática, las ciencias de la computación, la educación y la gamificación.

#### B. Recolección de datos y análisis

Se han buscado en las diferentes plataformas de publicaciones académicas artículos relacionados con experiencias empíricas con herramientas de gamificación digitales enfocadas en la educación. A través de términos relacionados se encontraron 1865 artículos que tras su lectura progresiva se fueron reduciendo hasta 100

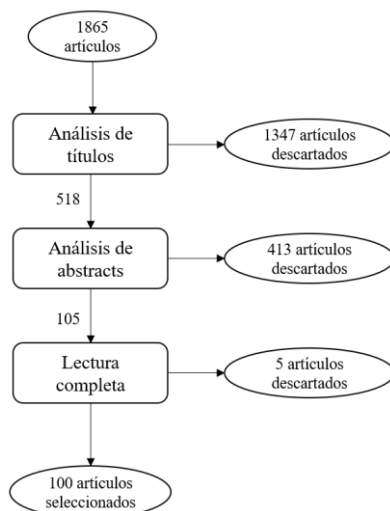


Fig. 1. Diagrama de selección de artículos

Antes de proceder al análisis de resultados, veamos las categorías a la que pertenecen las revistas de las que se han obtenido los artículos:

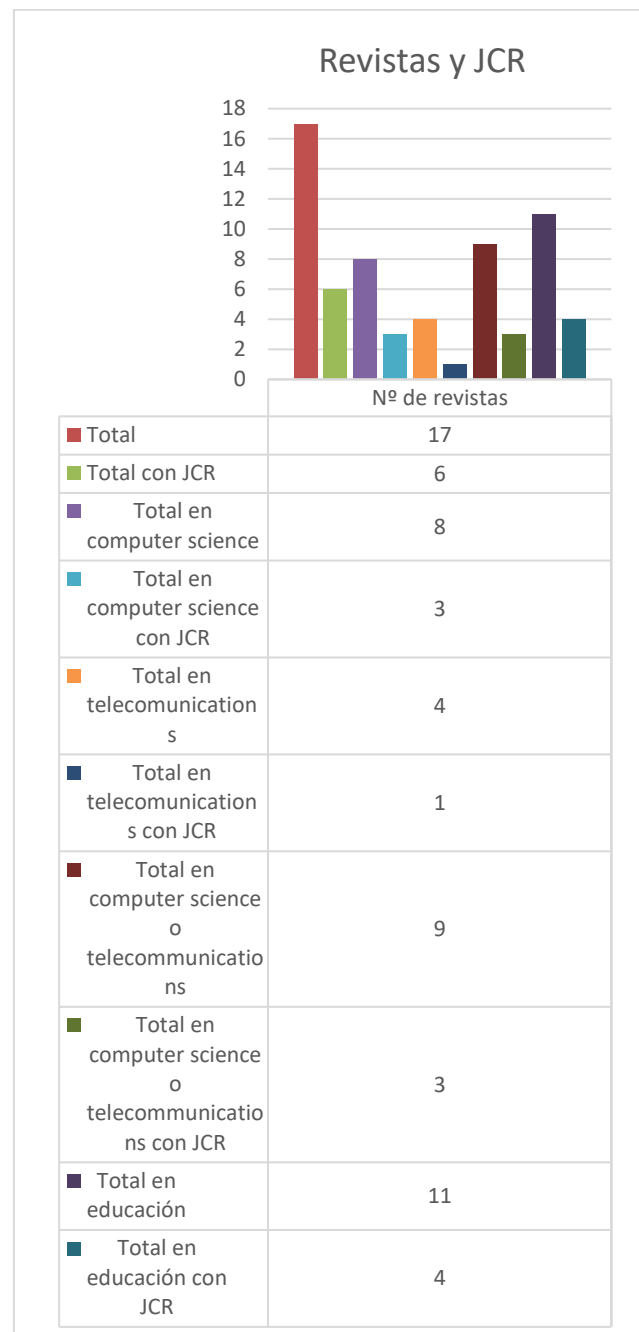


Fig. 2. Revistas y proporción de JCR

Se observa como una 52.9% de las revistas pertenecen a áreas de telecomunicaciones o computer science, haciendo patente la importancia de estos campos en la investigación. Analicemos ahora los resultados.

#### Resultados generales

Comenzando por el primer punto, los resultados generales. En primer lugar, debemos definir, que resultados se esperan de una aplicación gamificada. Se ha investigado al respecto, y se puede afirmar que la gamificación afecta fundamentalmente en tres aspectos referentes a la educación

- El aprendizaje: la adquisición final de conocimiento.

- La motivación: del alumno a la hora de adquirir nuevas habilidades o conocimiento.
- El comportamiento: el trabajo en grupo, la integración, y el ambiente general en el aula.

Teniendo esto en cuenta, se ha dividido los experimentos según sus resultados en estos aspectos en 4 categorías:

- Positivos: la experiencia habla concretamente de efectos positivos en uno o más de las dimensiones definidas anteriormente. Además, los otros campos no han sufrido alteraciones negativas, en todo caso, no varían con respecto al grupo de control o experiencias anteriores (permanecen neutros). Dentro de positivo, para añadir más granularidad se ha distinguido entre: ligeramente positivo, positivo y muy positivo.
- Neutros: no ha habido un incremento significativo en ninguno de los tres aspectos que se desean potenciar, tampoco ha habido efectos negativos.
- Negativos: algunos de los aspectos anteriores se han visto perjudicados por el experimento. Se ha distinguido, al igual que en los positivos entre: ligeramente negativo, negativo y muy negativo.
- No descrito: en el estudio no se especifica los resultados del experimento.

Los resultados generales quedan:

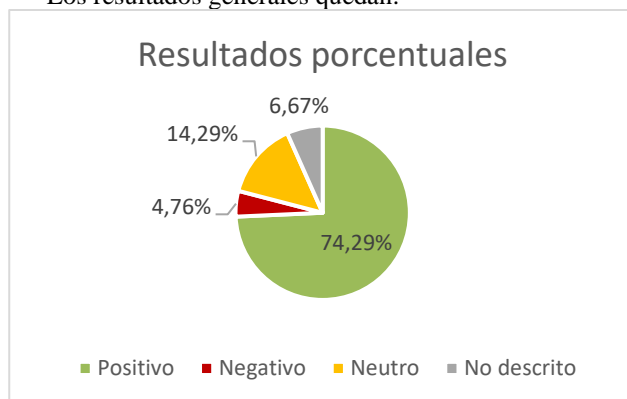


Fig. 3. Gráfico de resultados porcentuales

### Técnicas empleadas

El siguiente punto de interés consiste en analizar que técnicas de gamificación han sido empleadas en cada una de las 105 experiencias realizadas. En primer lugar, definiremos brevemente en que consiste cada una de las técnicas que han sido consideradas:

- Leaderboards: tablas de clasificación, donde se pueden ver los perfiles con mayor puntuación en ciertas actividades o conjuntos de actividades.
- Perfil personal: tener un perfil personalizable, un avatar, marcos, nicks, estados, etc. Suele ser una técnica que se aplica junto con recompensas que amplían las posibilidades de personalización en el perfil.
- Juegos interactivos: actividades que dependen de la interacción del jugador y, que sean entretenidas de alguna manera. Los quizzes entran dentro de esta categoría pero, debido a que son el tipo de

juego interactivo más frecuente, se ha decidido considerarlos a parte.

- Quizz: una pregunta, múltiples respuestas entre las que el usuario debe elegir. Es un formato muy básico pero que bien empleado puede dar muy buenos resultados. Un claro ejemplo de esto es Kahoot! [15].
- Gráficos llamativos: esta categoría es un cajón desastre que engloba todo un apartado gráfico considerable, modelado de elementos 3d, diseños llamativos, menús atractivos, animaciones y transiciones que sean interesantes para el objetivo de la gamificación. Puede que no parezca fundamental, pero puede tener un gran impacto en el resultado final.
- Logros: conjunto de objetivos generales que requieren de un dominio de ciertas mecánicas del sistema, o, de un trabajo reiterado para superar un obstáculo.
- Desafíos: misiones u objetivos a corto plazo.
- Sistema de puntos o monedas: sistema monetario dentro de la plataforma, ya sea para intercambio por otros elementos, virtuales o no, o simplemente como muestra de estatus (si es así es muy común que también se usen las leaderboards).
- Niveles de progreso: por los que debe avanzar el jugador.
- Narrativa: historia o relato que conecta las distintas actividades que se realizan en la plataforma.
- Interacción social: existe un método de comunicarse con otros participantes a través de la plataforma. Puede ser de forma directa, como un chat de texto, o indirecta, por ejemplo, mostrando tu progreso a otros jugadores para hacer el sistema más competitivo.
- Insignias: distintivos de haber cumplido ciertos requerimientos. Suelen ser recompensas por completar logros o desafíos.

Una vez tenemos claro cada categoría, procedamos a observar los resultados. Este gráfico nos muestra cada una de las técnicas y el número de veces que ha sido usada en los estudios analizados:

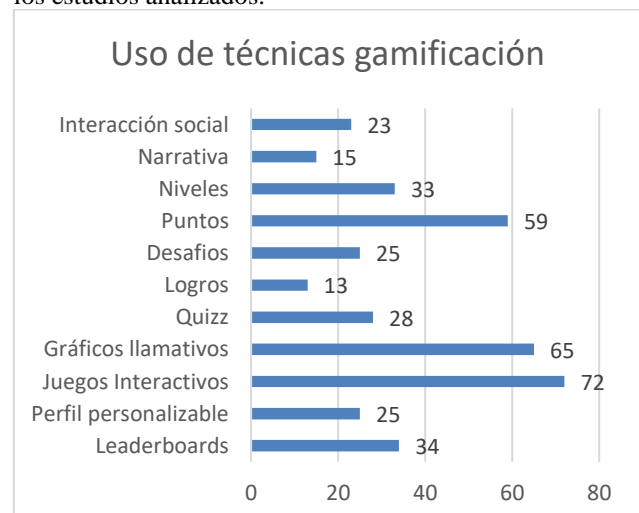


Fig. 4. Gráfico de uso de técnicas de gamificación

### Métodos de validación

Analizaremos ahora los tipos de validación que han aplicado los ensayos realizados. Como ya se ha comentado, cuando se realiza una aplicación de gamificación, los resultados se focalizan fundamentalmente en la motivación, el aprendizaje y el comportamiento del alumno. Los métodos de validación de las experiencias están por tanto centrados en percibir la evolución en estas áreas en general. Es por esto por lo que predominan los exámenes de conocimiento (para ver el aprendizaje del alumno) y los test de satisfacción con la experiencia (para analizar la motivación). Para analizar los métodos de validación se han considerado las siguientes categorías:

- Exámenes: enfocados en medir el conocimiento académico del alumno, la aplicación típica es hacer un examen previo a la experiencia gamificada (pre-test) y uno posterior (post-test) para evaluar las diferencias. Esto se usa, por ejemplo, en el artículo Green My Place: Evaluation of a Serious Social Online Game Designed to Promote Energy Efficient Behaviour Change [54].
- Encuesta de satisfacción (información cuantitativa): encuestas sobre la experiencia, enfocadas, en general a obtener mucha información de forma rápida. Suelen estar centradas en aspectos de motivación, easy of use, percepciones, etc. Dentro de esta categoría encontramos, por ejemplo, al modelo TAM del que hemos hablado anteriormente.
- Entrevistas (información cualitativa): seguimiento personalizado de un sujeto. Comúnmente se da en modo de entrevistas (que da nombre a la categoría), pero también puede ser, por ejemplo, una observación atenta durante el gameplay de los sujetos. Se obtienen datos de muy alta calidad, pero mucho menos numerosos de lo que se puede obtener con una encuesta o un examen. Está más relacionado con el aspecto del comportamiento de los participantes, aunque también involucra a la motivación de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que un estudio puede aplicar de ninguno a varios de estos métodos tenemos que, entre las 105 experiencias encontramos:

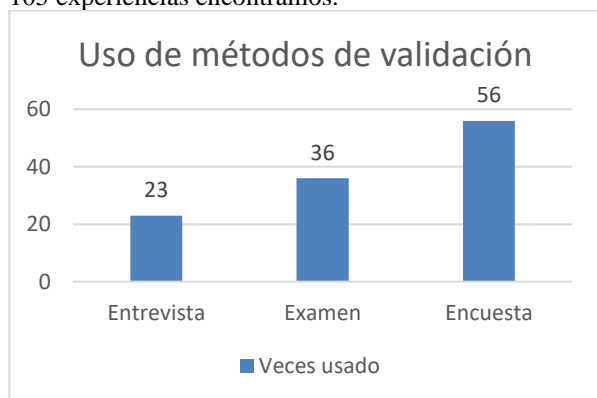


Fig. 5. Gráfico de sistemas de validación

Es de gran interés también ver como se han utilizado los métodos combinados entre sí, pues es esta combinación la que puede dar lugar a resultados mucho más detallados. Desde este punto de vista, obtenemos:

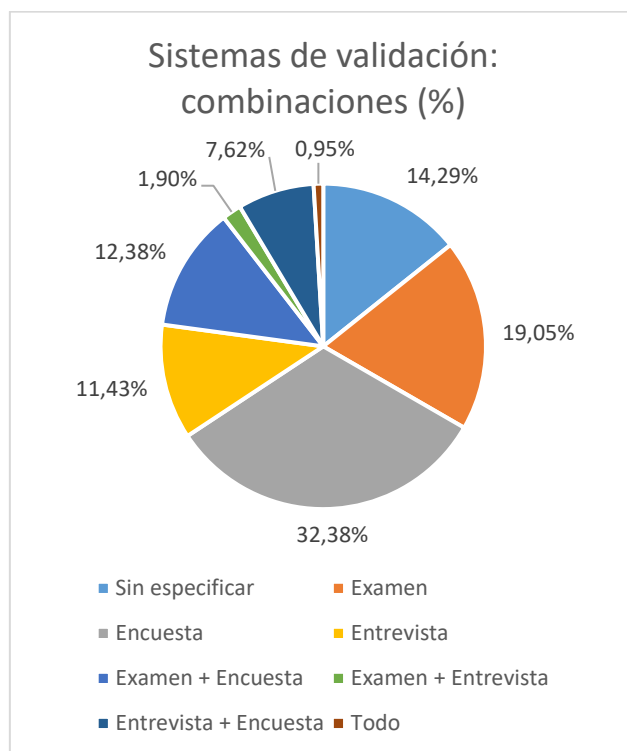


Fig. 6. Gráfico de combinaciones de sistemas de validación (%)

### Metodologías aplicadas

Por último, vamos a analizar de las metodologías que se han aplicado en las distintas experiencias. La información exacta que se ha recogido de cada estudio ha sido:

- Asignaturas: la asignatura o asignaturas sobre las que se han aplicado la gamificación.
- Participantes: número de participantes en la experiencia, en total.
- Grupos: número de grupos en los que se han dividido los participantes.
- Tamaño de los grupos experimentales.
- Grupo de control: si existe y su tamaño.
- Criterio de división por grupos: el criterio seguido a la hora de dividir a los participantes.
- Duración total: duración total de la experiencia.
- Frecuencia: frecuencia de aplicación de las sesiones gamificadas.
- Número de sesiones total.
- Duración de las sesiones.

### Asignaturas

Al analizar los artículos de han distinguido dos tipos fundamentales de aplicación gamificada (en referencia a las asignaturas). En primer lugar, aplicaciones o experiencias enfocadas a potenciar el aprendizaje de uno o varios aspectos concretos de una asignatura (por ejemplo, una aplicación de juegos matemáticos y puzzles lógicos).

Por otro lado, existen las aplicaciones destinadas a la gamificación general y mejorar la experiencia del curso completo, sin transmitir un conocimiento concreto de ninguna asignatura, estas últimas han sido englobadas en la categoría “General”.

De los 100 artículos, todos nos dan información de las asignaturas sobre las que se aplican. No hay ninguna aplicación, no general, que fortalezca más de una asignatura, es decir, las aplicaciones gamificadas tienden a usarse para reforzar la enseñanza de una sola asignatura a la vez. Esto no indica que haya herramientas que no permitan ser usadas en varias asignaturas.

La distribución de asignaturas queda así:

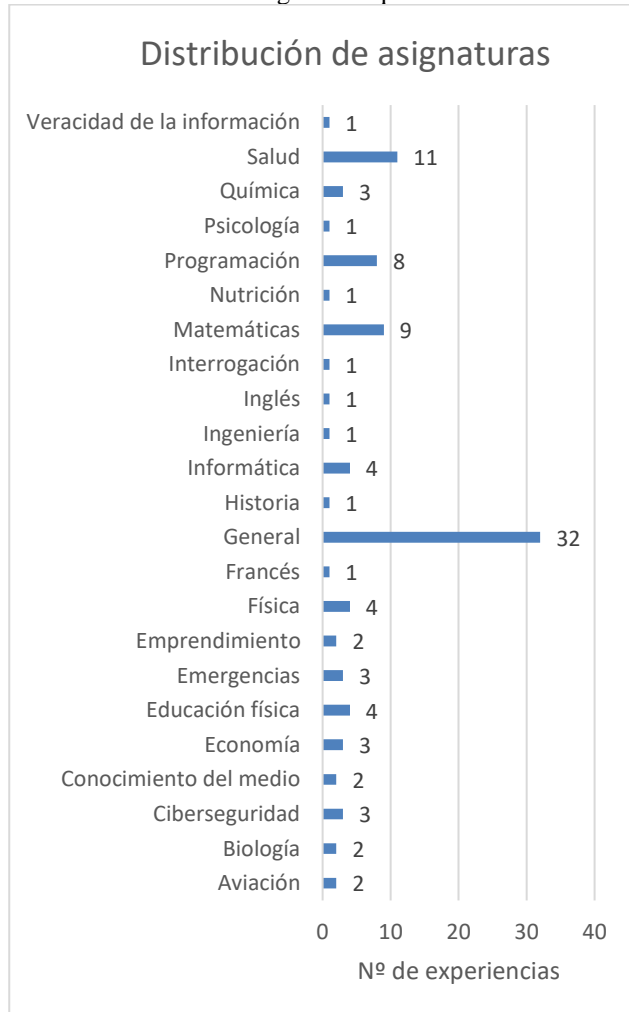


Fig. 7. Distribución de asignaturas

## Participantes

85 artículos dan información sobre el número de participantes en las experiencias. La media de participantes está en 98,04, siendo el máximo 473 y el mínimo 4. En este gráfico podemos ver algunos intervalos de números de participantes y las veces que se han usado.

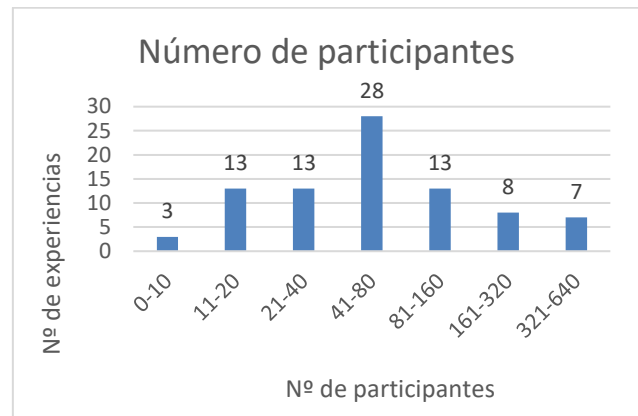


Fig. 8. Número de participantes

## Grupos

31 de los artículos describen el uso de grupos en su experiencia. El número medio de grupos es 4,38, siendo el máximo 26 y el mínimo 2. En este gráfico podemos ver las distribuciones por grupos que se han realizado:

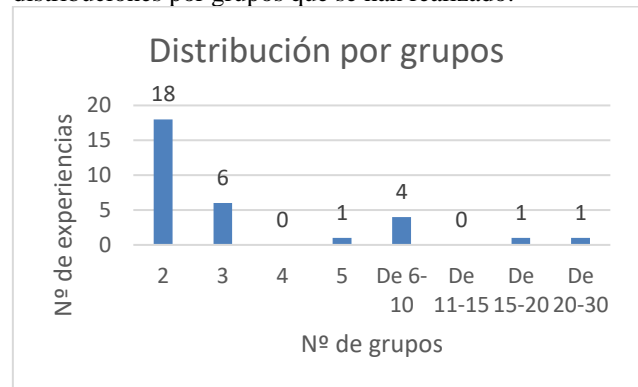


Fig. 9. Distribución por grupos

## Grupos de control

19 de los experimentos describen una metodología en la que se hacen uso de grupos de control.

## Tamaño de los grupos

33 de las experiencias describen el tamaño de los grupos de trabajo, de media tienen 41.20 participantes con un máximo de 212 y un mínimo de 2. Así mismo 19 artículos describen el tamaño de los grupos de control, estos tienen de media 63.10 participantes, con un máximo de 316 y un mínimo de 9. En esta gráfica podemos ver mejor la frecuencia de uso de distintos tamaños de grupo:

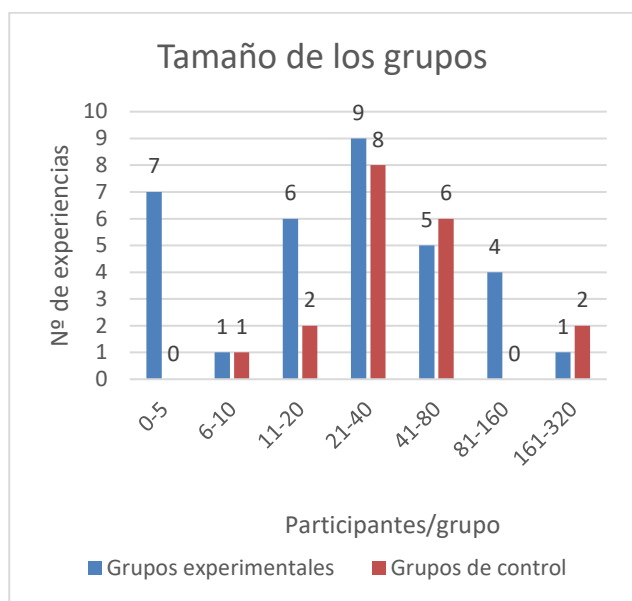


Fig. 10. Tamaño de los grupos

### Criterios de elaboración de grupos

30 de los artículos contenían información sobre qué criterios se habían aplicado a la hora de generar los distintos grupos experimentales y de control. Fundamentalmente, los grupos se generaban de forma aleatoria, pero algunos estudios han aplicado otros métodos como se ve en el siguiente gráfico:

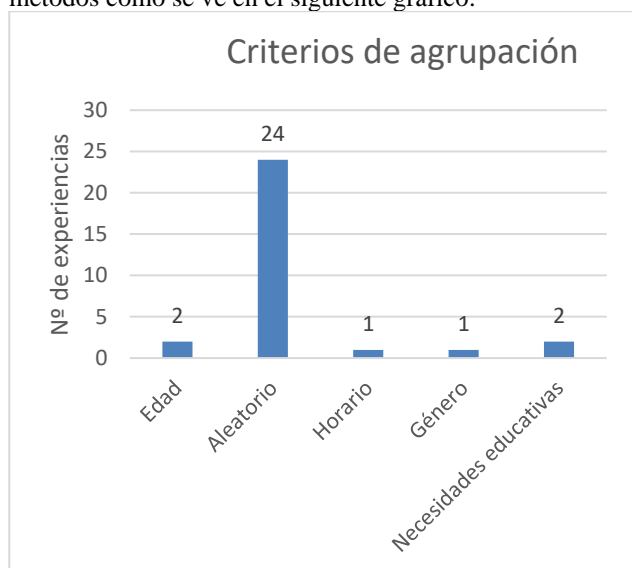


Fig. 11. Criterios de agrupación

### Duración de la experiencia

69 de los artículos dan información sobre la duración de la experiencia. La duración media es de 96.78 días, con un máximo de 1095 (3 años) y un mínimo de 1 día. Podemos ver en este gráfico los rangos de duraciones más usados:

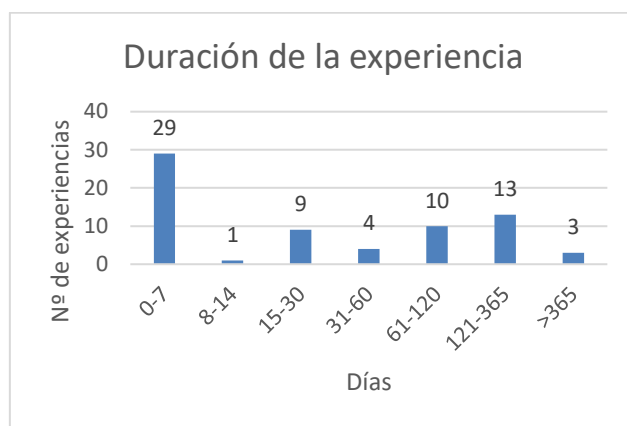


Fig. 12. Duración de las experiencias

### Frecuencia de aplicación

24 artículos describen con qué frecuencia se realizan sesiones de gamificación durante la experiencia. La media está en 2.38 sesiones por semana, siendo el máximo 15 y el mínimo 0.019 (1 sesión al año). Las frecuencias más usuales se pueden consultar en este gráfico:

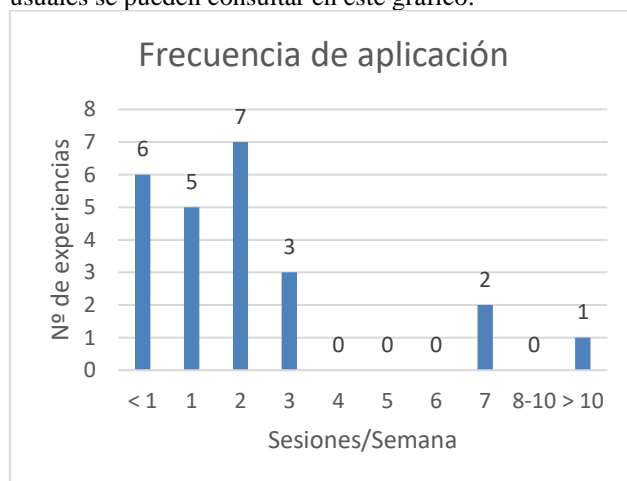


Fig. 13. Frecuencias de aplicación de sesiones

### Número total de sesiones

55 artículos definen el número total de sesiones. La media de sesiones es de 15.15, con un máximo de 298 y un mínimo de 1. Los números de sesiones más habituales quedan reflejados en este gráfico:



Fig. 14. Número de sesiones

### Duración de las sesiones

34 de los artículos dan información respecto a la duración de las sesiones. En promedio, las sesiones se



extienden por 58.38 minutos, con un máximo de duración de 180' (3 horas) y un mínimo de 5'.

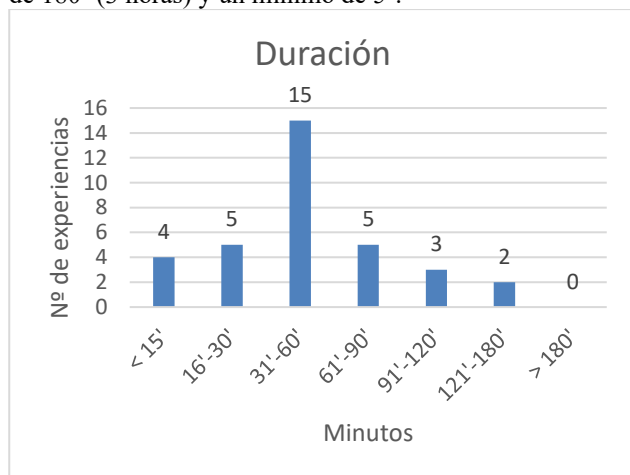


Fig. 15. Duración de las sesiones

### C. Resultados y conclusiones

Con la síntesis de los datos que hemos realizado los resultados saltan a la vista. Las experiencias descritas tienen resultados positivos en el 75% de los casos, ofrece generalmente más beneficios de los inconvenientes que puedan surgir. Cabe destacar, además que uno de los casos en los que la gamificación tiene un resultado negativo es debido principalmente a problemas con el diseño de la plataforma, y no tanto con la actividad gamificada en sí [116].

Por otro lado, la técnica de gamificación más usada es la incorporación de juegos interactivos, seguida de cerca de gráficos llamativos.

Las técnicas de gamificación con mayor porcentaje de éxito son los sistemas de niveles, la interacción social y el perfil personalizable. Sin embargo, estas tres técnicas se han usado relativamente poco, por lo tanto, podemos afirmar que la gran ganadora en la relación porcentaje de éxito – porcentaje de uso son los juegos interactivos y los gráficos llamativos.

La técnica que peores resultados a dado son los quizzes, donde solo un 68% de las veces que se ha aplicado ha tenido éxito el proyecto. Sin embargo, el uso de leaderboards es la que ha dejado más resultados directamente negativos, casi en un 9% de los casos.

El método de validación más usado han sido las encuestas, debido probablemente a que es el más sencillo de realizar. Sin embargo, creo que están lejos de dar una visión completa de los resultados obtenidos, y han sido combinados en ciertas ocasiones con exámenes o entrevistas para obtener una visión más completa de la situación. Se puede observar, de hecho, que la correlación entre métodos combinados y resultados positivos es notablemente más alta que el de los métodos de validación de forma individual.

Por último, en cuanto a metodologías de aplicación, vemos que hay una amplia diversidad, y cada aspecto es un mundo en sí mismo. Sin embargo, si podemos afirmar que la tendencia general de aplicación es positiva, ya que

las configuraciones metodológicas más elegidas tienen todas alta tasa de éxito, por encima del 75%.

Como conclusión, queda mostrado que la gamificación es una tecnología cuya aplicación es potencialmente beneficiosa, al menos en el sector educativo. Además, su proyección a futuro es inmensa, pues son todavía muy pocos los estudios al respecto, pero todos apuntan hacia una misma dirección.

Queda demostrado también que las aplicaciones de gamificación con mayor éxito son aquellas que se toman en serio a sí mismas y a sus jugadores, diseñando juegos interesantes con un apartado artístico suficiente para llamar la atención del participante. Asimismo, cabe destacar que el hecho de que los elementos a enseñar estén conectados por una narrativa aporta un gran valor a la experiencia, así como que incorpore mecánicas que nos permiten interactuar con el mundo que se nos presentan. Sin duda son necesarios más estudios que prueben técnicas de gamificación y su implicación en el resultado final de la experiencia.

En cuanto a los sistemas de validación, observamos un popurrí de opciones poco claro donde priman las valoraciones cuantitativas. También se ha observado en varios artículos el uso de formularios tipo TAM o exámenes de análisis de nivel. Pero ninguno que dé resultados notablemente más fiables que el resto.

La gamificación es un campo en el que queda mucho por escribir y del que vamos teniendo noticias en intervalos cada vez más cortos. Poco a poco se va instaurando en la sociedad y, en términos generales, parece que su asentamiento será un paso hacia delante en el desarrollo tecnológico humano.

## II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE VALIDACIÓN APLICADOS A GBL

### A. Contextualización y definiciones iniciales

Como venimos comentando, no existen métodos de validación integrales que abarquen todos los aspectos de la gamificación. Gracias a la revisión sistemática llevada a cabo, estamos en posición para definir de forma más exacta el alcance de una aplicación de gamificación, lo que es absolutamente necesario para el diseño de nuestro método de validación. Esta definición se estructura en dos grandes bloques, que nos permitirán tener claro las variables medibles y como medirlas, estos bloques son, los aspectos de la gamificación y los actores de esta. Pero antes de hablar de estos bloques definamos que queremos obtener con el método que estamos diseñando.

Este método tiene un objetivo principal y varios objetivos secundarios:

- Objetivo principal: Determinar si el uso de gamificación (usando herramientas telemáticas) en el ámbito educativo resulta beneficios o no (referido a partir de ahora como Obj1).
- Objetivos secundarios:
  - Determinar qué aspectos de la educación se ven beneficiados por la gamificación (A partir de ahora Obj2A).

- Determinar que parámetros metodológicos afectan a los resultados. (Obj2B).

Para determinar con precisión el objetivo principal nos apoyaremos considerablemente en el Obj2A, e intentaremos acotar y responder todo lo posible a las preguntas que nos plantea el Obj2B.

Para ello, analizaremos los aspectos fundamentales a los que afecta la gamificación. Repasando y resumiendo todos los artículos que han sido tratados consideran beneficios aportados por la gamificación en ninguno o varios de estos aspectos:

- Resultado académico: conocimiento final adquirido por los participantes.
- Motivación: entusiasmo y gusto por participar en las actividades propuestas, y habitualmente en otras actividades que trascienden el entorno gamificado.
- Comportamiento: mejora de capacidades sociales, trabajo en equipo, integración, etc. Al igual que la motivación, son beneficios que pueden trascender el entorno gamificado.

Estos tres aspectos están especialmente orientados a cumplir los objetivos Obj1 y Obj2A.

Además de los beneficios de la gamificación, debemos tener en cuenta aspectos de diseño y metodología a la hora de puntuar un sistema gamificado, para poder cumplir el Obj2B. Dentro del diseño podemos distinguir entre:

- Diseño técnico de la herramienta de gamificación: referente a mecánicas, distribución, implementación, organización y aspectos similares de la aplicación
- Diseño de contenido: donde prima que el contenido se adecue a lo que se pretende enseñar, evalúe de forma adecuada, no infrinja leyes de derechos de autor, y tenga un diseño bonito y fresco.
- Diseño metodológico: relativo a la preparación, participación e implementación.

Al agrupar los aspectos de la gamificación en estos seis pilares, podemos focalizar nuestro estudio de forma más sencilla.

Una vez definidos los aspectos a evaluar, debemos identificar de donde podemos obtener información. Es obligatorio, entonces, analizar los actores de la gamificación, quiénes intervienen en el proceso, pues ellos serán nuestra fuente de información. Se identifican, de manera inconfundible, 2 actores activos y 1 pasivo. Debido a la naturaleza de la gamificación en la educación, que es una transmisión de conceptos de forma amena [14], se han decidido nombrar emisor y receptor a los actores activos:

- Emisor: es la persona o entidad que proporciona y aplica el sistema de gamificación a una situación dada. Normalmente en un entorno educativo, será el profesor que decide usar una aplicación gamificada para profundizar en el conocimiento de una asignatura de una forma innovadora.
- Receptor: es la persona o grupo de personas que participaran en la actividad gamificada y están

expuestos a recibir sus resultados. En una experiencia en el aula, serían el conjunto de alumnos que participan.

Cabe destacar que, típicamente la recolección de datos se ha centrado fundamentalmente en el receptor de la gamificación. Sin embargo, son numerosos los estudios que avalan que una aplicación exitosa de esta tecnología requiere también de emisores dispuestos a implementarla e implicados en su evolución y desarrollo [130][17]. Es por esto por lo que se consideran fuentes importantes de datos relevantes para la puntuación de la experiencia.

Por último, el actor pasivo de la gamificación es el observador. Éste no participa activamente en la experiencia, pero puede aportar datos de carácter general. Será, por ejemplo, la persona u organización interesada en testear un sistema de gamificación, que observará todo el experimento sin intervenir activamente en él. Será la figura que aporte información de entorno, como por ejemplo el curso y nivel educativo en el que se lleva a cabo el experimento u observaciones sociodemográficas de la muestra.

### *B. Proceso de diseño*

Una vez tenemos claro los conceptos macroscópicos del método que queremos diseñar, (un método de validación combinado, que incluya todos los aspectos de la gamificación y la opinión de todos los actores y de respuesta a nuestros objetivos), debemos desglosar y desarrollar todos los detalles que queremos tener en cuenta. Para ello debemos definir:

- Metodología
- Parámetros/Características/Variables: que deseamos medir durante la experiencia

### **Metodología**

Finalmente, toca decidir la metodología a aplicar. Este apartado está estrechamente relacionado con el objetivo 2B y debe ser tratado con sumo cuidado. Para ello vamos a apoyarnos en la investigación realizada en el estado del arte. Para poder hacer una propuesta coherente de método de aplicación y validación debemos definir:

- Metodología de la experiencia: cómo va a aplicarse la herramienta. Grupos, sesiones, extensión en el tiempo, etc.
- Método de validación: que vamos a usar para validar la experiencia. Encuestas, exámenes, entrevistas, etc.

### **Metodología de la experiencia**

Dado que el sistema que describimos trata de presentar una forma objetiva de valorar métodos de gamificación, es muy importante tener claro algunos aspectos concretos de la metodología a seguir. Son especialmente importantes aquellos relacionados con la duración y alcance del experimento pues es muy claro que pueden afectar en gran manera a los resultados, por ello, se van a proponer tres metodologías “estándar” para dotar un poco de uniformidad a las experiencias y permitir así comparar los resultados. Antes, sin embargo, hay que desarrollar unas reflexiones previas.



Como hemos visto en el Bloque I la metodología de aplicación abarca varios aspectos de la experiencia, en concreto: asignaturas, participantes, grupos, duración total, frecuencia de aplicación, número de sesiones y duración de las sesiones. Para definir las tres metodologías nos centraremos mayoritariamente en la duración total, ya que la duración es un parámetro que depende mucho de la herramienta desplegada y su propuesta educativa. Si es una herramienta que pretende complementar la educación de un tema en concreto tendrá una duración concreta para la que este diseñado. Por el contrario, si es una suite de trabajo, o intranet gamificada para los alumnos su aplicación se puede extender de forma indefinida. El resto de los parámetros se construirán a su alrededor, y cada herramienta podrá elegir una metodología en función de sus objetivos. Las metodologías propuestas son:

Tabla I  
MÉTODO BULLET

Parámetro	Valor
Asignaturas	Según aplicación (normalmente 1)
Participantes	≥ 10, son requisitos bajos pero suficientes para arrojar resultados considerables, como se ve en la Figura 15.
Grupos	<b>Sin grupos</b> , obviamente si se quieren aplicar grupos de trabajo, debido a requerimientos de la aplicación, bien, pero debido al reducido número de participantes no se cree necesario.
Grupo de control	<b>No requerido</b> , recomendable.
Duración total	<b>1 día – 7 días</b> . Lo justo y necesario para que todos los participantes prueben la experiencia
Frecuencia de aplicación	<b>1 sesión/semana</b>
Número de sesiones	<b>1 sesión/alumno</b>
Duración de las sesiones	Máximo 2h, no debería exceder la media de <b>1h</b> .

Tabla II  
MÉTODO BLITZ

Parámetro	Valor
Asignaturas	Según aplicación (normalmente 1)
Participantes	≥ 20, ligeramente por debajo de la media de alumnos por aula en España, según el Instituto Nacional de Estadística [153].
Grupos	Recomendable de <b>20 personas máximo</b> . Tamaño más utilizado según los resultados que arroja la Figura 17. Trabajar con grupos más

	grandes se vuelve una tarea ardua. Cabe destacar que la <b>distribución</b> por grupos se hará siempre de forma <b>aleatoria</b> , a menos que la aplicación lo requiera de otra forma.
Grupo de control	<b>Muy recomendable</b> . Para obtener más valor de los resultados. Cabe destacar que, de existir grupo de control, este debe tener compartir el mayor número de características con el grupo experimental para obtener resultados de la mayor calidad posible. Tamaño de grupo semejante, profesorado compartido, nivel académico similar, misma edad, misma proporción de alumnos con altas capacidades o necesidades especiales, etc. Contra más puntos comunes, mejor.
Duración total	≤ <b>120 días</b> (4 meses), esta franja engloba la mayor parte de los ensayos que se realizan, dando gran versatilidad al método.
Frecuencia de aplicación	Recomendado, al menos <b>1 sesión/semana</b>
Número de sesiones	<b>Según duración</b>
Duración de las sesiones	Máximo 2h, no debería exceder <b>1h</b> de media.

Tabla III  
MÉTODO EXTENDED

Parámetro	Valor
Asignaturas	Según aplicación (normalmente 1)
Participantes	≥ <b>20</b>
Grupos	Recomendable de <b>20 personas máximo</b> . <b>Distribuidos</b> de forma <b>aleatoria</b> , a menos que la aplicación lo requiera de otra forma.
Grupo de control	<b>Muy recomendable</b> .
Duración total	> <b>120 días</b> (4 meses).
Frecuencia de aplicación	Recomendado, al menos <b>1 sesión/mes</b>
Número de sesiones	<b>Según duración</b>
Duración de las sesiones	Máximo 2h, no debería exceder <b>1h</b> de media.

### Método de validación

Siguiendo los resultados del Bloque I, se propone: un informe previo, dos exámenes, una encuesta y una entrevista.

El informe previo es responsabilidad del observador, es decir la persona que controla y dirige el estudio. Su objetivo es definir las variables de control que envuelven la experiencia concreta que se va a realizar. Historial

académico de los alumnos, grupo al que se aplica, curso académico, deberes, partes de clases habituales, diversidad del alumnado, etc. Así mismo, este análisis previo de la situación ayudará a decir al observador aspectos de la metodología a aplicar como el tamaño de la muestra, la duración posible, los métodos, etc. Tiene un carácter más orientativo y de control que de recolección de resultados, se ha decidido incorporar porque en cualquier estudio que pretenda un poco de seriedad es muy importante tener controlado el entorno en el que se realiza el mismo.

Los dos exámenes, pre-test y post-test es una de las técnicas que más se ha usado en los artículos que se han analizado en el Bloque I, por ejemplo [33], [34], [35] o [48]. Es una forma muy sencilla de analizar el aspecto educativo de la gamificación y por ello vamos a hacer uso de ella siempre que sea posible, si en algún caso no se pudieran realizar ambos exámenes sería suficiente con el post-test.

La encuesta, uno de los métodos de recolección de información más extendido, y método más empleado por los estudios analizados (53,33% de uso), nos permitirá indagar en las percepciones de los receptores en los aspectos motivacionales y de diseño de la aplicación.

Por último, se ha decidido incluir una entrevista al emisor de la gamificación, que nos permita obtener información cualitativa para evaluar el aspecto referente al comportamiento de la gamificación. Esto se ha decidido siguiendo estudios que demuestran que la figura del emisor es de vital importancia en la aplicación de gamificación [17]. Él es quien puede ofrecer una visión de conjunto de los receptores de forma más precisa y quien otorga el fin a la herramienta gamificada, decidiendo si volverá a emplearla o no.

### **Parámetros/Características/Variables**

En esta sección definiremos de forma final los parámetros que se desean medir, su relación con los aspectos de la gamificación y objetivos del método, el actor al que se le requerirá, el método por el que se obtendrá, una definición y referencias de porqué se ha elegido ese parámetro y no otro, etc. La forma más organizada que se ha considerado para esto es en forma de tabla, ordenados por aspecto y parámetro de forma alfabética:

TABLA IV  
PARÁMETROS, CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES EVALUADAS

<b>Id</b>	<b>Pa- rámetro</b>	<b>Definición</b>	<b>Aspecto - Objetivo</b>	<b>Método</b>
#1	Conoci- miento posterior	Com- prensión de la materia después de la experi- encia	Académico - Obj2A	Post-exa- men
#2	Conoci- miento previo	Conoci- miento so- bre la mate- ria de forma previa a la experiencia	Académico - Obj2A	Pre-exa- men

<b>Id</b>	<b>Pa- rámetro</b>	<b>Definición</b>	<b>Aspecto - Objetivo</b>	<b>Método</b>
#3	Cambios en los partes	Cambios en el número de partes que tienen lugar	Compór- tamiento - Obj2A	Entrevista
#4	Compór- tamiento en el recinto	Compór- tamiento de los recep- tores du- rante el de- sarrollo de la actividad	Compór- tamiento - Obj2A	Entrevista
#5	Inte- gración percibida	Integración entre los re- ceptores durante el transcurso de la ac- tividad	Compór- tamiento - Obj2A	Entrevista
#6	Ruido en el recinto	Niveles de alboroto du- rante el de- sarrollo de la actividad	Compór- tamiento - Obj2A	Entrevista
#7	Socializa- ción perci- bida	Capaci- dades so- ciales de- sarrolladas por los re- ceptores durante la actividad	Compór- tamiento - Obj2A	Entrevista
#8	Copyright	No se in- fringe copy- right	Diseño de contenido - Obj2B	Entrevista
#9	Fiabilidad del con- tenido	El con- tenido de la aplicación es veraz y fiable	Diseño de contenido - Obj2B	Encuesta
#10	Practi- cidad del contenido	El con- tenido de la aplicación es útil	Diseño de contenido - Obj2B	Encuesta
#11	Respeto de los derechos humanos	No hay con- tenido en contra de los derechos humanos	Diseño de contenido - Obj2B	Entrevista

<b>Id</b>	<b>Pa- rámetro</b>	<b>Definición</b>	<b>Aspecto - Objetivo</b>	<b>Método</b>
#12	Sistematización del contenido	El aprendizaje sucede de forma progresiva	Diseño de contenido - Obj2B	Encuesta
#13	Validez del contenido	El contenido se adecua a la materia que debe aprender el receptor	Diseño de contenido - Obj2B	Encuesta
#14	Adecuación de la duración	La duración de la actividad se adapta al contenido	Diseño metodológico - Obj2B	Encuesta
#15	Adecuación de la frecuencia de aplicación	La aplicación regular de la gamificación se hace en intervalos adecuados	Diseño metodológico - Obj2B	Encuesta
#16	Adecuación de los grupos de trabajo	Los grupos de trabajo tienen un tamaño adecuado	Diseño metodológico - Obj2B	Encuesta
#17	Adecuación del medio de aplicación	El método por el que se aplica la herramienta es adecuado	Diseño metodológico - Obj2B	Entrevista
#18	Adecuación del número de profesores	Hay suficientes docentes para atender al grupo	Diseño metodológico - Obj2B	Encuesta
#19	Facilidad de uso percibida	Del modelo TAM, actitud de los usuarios hacia los requerimientos a la hora de usar la herramienta	Diseño metodológico - Obj2B	Encuesta
#20	Facilidad de uso percibida (emisor)	Actitud del emisor hacia los requerimientos a la hora de usar la herramienta	Diseño metodológico - Obj2B	Entrevista

<b>Id</b>	<b>Pa- rámetro</b>	<b>Definición</b>	<b>Aspecto - Objetivo</b>	<b>Método</b>
#21	Adecuación del diseño	El diseño estético se adapta al receptor	Diseño técnico - Obj2B	Encuesta
#22	Comodidad del diseño	La navegación es intuitiva y sencilla	Diseño técnico - Obj2B	Encuesta
#23	Control del emisor	El emisor tiene capacidad para controlar y gestionar la experiencia	Diseño técnico - Obj2B	Entrevista
#24	Frescura del diseño	El diseño es atractivo y adecuado	Diseño técnico - Obj2B	Encuesta
#25	Preferencia personal (emisor)	Preferencia entre los métodos tradicionales o la experiencia gamificada	Diseño técnico - Obj2B	Entrevista
#26	Probabilidad de reutilización	Probabilidad de que el emisor vuelva a proponer la experiencia	Diseño técnico - Obj2B	Entrevista
#27	Protección de datos	Los datos de la aplicación están protegidos de forma adecuada	Diseño técnico - Obj2B	Entrevista
#28	Utilidad percibida (emisor)	Percepción de la actividad como una herramienta útil	Diseño técnico - Obj2B	Entrevista
#29	Asignatura/s	Asignaturas en las que se aplicará la herramienta	General - Obj2B	Informe Previo
#30	Datos sociales y demográficos	Edad, sexo, nivel de estudios, nacionalidad, etc	General - Obj2B	Encuesta
#31	Deberes habituales	Cantidad media de deberes suministrados a los receptores	General - Obj2B	Informe Previo

Id	Pa- rámetro	Definición	Aspecto - Objetivo	Método
#32	Diversidad de los receptores	Identificación entre los receptores de personas de altas capacidades o necesidades especiales	General - Obj2B	Informe Previo
#33	Duración	Registro de la duración de la experiencia	General - Obj2B	Informe Previo
#34	Historial académico	Vistazo general del nivel medio de los receptores en la asignatura en la que vamos a implementar la gamificación	General - Obj2A	Informe Previo
#35	Partes habituales	Partes de clase aproximados que se producen durante un periodo de tiempo	General - Obj2A	Informe Previo
#36	Actitud hacia el uso	Del modelo TAM, actitud frente a la actividad	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#37	Aprendizaje percibido	Sensación de aprendizaje de los participantes	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#38	Colaboración percibida	Sentimientos de colaboración desarrollados por la actividad desarrollada	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#39	Competitividad percibida	Sentimientos de competitividad desarrollados por la actividad desarrollada	Motivacional - Obj2A	Encuesta

Id	Pa- rámetro	Definición	Aspecto - Objetivo	Método
#40	Disfrute percibido	Del modelo TAM, grado en el cual encuentra la actividad placentera	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#41	Intención de uso	Del modelo TAM, disposición de usar la herramienta para el propósito propuesto	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#42	Motivación con la materia	Ilusión por la materia que se imparte a través de la experiencia gamificada	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#43	Preferencia personal	Preferencia entre los métodos tradicionales o la experiencia gamificada	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#44	Utilidad percibida	Variable inspirada en el modelo TAM, percepción de la actividad como una herramienta útil	Motivacional - Obj2A	Encuesta
#45	Valoración global (emisor)	Opinión global de la experiencia	Valoración global - Obj2A	Entrevista
#46	Valoración global (receptor)	Opinión global de la experiencia	Valoración global - Obj2A	Encuesta
#47	Valoración global académica	Opinión global de la experiencia	Valoración global - Obj2A	Entrevista
#48	Valoración global de comportamiento	Opinión global de la experiencia	Valoración global - Obj2A	Entrevista
#49	Valoración global motivacional	Opinión global de la experiencia	Valoración global - Obj2A	Entrevista

Estos parámetros se evaluarán a través de 82 preguntas distribuidas en los métodos de evaluación descritos

anteriormente. En el informe previo tendremos las preguntas:

TABLA V  
PREGUNTAS EN INFORME PREVIO

ID	Pregunta
Q1	Nombre de la aplicación
Q2	Fecha de inicio
Q3	Duración estimada
Q4	Centro
Q5	Curso
Q6	Asignatura/s
Q7	Profesores
Q8	Observadores
Q9	Número de alumnos
Q10	Observaciones
Q11	Número de participantes de altas capacidades
Q12	Número de participantes con necesidades educativas especiales
Q13	Media académica global de los participantes (en la/s asignatura/s)
Q14	Métodos de evaluación usados
Q15	¿Relación entre resultados de pruebas objetivas y métodos de evaluación?
Q16	Actitud del alumno hacia el aprendizaje (general)
Q17	Evaluación personal del docente de la actitud académica de los alumnos
Q18	Media semanal de deberes
Q19	Media semanal de sanciones por comportamiento
Q20	Porcentaje mensual de asistencia a clase (cómputo global aproximado)
Q21	Integración del alumnado en actividades grupales
Q22	Integración del alumnado con necesidades especiales o de altas capacidades (si los hubiera)
Q23	Valoración general del docente de la convivencia

En la encuesta:

TABLA VI  
PREGUNTAS ENCUESTA

ID	Pregunta
Q24	Edad
Q25	Nacionalidad
Q26	Género
Q27	Curso
Q28	Me ha gustado el diseño estético de la aplicación
Q29	La paleta de colores y las animaciones eran de mi agrado

ID	Pregunta
Q30	La herramienta se siente original y moderna
Q31	La herramienta NO se percibe anticuada y obsoleta
Q32	No he tenido problemas a la hora de navegar por la herramienta, he podido llegar donde quería de forma rápido
Q33	La distribución de los menús y pestañas es intuitiva y fácil de comprender
Q34	La herramienta es accesible de forma rápida y sencilla, sin necesidad de mucha preparación previa
Q35	La herramienta me ayuda a comprender la materia que aprender
Q36	El contenido que ofrece la herramienta se adecúa a la materia que estoy estudiando en clase
Q37	Me parece que los contenidos expuestos por la aplicación son útiles
Q38	Me parecen interesantes las cosas que he aprendido mediante la herramienta, ya que son prácticas en mi día a día.
Q39	El contenido enseñado en la herramienta es veraz y coincide con el que he obtenido en clase
Q40	No he encontrado contradicciones ni errores conceptuales mientras usaba la herramienta
Q41	No me he encontrado ejercicios que hayan bloqueado mi experiencia debido a su dificultad
Q42	La dificultad a lo largo de toda la experiencia ha sido progresiva, así como los conceptos que se enseñan
Q43	La duración de la experiencia ha sido adecuada
Q44	La herramienta me ha parecido útil para mi aprendizaje
Q45	Creo que gracias a la herramienta he aprendido los conceptos de forma más sencilla
Q46	Estoy dispuesto a repetir una experiencia similar en otros cursos o asignaturas
Q47	Si pudiera usar esta herramienta en casa, para repasar, la usaría
Q48	Recomendaría esta herramienta a amigos o familiares, si tuvieran que aprender los conceptos que enseña
Q49	He disfrutado mientras usaba la herramienta
Q50	Las actividades que se proponen en la experiencia son divertidas y entretenidas
Q51	La materia que se enseña me motiva a continuar usando la herramienta.
Q52	Considero que he aprendido bastante sobre la materia
Q53	El uso de la herramienta me ha llevado a colaborar con otros compañeros

ID	Pregunta
Q54	Colaborar con compañeros me ha ayudado a avanzar en la experiencia
Q55	Mientras usaba la herramienta he percibido competitividad con otros compañeros
Q56	Me motivaba competir con otros compañeros para ver quien obtenía mejores puntuaciones
Q57	Prefiero el uso de estas herramientas a la enseñanza tradicional
Q58	Creo que la frecuencia con la que se ha usado la herramienta es la adecuada
Q59	Creo que los grupos de trabajo tienen un tamaño adecuado
Q60	Considero que había suficientes profesores para gestionar todo el desarrollo de la actividad
Q61	Puntúe la experiencia del 0 al 10
Q62	Comente brevemente que le ha parecido la experiencia, justificando el punto anterior.
Q63	Indique que cosas mejoraría a nivel general, así como los puntos fuertes de la experiencia.

Y por último en la entrevista:

TABLA VII  
PREGUNTAS ENTREVISTA

ID	Pregunta
Q64	¿Cree que la herramienta es útil para ayudar en la educación? ¿Por qué? ¿Qué puntos fuertes destacaría? ¿Y puntos débiles?
Q65	¿Le ha parecido sencilla de usar? Intuitiva, sin muchos requisitos, etc. Describa en general, el proceso que involucra el uso de la herramienta en el aula, si se producen pérdidas de tiempo y que incidentes ha vivido (si se ha dado el caso), que hayan alterado al funcionamiento de esta.
Q66	¿Cree que utilizará la herramienta para impartir esta materia el año que viene? Razone su respuesta.
Q67	Durante la experiencia, ¿ha sentido en todo momento la situación bajo control? ¿sentía que tenía capacidad para moderar la actividad de forma fácil? Indique si le pareció que la herramienta incluye suficientes opciones de moderación y en caso contrario describa alguna que le hubiese gustado encontrar.
Q68	En cuanto al contenido que incluye la herramienta, ¿vio algún contenido inadecuado, en contra de los derechos humanos, o las leyes de copyright? Si la respuesta es afirmativa, describa brevemente la sección o escena donde tiene lugar.
Q69	¿Respeto la aplicación la privacidad de sus alumnos? ¿Ha observado alguna sección donde se violen las leyes de protección de datos? Si la respuesta es afirmativa, describa brevemente la sección o escena.

ID	Pregunta
Q70	¿Le ha parecido que los medios tecnológicos que usa la herramienta son adecuados? Describa su experiencia, que medios requiere y si sugeriría alguna mejora en este aspecto.
Q71	Describa, en general, el comportamiento de los alumnos durante la actividad. ¿Fue adecuado? ¿Mejor o peor que en una clase habitual? ¿Hubo algo que le llamara la atención? Si lo hubo descríballo brevemente.
Q72	¿Se formó escándalo o alboroto durante el desarrollo de la actividad? Si la respuesta es sí ¿cuáles fueron las causas?
Q73	¿Percibió mejoras en la integración entre los alumnos? Describa brevemente las experiencias que tuvo relativas a este tema.
Q74	¿Percibió en los alumnos cambios en la sociabilidad? ¿Sentimientos de competitividad o colaboración? Describa brevemente las experiencias que observo entre sus alumnos relativas a este tema.
Q75	¿Prefiere el uso de la herramienta a las clases tradicionales? ¿Cree que hace la enseñanza más fácil o más compleja? ¿Cree que es algo que se podría incorporar a la enseñanza a largo plazo?
Q76	Durante el uso de la herramienta. ¿Ha visto la cantidad de partes de comportamiento necesarios cambiada? ¿Para bien o para mal?
Q77	Valore la experiencia general del 0 al 10
Q78	Describa brevemente la experiencia y justifique la puntuación anterior.
Q79	Describa cuales han sido los puntos fuertes de la experiencia y que cosas mejoraría.
Q80	¿Crees que ha ayudado a que el alumno trabaje y aproveche la asignatura?
Q81	¿Crees que los juegos están debidamente aplicados? ¿Permiten valorar el aprendizaje del aluno de forma eficaz y objetiva?
Q82	¿Crees que ha sido útil para motivar a trabajar la asignatura?

Se adjunta en este apartado una última tabla donde se asocia cada parámetro con las preguntas que lo evalúan:

TABLA VIII  
ASOCIACIÓN PARÁMETROS-PREGUNTAS

ID	Parámetro	Preguntas asociadas
#1	Conocimiento posterior	Examen 1
#2	Conocimiento previo	Examen 2
#3	Cambios en los partes	Q76
#4	Comportamiento en el recinto	Q71
#5	Integración percibida	Q73
#6	Ruido en el recinto	Q72



ID	Parámetro	Preguntas asociadas
#7	Socialización percibida	Q74
#8	Copyright	Q68
#9	Fiabilidad del contenido	Q39,Q40
#10	Practicidad del contenido	Q37,Q38
#11	Respeto de los derechos humanos	Q68
#12	Sistematicidad del contenido	Q41,Q42
#13	Validez del contenido	Q35,Q36
#14	Adecuación de la duración	Q43
#15	Adecuación de la frecuencia de aplicación	Q58
#16	Adecuación de los grupos de trabajo	Q59
#17	Adecuación del medio de aplicación	Q70
#18	Adecuación del número de profesores	Q60
#19	Facilidad de uso percibida	Q34
#20	Facilidad de uso percibida (emisor)	Q75
#21	Adecuación del diseño	Q28,Q29
#22	Comodidad del diseño	Q32,Q33
#23	Control del emisor	Q67
#24	Frescura del diseño	Q30,Q31
#25	Preferencia personal (emisor)	Q66
#26	Probabilidad de reutilización	Q65
#27	Protección de datos	Q69
#28	Utilidad percibida (emisor)	Q64
#29	Asignatura/s	Q6
#30	Datos sociales y demográficos	Q24,Q25,Q26,Q27
#31	Deberes habituales	Q18
#32	Diversidad de los receptores	Q11,Q12
#33	Duración	Q2,Q3
#34	Historial académico	Q13
#35	Partes habituales	Q19

ID	Parámetro	Preguntas asociadas
#36	Actitud hacia el uso	Q46
#37	Aprendizaje percibido	Q52
#38	Colaboración percibida	Q53,Q54
#39	Competitividad percibida	Q55,Q56
#40	Disfrute percibido	Q49,Q50
#41	Intención de uso	Q47,Q48
#42	Motivación con la materia	Q51
#43	Preferencia personal	Q57
#44	Utilidad percibida	Q44,Q45
#45	Valoración global (emisor)	Q77,Q78,Q79
#46	Valoración global (receptor)	Q61,Q62,Q63
#47	Valoración global académica	Q80
#48	Valoración global de comportamiento	Q82
#49	Valoración global motivacional	Q81

### C. Procesamiento de los datos

#### Base Teórica

Debemos transformar las respuestas de las preguntas en puntuación de nuestros parámetros y, posteriormente, estas puntuaciones en respuestas a nuestros objetivos.

Para ello, se aplicarán en primer lugar una serie de estadísticos sobre las respuestas y luego un método de decisión multicriterio (AHP en este caso) para dar la respuesta final a nuestros objetivos.

#### Estadísticos

Debemos definir como obtendremos las valoraciones de los. Estos valores se obtienen a partir de los datos de los exámenes, encuestas y entrevistas. Pero para un correcto funcionamiento, las puntuaciones de los criterios deben ser homogéneas, es decir estar representados en una misma escala, no como actualmente donde tenemos: textos de opiniones, datos entre 1-5, o entre 0-10, etc.

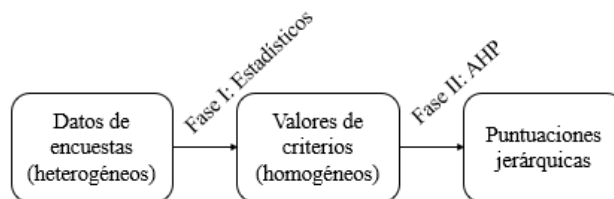


Fig. 16. Procesamiento de los datos

Debemos decidir entonces:

- Escala de puntuación homogénea
- Estadísticos de la Fase I

En cuanto a la escala. Este aspecto no es de vital importancia, pero sí digno de considerar. El punto crítico de las puntuaciones está en los modelos que recogen los datos, donde dotar de más o menos libertad a los participantes puede influir de forma directa en los resultados. En el apartado 7.2 definimos las puntuaciones que se iban a usar y porqué. Ahora sencillamente necesitamos un sistema que aglutine todos los diversos métodos de recogida de datos bajo un criterio común. Se ha decidido usar una escala entre 0 y 5 siguiendo un esquema clásico al que estamos muy acostumbrados, heredado de las reseñas del sector terciario y ampliamente usado hoy en día. La puntuación por “estrellas” es un clásico de la era de internet y encaja de maravilla con la filosofía que queremos transmitir en los resultados de este método.

Aun así, es indiferente la escala final, y si se desea usar otro método de puntuación basta con re-escalar las puntuaciones. En este documento ajustaremos todos los datos obtenidos, para que acaben otorgando un valor entre 0 y 5.

Este ajuste se realizará mediante el cálculo de estadísticos sobre los datos brutos de las encuestas. ¿Qué estadísticos y pruebas debemos usar? Existen multitud de ellos entre los que destacan, por su amplia difusión:

- Promedio (Media): La media aritmética es la suma de todos los valores en un conjunto de datos dividida por el número de valores en el conjunto. Es una medida central que representa un valor típico del conjunto. [184]
- Varianza: La varianza mide la dispersión de los valores individuales con respecto a la media. Es la media de los cuadrados de las diferencias entre cada valor y la media. [185]
- Prueba t de Student: La prueba t de Student es una prueba estadística utilizada para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Se basa en la distribución t de Student y ayuda a inferir sobre las poblaciones a partir de muestras pequeñas. [186]
- Coeficiente de Correlación Pearson: Mide la relación lineal entre dos variables continuas. El coeficiente varía entre -1 y 1, donde -1 indica una correlación negativa perfecta, 1 indica una correlación positiva perfecta, y 0 indica falta de correlación lineal. [187]
- Desviación Estándar: La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza. Representa la medida de la dispersión o variabilidad de los datos en relación con la media. Valores mayores indican mayor dispersión. [188]

Dado que en general, lo que nosotros deseamos es analizar la opinión global de los participantes, el estadístico que más usamos es el promedio, como en otros muchos métodos de evaluación de satisfacción [189]. Además, para reforzar algunas de las conclusiones y hacer

ciertas comprobaciones se usarán esporádicamente la varianza y la prueba t de student.

## Metodología AHP (Analytic Hierarchy Process)

Profundicemos, entonces, un poco en AHP.

AHP es un proceso estadístico que fue diseñado para tomar decisiones multicriterio entre múltiples opciones, ampliamente extendido y usado en multitud de campos [152]. Fue publicado originariamente por Thomas Saaty en 1980 [161] y creemos que complementa perfectamente el análisis que estamos haciendo de experiencias gamificadas.

El AHP se basa en la descomposición de un problema en una estructura jerárquica de criterios y alternativas, facilitando una evaluación sistemática y cuantitativa. Este procedimiento nos permite balancear de forma perfecta los pesos de cada uno de los parámetros medidos y su aportación final. Para establecer la estructura jerárquica se deben definir:

1. **Objetivo Principal:** Definir claramente el objetivo de la toma de decisiones.
2. **Criterios:** Identificar los factores clave que influyen en la decisión.
3. **Subcriterios:** Descomponer los criterios en subcriterios, si es necesario.
4. **Alternativas:** Listar las opciones disponibles que deben ser evaluadas.

Una vez que se ha establecido la estructura jerárquica, se procede al proceso de evaluación, que consta, básicamente de 4 pasos:

**Comparaciones pareadas:** Los elementos se comparan de dos en dos en función de su importancia relativa en cada nivel jerárquico. Para realizar esta comparación, se utiliza una Escala Fundamental, definida por Saaty:

TABLA IX  
ESCALA FUNDAMENTAL DE COMPARACIÓN POR PARES

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Este enfoque es crucial en el método, ya que el cerebro humano tiene una habilidad excepcional para comparar dos criterios o alternativas entre sí, pero no tanto cuando

tiene que realizar comparaciones conjuntas. De hecho, la Ley de Weber-Fechner establece que el menor cambio discernible en la magnitud de un estímulo es proporcional a la magnitud de dicho estímulo. Como la relación entre el estímulo y la percepción corresponde a una escala logarítmica, si un estímulo crece en progresión geométrica, la percepción evolucionará como una progresión aritmética. Es por esta razón que AHP emplea una escala fundamental del 1 al 9, la cual ha sido comprobada empíricamente en situaciones reales muy diversas y ha demostrado ser satisfactoria [161].

Para estas comparaciones pareadas se suele recurrir a un panel de expertos. Esto permite asegurarnos un balance perfecto de los criterios y subcriterios. Consiste como su nombre indica, en que un conjunto de personas con amplios conocimientos en la materia a evaluar (los expertos), valoren, según su criterio, los distintos elementos que componen los niveles jerárquicos. Estas valoraciones nos permiten luego obtener resultados mucho más precisos en las ponderaciones.

Se usa una encuesta que compara dos a dos los criterios y subcriterios de manera que el experto puede ir dictaminando cuanta importancia tiene cada aspecto en relación con el resto [153]. Esta comparación por pares es otro de los puntos claves del método, pues se sabe a ciencia cierta, que la capacidad comparativa del ser humano en elementos tomados de dos en dos es muy superior a comparativas hechas con un abanico más amplio de opciones.

**Matriz de Comparaciones Pareadas (MCP):** Las comparativas de los diferentes criterios dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de comparaciones pareadas. Esta matriz posee una serie de propiedades muy interesantes:

Reciprocidad, sea  $a_{ij}$  el número de la matriz en la fila  $i$  y columna  $j$ :

$$\text{Si } a_{ij} = x; a_{ji} = \frac{1}{x}$$

*Siendo  $a_{ij}$  el valor que ocupa la fila  $i$  y columna  $j$  de la MCP*

Homogeneidad:

*Si  $i$  es igual de importante que  $j$ ;*  
 $a_{ij} = a_{ji} = 1$ ,

*Además  $a_{ii} = 1 \forall i$*

Consistencia. La matriz no debe contener contradicciones en la valoración realizada.

Para el cálculo de la consistencia se usa el índice de consistencia (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde  $\lambda_{max}$  identifica al máximo autovalor y  $n$  es la dimensión de la matriz. Si  $CI = 0$  significa que la consistencia es completa. Una vez obtenido CI, se calcula la proporción de consistencia (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Donde RI es el índice aleatorio, que indica la consistencia de una matriz aleatoria:

TABLA X  
ÍNDICE ALEATORIO SEGÚN TAMAÑO DE LA MATRIZ

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Con la proporción de consistencia aceptamos las ponderaciones siempre que estén por debajo de los límites indicados en la tabla 12:

TABLA XI  
RATIO DE CONSISTENCIA MÁXIMO

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

**Cálculo de prioridades:** Una vez verificada la consistencia, se obtienen los pesos, la importancia de cada criterio, mediante el método de los autovalores. Para ello, AHP propone resolver la siguiente ecuación:

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w$$

Donde A es la matriz y w el autovector.

**Evaluación de alternativas:** Los pasos anteriores nos dejan el sistema “afinado” solo a falta de introducirle datos. Cada alternativa a evaluar ofrecerá puntuaciones concretas para cada subcriterio, al aplicarle a esas puntuaciones las prioridades finales calculadas anteriormente se obtiene una evaluación que ha tenido en cuenta todos los criterios y subcriterios de forma jerárquica y permite compararlo con otras alternativas que serán igualmente evaluadas:

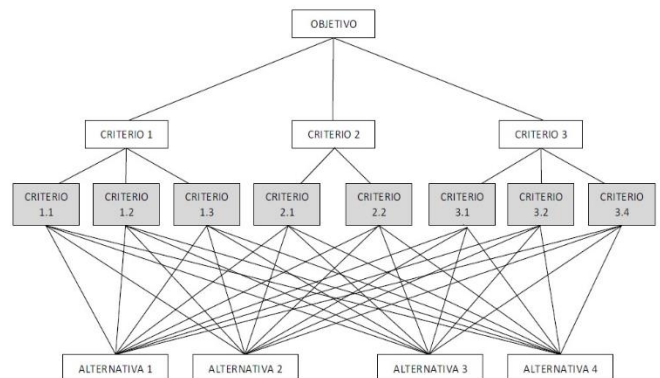


Fig. 17. Estructura macroscópica de AHP

### Valoración final

Una vez que todos los parámetros, características y variables han sido analizados, y tienen una puntuación (aquellos que son puntuables), y tenemos calculados los pesos de cada criterio y subcriterio con AHP, toca combinarlo adecuadamente para obtener los resultados del método.

Recordando los objetivos de la metodología desarrollada (6.1) queremos fundamentalmente:

- Determinar si la gamificación ha sido beneficiosa. Obj1.
- Determinar qué aspectos se han visto beneficiados/perjudicados. Obj2A.
- Determinar qué elementos o metodologías afectan positiva/negativamente al resultado. Obj2B.

Lo primero que hacemos es recordar si cada parámetro sirve para cumplimentar el Obj2A o el Obj2B. Así nos queda una tabla donde están los parámetros divididos de esta forma:

TABLA XII  
TABLA DE CLASIFICACIÓN DE VALORACIÓN FINAL

Parámetros Obj2A	Id	Parámetros Obj2B	Id
Conocimiento posterior	#1	Copyright	#8
Conocimiento previo	#2	Fiabilidad del contenido	#9
Cambios en los partes	#3	Practicidad del contenido	#10
Comportamiento en el recinto	#4	Respeto de los derechos humanos	#11
Integración percibida	#5	Sistematicidad del contenido	#12
Ruido en el recinto	#6	Validez del contenido	#13
Socialización percibida	#7	Adecuación de la duración	#14
Historial académico	#34	Adecuación de la frecuencia de aplicación	#15
Partes habituales	#35	Adecuación de los grupos de trabajo	#16
Actitud hacia el uso	#36	Adecuación del medio de aplicación	#17
Aprendizaje percibido	#37	Adecuación del número de profesores	#18
Colaboración percibida	#38	Facilidad de uso percibida	#19
Competitividad percibida	#39	Facilidad de uso percibida (emisor)	#20

Parámetros Obj2A	Id
Disfrute percibido	#40
Intención de uso	#41
Motivación con la materia	#42
Preferencia personal	#43
Utilidad percibida	#44
Valoración global (emisor)	#45
Valoración global (receptor)	#46
Valoración global académica	#47
Valoración global de comportamiento	#48
Valoración global motivacional	#49

Parámetros Obj2B	Id
Adecuación del diseño	#21
Comodidad del diseño	#22
Control del emisor	#23
Frescura del diseño	#24
Preferencia personal (emisor)	#25
Probabilidad de reutilización	#26
Protección de datos	#27
Utilidad percibida (emisor)	#28
Asignatura/s	#29
Datos sociales y demográficos	#30
Deberes habituales	#31
Diversidad de los receptores	#32
Duración	#33

Con esta información y, aplicando la ponderación de AHP podemos calcular una puntuación que responda a cada objetivo.

### III. DISEÑO Y REALIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

#### A. Aplicaciones desarrolladas para la experimentación práctica

Para poder realizar un pequeño experimento probando el sistema se han desarrollado dos prototipos de herramienta que permitan recabar los datos de la forma más sencilla posible. Estas son una pequeña página web y una hoja de cálculo, ambas herramientas disponibles en el GitHub del proyecto [191]. Cabe destacar que el objetivo principal de este estudio no es el desarrollo de estas herramientas, sino su fundamento teórico, por ello han de tomarse como lo que son, prototipos y extremar las precauciones si se pretenden usar en entornos de producción (no recomendable).

#### B. Diseño de experimentos

Para validar los resultados de este estudio se pretenden hacer tres experiencias donde poner a prueba toda la teoría desarrollada. Cada experiencia encajará dentro de una de

las tres metodologías descritas en el apartado 7.2.1. Debido al tiempo y medios de los que disponemos se ha realizado la 1ª experiencia, y las otras dos se dejan maquetadas como puntos de continuación de este estudio:

### **Proyecto Pony (Metodología Bullet)**

Experiencia rápida para probar la metodología Bullet y los sistemas de validación desarrollados. Para diseñar este experimento hemos tenido en cuenta los recursos disponibles y vamos a tratar de obtener la máxima información de estos. Disponemos de 4 profesores de 5 asignaturas distintas dispuestos a probar una herramienta de gamificación. Para maximizar los resultados, todos los ensayos seguirán una línea común, pero tendrán pequeñas diferencias de entorno entre ellos que nos permitirán analizar la repercusión de ciertos parámetros en el resultado final. Entremos directamente en los requisitos del proyecto, se propone:

TABLA XIII  
PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO PONY

	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
Asignaturas	Servicios Telemáticos Avanzados	Integración de Sistemas y Servicios	Sistemas Operativos
Herramienta	Kahoot!	Kahoot!	Kahoot!
Participantes	43	10	10-15
Grupos	3	1	1
Profesores	Francisco Javier Muñoz Calle	Francisco Javier Muñoz Calle	María Teresa Ariza Gómez
Grupo de control	Sí, 1 de los 3 grupos será de control	No	No
Duración total	2 semanas	2 semanas	3 semanas
Frecuencia de aplicación	1 vez/semana	1 vez/semana	1 vez/semana
Número de sesiones	2	2	3
Duración de las sesiones	20'	20'	20'
Recompensa	Sí	Sí	No

	Experiencia 4	Experiencia 5	Experiencia 6
Asignaturas	Física y Química	Física y Química	Fundamentos de Programación I
Herramienta	Juegos AJDA	Juegos AJDA	Kahoot!
Participantes	11	11	30
Grupos	1	1	1
Profesores	Jesús Manuel Muñoz Calle	Jesús Manuel Muñoz Calle	Francisco José Fernández Jiménez
Grupo de control	No	No	No
Duración total	2 semanas	2 semanas	2 semanas
Frecuencia de aplicación	2 veces/semana	2 veces/semana	1 vez/semana
Número de sesiones	4	4	2
Duración de las sesiones	20'	60'	20'
Recompensa	Sí	Sí	No

Las sesiones consistirán sencillamente en 20' de juego con la herramienta al finalizar las clases teóricas correspondientes, el grupo de control no participará en la actividad y continuará con las clases como de costumbre. Además, en las experiencias 1,3 y 4 las mejores puntuaciones en Kahoot! contarán con una recompensa en la asignatura, que funcionará como incentivo a la participación y cuya influencia analizaremos en el análisis de resultados.

Para la recolección de los datos se usarán las herramientas descritas en el apartado 9. Sobre cada documento cabe resaltar:

- Debido a las limitaciones temporales no se realizará pre-test (sus resultados serán considerados 0, de forma que los parámetros asociados sigan siendo útiles y consistentes).
- El post-test queda a cargo de los profesores, a los que se les solicitara, sencillamente, los primeros resultados académicos que tengan relación con la parte de la materia en la que se ha aplicado la herramienta.
- La encuesta a los participantes se realizará en los 5 últimos minutos de la última sesión.
- El informe previo será completado por el profesor, cuando sea posible, durante la 1ª semana de la experiencia.
- Igualmente, se solicitará al profesor que complete la entrevista, cuando tenga la

posibilidad, una vez ha acabado la experiencia.

Como se puede observar, las 5 experiencias están dentro de la metodología Bullet, debido a su corta duración, pero con pequeños cambios entre ellas:

- La experiencia 1 será la más estándar, conformada por 2 grupos experimentales y un grupo de control lo que nos permitirá centrarnos en la comparación de resultados académicos
- Las experiencias 2 y 3 nos permiten comparar la inclusión de recompensa y su implicación en los aspectos de comportamiento.
- En la experiencia 4 experimentamos duplicando la frecuencia de aplicación.
- En la experiencia 5 probamos aumentando la duración de las sesiones, para ver que efecto produce esto.
- Por último, la experiencia 6 nos permite analizar el impacto de un grupo más numeroso en la experiencia.

Una vez se recojan los datos de la experiencia, se procesarán siguiendo la metodología expuesta en el apartado anterior, procesamiento de datos, para obtener unas conclusiones definitivas.

### **Proyecto VaK (Metodología Blitz)**

Experiencia intermedia para poner a prueba la metodología blitz y los sistemas de validación desarrollados. Entremos directamente en los requisitos del proyecto, se propone:

TABLA XIV  
PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO VAK

Parámetro	Valor
Asignaturas	1 asignatura
Herramienta	Quizz (a través de kahoot)
Participantes	Al menos <b>20 participantes</b>
Grupos	Cuatro grupos que se enfrentan por la victoria en un concurso por bandos
Profesores	1 profesor
Grupo de control	No
Duración total	3 meses
Frecuencia de aplicación	1 sesión/ 2 semanas
Número de sesiones	6
Duración de las sesiones	30'

Las sesiones se ajustarán lo máximo posible a este timeline:

SESIÓN: 30' aplicación de la herramienta gamificada

Excepto las sesiones inicial y final que serán un poco más largas para poder realizar las pruebas de obtención de datos, en la sesión inicial el pre-test y el informe inicial, y en la final la encuesta y la entrevista.

### **Proyecto Lfante (Metodología Extended)**

Experiencia extensa para probar la metodología extended y los sistemas de validación desarrollados. Entremos directamente en los requisitos del proyecto, se propone:

TABLA XV  
PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO LFANTE

Parámetro	Valor
Asignaturas	1 asignatura
Herramienta	Quizz (a través de kahoot)
Participantes	Al menos <b>30 participantes</b>
Grupos	Tres grupos que se enfrentan por la victoria en un concurso por bandos
Profesores	1 profesor
Grupo de control	Sí, 15 de los 30 participantes serán parte del grupo de control
Duración total	1 curso
Frecuencia de aplicación	1 sesión/mes
Número de sesiones	9 sesiones
Duración de las sesiones	30'

Las sesiones seguirán los mismos timelines descritos para el proyecto VaK.

### ***C. Resultados del Proyecto Pony***

En este apartado se detalla cómo se realizó la batería de experimentos propuestos bajo el nombre “Proyecto Pony”, cuyo objetivo es llevar a un entorno práctico los procedimientos diseñados.

### **Planificación y documentación del emisor**

Una vez realizado el planteamiento teórico de los experimentos toca llevarlos a la práctica. Para ello se realizaron una serie de pasos de cara a los emisores:

1. Solicitar la participación a los profesores, a través de un e-mail.
2. Recoger y ordenar la información de cada profesor: capacidades técnicas, número de alumnos, tiempo disponible, etc.
3. Planificar las experiencias de cada profesor en función de los recursos disponibles.
4. Preparar la documentación de cada profesor: que recogiera de forma sintetizada todos los procedimientos necesarios para llevar a buen puerto el ensayo. Estos documentos se personalizaron para cada profesor y asignatura, de forma que cada uno tuviera claros los pasos a realizar en cada una de las sesiones de gamificación. Toda la documentación generada puede encontrarse en el GitHub en la carpeta BloqueIII/ProyectoPony/Producción [191]. En resumidas cuentas, a cada emisor se le entregó una carpeta con:



- Un documento de instrucciones: Instrucciones.docx.
- Los documentos: EncuestaAlumnos.docx (Encuesta), InformePrevioProfesor\_Grupo\_xx.docx (Informe Previo), InformeFinalProfesor.docx (Entrevista).

Hay que destacar que en el documento de instrucciones se proporcionan todos los códigos necesarios para rellenar los formularios a través de la web SurveyMaker, previamente desplegada, así como alternativas para realizar las encuestas a través de Google Form, o, incluso en papel.

5. Enviar la documentación a los emisores.
6. (... realización de la experiencia ...)
7. Retomar contacto y obtener resultados de la experiencia.
8. Procesado y análisis de resultados.

### Del dicho al hecho...

Una vez todo listo, se procede a realizar las sesiones de gamificación y, posteriormente recoger los resultados. Como es esperable, hay algunas diferencias entre el diseño de las experiencias y lo que realmente se llevó a cabo. A modo de resumen, se deja recogido en esta tabla las experiencias que realmente se realizaron, (señalando en rojo las principales diferencias):

TABLA XVI  
RESUMEN REALIZACIÓN DEL PROYECTO PONY

	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3
Asignaturas	Servicios Telemáticos Avanzados	Integración de Sistemas y Servicios	Sistemas Operativos
Herramienta	Kahoot!	Kahoot!	Kahoot!
Participantes	43 – 21 respuestas	10 – 4 respuestas	10-15 – 5 respuestas
Grupos	3	1	1
Profesores	Francisco Javier Muñoz Calle	Francisco Javier Muñoz Calle	María Teresa Ariza Gómez
Grupo de control	No	No	No
Duración total	2 semanas	2 semanas	3 semanas
Frecuencia de aplicación	1 vez/semana	1 vez/semana	1 vez/semana
Número de sesiones	2	2	3
Duración de las sesiones	20'	20'	20'

Recompensa	Sí	Sí	No
------------	----	----	----

	Experiencia 4	Experiencia 5	Experiencia 6
Asignaturas		Física y Química	Fundamentos de Programación I
Herramienta		Juegos AJDA	Wooclap!
Participantes		11	30 – 7 respuestas
Grupos		1	1
Profesores		Jesús Manuel Muñoz Calle	Francisco José Fernández Jiménez
Grupo de control		No	No
Duración total		2 semanas	2 semanas
Frecuencia de aplicación		2 veces /semana	1 vez/semana
Número de sesiones		4	2
Duración de las sesiones		60'	20'
Recompensa		Sí	No

No se realizó, fue absorbida directamente por la experiencia 5

Cabe destacar, que las experiencias señaladas con el título en verde prescindieron de hacer un pre-test y post-test, al tratarse de muestras muy reducidas y se consideró sin relevancia real los posibles cambios académicos (parámetro que no se ha tenido en cuenta en el análisis de datos de estas experiencias).

### Análisis global de las experiencias

Observemos los resultados de las experiencias en conjunto, para ello se han ponderado los resultados en función del número de participantes, quedando la distribución de esta forma:

TABLA XVII  
PONDERACIONES PARA ANÁLISIS GLOBAL

	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3	Experiencia 5	Experiencia 6	TOTAL
N.º participantes	21	4	5	11	7	48
Ponderación:	43,75%	8,33%	10,42%	22,92%	14,58%	100%

De acuerdo a estos pesos, la tabla que resume el conjunto de todas las experiencias es:

**TABLA DE PUNTUACIONES PONDERADAS**

Objetivo 1: Resulta beneficiosa la experiencia

\*Resultados sobre 5

Criterio	Subcriterio	Puntuación	
Resultados de comportamiento	Comportamiento en el recinto	4,59	3,46
	Ruido en el recinto	2,10	
	Integración percibida	2,96	
	Socialización percibida	3,55	
	Cambios en los partes	N/A	
Resultados académicos	Conocimiento obtenido	0,56	0,56
	Comparación con grupo de control	N/A	
	Utilidad percibida	3,95	
Resultados motivacionales	Actitud hacia el uso	4,34	3,87
	Intención de uso	3,95	
	Disfrute percibido	4,09	
	Motivación con la materia	3,88	
	Aprendizaje percibido	3,68	
	Colaboración percibida	3,15	
	Competitividad percibida	3,94	
	Preferencia personal	3,43	
	Valoración global (emisor)	4,15	
	Valoración global (receptor)	4,17	
Valoración global	Valoración global de comportamiento	4,23	4,07
	Valoración global académica	3,74	
	Valoración global motivacional	4,16	
	TOTAL:	2,24	

Objetivo 2: Aspectos que afectan a los resultados

\*Resultados sobre 5

Criterio	Subcriterio	Puntuación	
Diseño técnico	Adecuación del diseño	3,85	3,88
	Frescura del diseño	3,97	
	Comodidad del diseño	3,98	
	Utilidad percibida (emisor)	3,82	
	Preferencia personal (emisor)	2,66	
	Probabilidad de reutilización	4,07	
	Control del emisor	4,26	
Diseño del contenido	Validez del contenido	4,07	3,99
	Practicidad del contenido	3,83	
	Fiabilidad del contenido	4,21	
	Sistematicidad del contenido	3,36	
Diseño metodológico	Facilidad de uso percibida	4,34	3,98
	Facilidad de uso percibida (emisor)	3,69	
	Adecuación del medio de aplicación	3,94	
	Adecuación de la duración	3,98	
	Adecuación de la frecuencia de aplicación	3,64	
	Adecuación de los grupos de trabajo	3,79	
	Adecuación del número de profesores	4,38	
		TOTAL:	3,95

Fig. 18. Resumen resultado global

Si detallamos un poco los resultados de forma gráfica:

## Resultados Generales

### Obj1

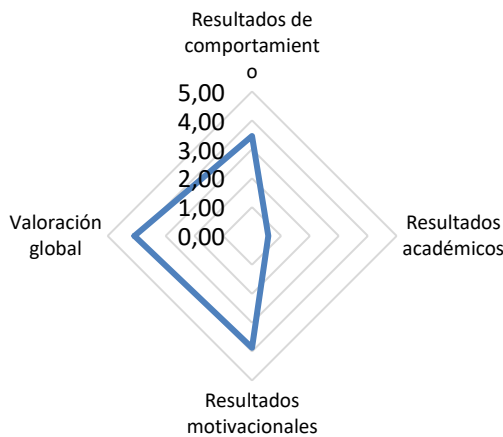


Fig. 19. Resultados Objetivo 1

### Obj2

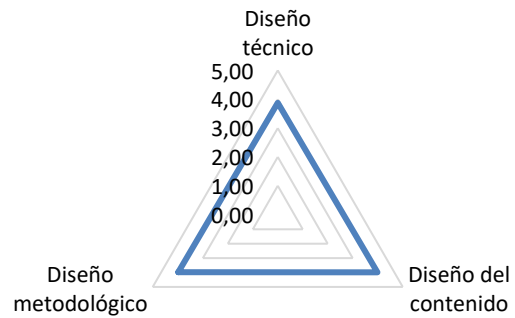


Fig. 20. Resultados Objetivo 2

## Subcriterios Objetivo 1 y 2A

### Resultados de comportamiento

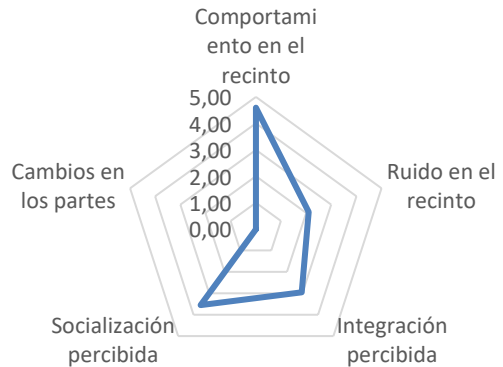


Fig. 21. Resultados de comportamiento

### Resultados académicos

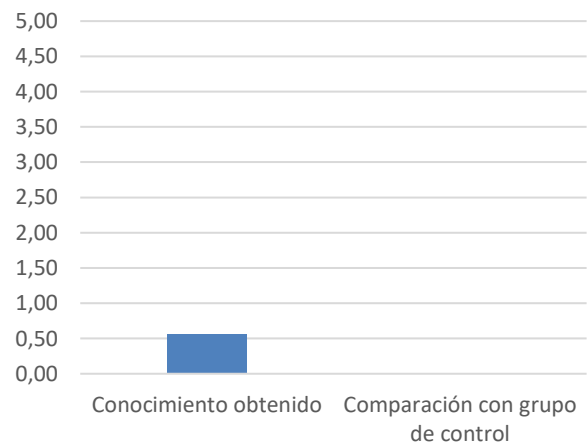


Fig. 22. Resultados académicos

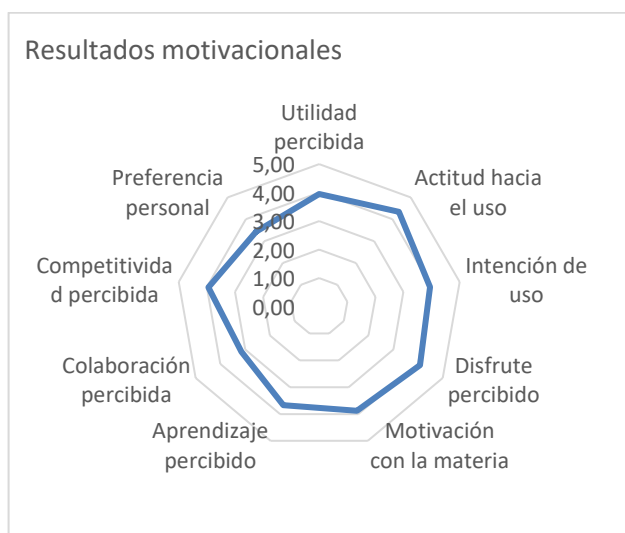


Fig. 23. Resultados motivacionales

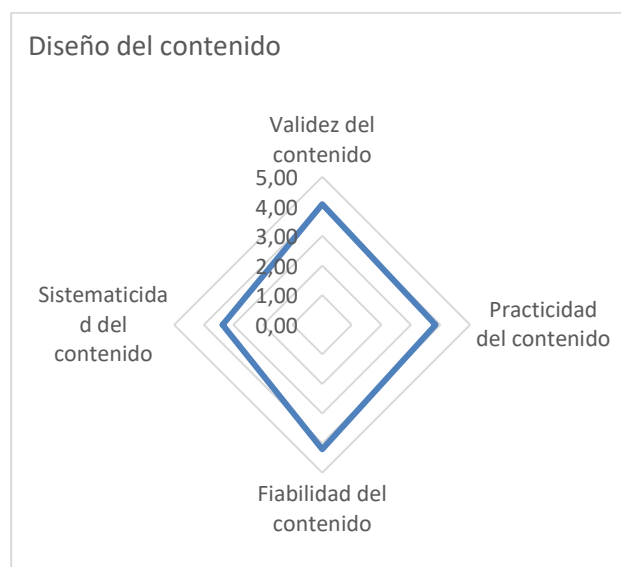


Fig. 26. Diseño del contenido



Fig. 24. Valoración global



Fig. 27. Diseño metodológico

## Subcriterios del Objetivo 2B

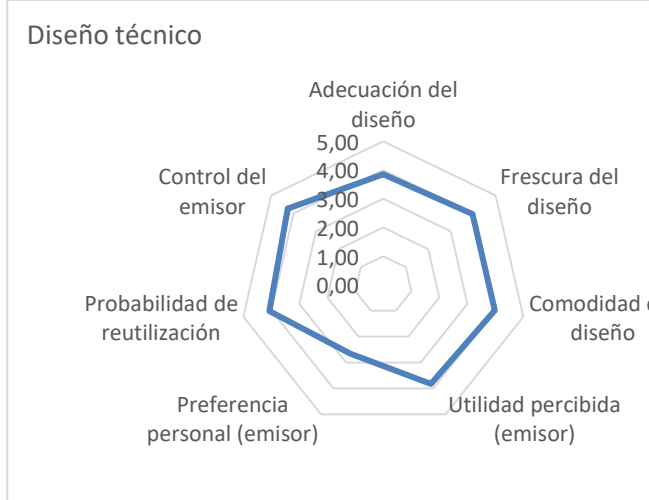


Fig. 25. Diseño técnico

Lo primero que debemos mencionar es que el resultado ha sido, globalmente, muy positivo, el 85% de las categorías rozan el 4 que es una puntuación muy alta. El aspecto que queda más lejos es, sin duda los resultados académicos, en el que pese a todo, también se aprecia un incremento notable. Es el aspecto más importante de cara al objetivo 1 (según los resultados del panel de expertos) y, por tanto el que más ampliamente debería evaluarse, una pena que de todos los participantes, solo tengamos datos académicos del 23%. Aún así a través de esta muestra se ha podido demostrar que la gamificación, aplicada de forma correcta puede producir beneficios de cara a los resultados académicos.

Analicemos un poco más el resto de los aspectos. En los resultados de comportamiento, hay que comentar que no ha sido considerado el aspecto de cambios en los partes en ninguna de las experiencias (las preguntas asociadas fueron dejadas en blanco o rellenas con N/A, no aplica), esto nos deja ante la pregunta ¿deberíamos eliminar el criterio? Hay que tener en cuenta que las experiencias se

realizarlos en entornos con alumnos de edad avanzada (Bachillerato, Universidad) donde los partes de comportamiento no son tan necesarios como a edades más tempranas, por lo tanto se propone dejar el subcriterio a falta de más resultados (Proyecto VaK y proyecto Lfante). El resto de los subcriterios tienen buenos resultados, si bien las actividades desarrolladas favorecieron a la integración y a la socialización, parece un punto común que también generan algo más de alboroto y ruido en el recinto de lo habitual.

Los resultados motivacionales rondan el 4 de media y no hay ningún subcriterio que destaque por arriba, ni por abajo, todos tienen muy buenas puntuaciones. Esto mismo pasa con el resto de los aspectos.

#### *D. Conclusiones del Proyecto Pony*

El Proyecto Pony muestra que se puede conseguir información muy detallada y sobre muchos puntos de las experiencias a través de unos pocos participantes, que nos permiten analizar en profundidad diversos aspectos de las metodologías empleadas.

Dada la eliminación del grupo de control y la diversidad de herramientas empleadas es difícil sacar relaciones concluyentes, aun así, a la vista de los resultados, se puede decir que:

- Las tres herramientas probadas han resultado beneficiosas para la educación, una de ellas obteniendo unos resultados excelentes (Juegos AJDA).
- Se puede observar que los experimentos con recompensa tienen índices de motivación más elevados.
- Destaca que la metodología con sesiones más largas es la que ha tenido un mayor éxito general a todos los niveles, habría que profundizar sobre esta línea de pensamiento.
- La experiencia 5 muestra resultados positivos desde el punto de vista académico lo cual es algo muy loable y deseado en un ensayo como el que estamos realizando (al ser el único con resultados académicos y debido al gran peso que tiene este aspecto parece tener una puntuación global menor, pero son resultados realmente buenos).

En este caso no hemos tenido resultados negativos en ningún aspecto, las herramientas cumplen con los estándares de los participantes y ofrecen un contenido de calidad. Los emisores las han encontrado útiles y fácilmente empleables en las sesiones. En caso de haber obtenido resultados negativos, el análisis que hemos hecho nos permitiría detectar que aspectos son los que están fallando.

#### VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Repasemos, finalmente, los objetivos buscados del estudio y los resultados alcanzados.

##### *A. Bloque I*

En el Bloque I pretendíamos estudiar, a través de artículos y publicaciones científicas, la gamificación a

través de plataformas digitales. Sus resultados, beneficios, metodologías aplicadas, elementos más importantes y relación con áreas como la telemática o las ciencias de la computación.

En los puntos Recolección de datos y análisis y Resultados se han analizado todos los datos extraídos y llegado a la conclusión de que:

- La gamificación a través de plataformas digitales puede resultar beneficiosa si se aplica correctamente (74,9% de resultados positivos).
- 11 técnicas de gamificación distintas usadas, con resultados mayoritariamente positivos (siendo los quizzes la técnica con menor índice de éxito del 67,86%).
- La validación de los experimentos se realiza a través de métodos muy diversos, destacando entre ellos métodos que combinan distintos métodos, que se emplea en un 35% de los casos.
- La gamificación está considerablemente relacionada con las áreas de la educación, la telemática y las ciencias de la computación, el 70% de las revistas analizadas están dentro de este ámbito.
- La metodología usada a la hora de gamificar tiene gran relevancia de cara a los resultados.

Conclusiones que complimentan los objetivos propuestos. Estos resultados, se han usado fundamentalmente, para decidir qué parámetros tener en cuenta a la hora de desarrollar el sistema de validación que propone este estudio.

##### *B. Bloque II*

En el Bloque II buscamos describir un procedimiento capaz de, dado un sistema de gamificación digital, determinar si la aplicación de este bajo una cierta metodología resultaba beneficiosa para los receptores. Además, se busca determinar qué aspectos de la educación se ven beneficiados por la gamificación, y discriminar que parámetros metodológicos afectan más a los resultados.

Para ello se ha hecho un compendio de todos los parámetros destacables y se han estudiado los posibles métodos estadísticos para obtener unos resultados que cumplan con los objetivos descritos.

La decisión final fue usar AHP, organizando los parámetros de forma jerárquica y proponer una metodología que permitiese cuantificar los parámetros seleccionados, procesarlos y obtener información de gran valor asociada a los mismos, cumplimentando así los objetivos propuestos para este bloque.

##### *C. Bloque III*

En este bloque se ha llevado al mundo real el trabajo teórico realizado en los bloques anteriores. El objetivo era demostrar la viabilidad y funcionalidad de la metodología de validación propuesta, así como limar aquellos aspectos que, vistos sobre el papel suenan convincentes, pero que llevados a la práctica suponen un extra de complicación.

Como objetivo secundario perseguíamos la validación de los resultados obtenidos en el Bloque I.

Para ello se propusieron un conjunto de experimentos y se llevó a cabo uno de agrupando 5 experiencias distintas bajo el nombre de Proyecto Pony. El desarrollo de este proyecto permitió cumplir los objetivos descritos, llevando a la práctica el método propuesto en el Bloque II, mejorándolo y limando sus asperezas. Para ello hay que destacar el desarrollo y uso de herramientas de gran interés como el Excel “data processor.xlsx”, el Excel “parámetros.xlsx”, la web SurveyMaker o las alternativas de despliegue como GoogleForms o las encuestas en papel.

Así mismo logró objetivos muy destacables desde el punto de vista educativo, validando las principales conclusiones del Bloque I.

#### A. Conclusión

La gamificación ha venido para quedarse, a través de este estudio se han aclarado parte de los diversos beneficios que puede aportar en el ámbito de la educación a través de plataformas digitales, así como que parámetros están más involucrados.

Aun así es un campo inmenso en el que queda mucho por estudiar y que, sin duda, seguirá en auge durante los próximos años.

#### CONTINUACIÓN Y LÍNEAS DE MEJORA

Durante el estudio hemos tanteado muchísimos aspectos distintos de la gamificación y los elementos relacionados con esta. Esto nos ha mostrados varias líneas importantes por las que se puede continuar y mejorar esta investigación:

- Ampliar la revisión sistemática realizada en el Bloque I, añadiendo nuevos artículos que encajen en el ámbito estudiado.
- Reevaluación de los parámetros del Bloque II. Se han considerado al final 52 parámetros distintos. Estos se han obtenido de forma exhaustiva de los distintos artículos considerados en el Bloque I, sin embargo, sería muy conveniente que se hiciera una segunda pasada, revalorando los parámetros y añadiendo otros si se considerase necesario.
- Nuevas experiencias empíricas: llevar a cabo los propuestos Proyecto VaK y Proyecto Lfante para validar de forma más completa los resultados del estudio y probar exhaustivamente las herramientas y metodologías desarrolladas.
- Mejoras de la web SurveyMaker: a la hora de exportar las respuestas a Excel, no codifica correctamente los caracteres especiales. No se ha corregido por falta de tiempo. Igualmente, el desarrollo de la aplicación tiene infinitas posibilidades de mejora (gestión completa de experiencias, exportación en otros formatos, inclusión de los cálculos de data processor en la misma web, etc.).
- Ajuste fino de los pesos de AHP: se ha hecho un ajuste “grueso” y rápido de los pesos y las matrices de AHP. Lo adecuado sería que un panel de expertos más grande repase las

comparaciones por pares hasta que cuadren los valores requeridos y la consistencia de las matrices.

#### AGRADECIMIENTOS

Aprovecho para agradecer a mis padres por haberme acompañado durante estos 23 años en cada paso que he dado. A mis hermanos, que siempre estaban ahí cuando hizo falta. A mis amigos de toda la vida, y todos aquellos que he hecho durante la carrera, sin ellos no hubiera sido lo mismo. A todos los profesores que me han acompañado durante esta experiencia. Y, por último, a mi tutor Javier, por su infinita paciencia y disposición al avance del proyecto. Muchísimas gracias a todos.

## REFERENCIAS

- [1] Luís Filipe Rodrigues, Abílio Oliveira, Helena Rodrigues, Main gamification concepts: A systematic mapping study, *Heliyon*, Volume 5, Issue 7, 2019, e01993, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01993>.
- [2] Google Tends. (19 de noviembre de 2022). *Interés a lo largo del tiempo del término gamificación*. <https://trends.google.com/trends/ex-plore/TIMESERIES/1668891600?b=es&tz=-60&date=all&q=gamification&sn=3>
- [3] Lívoro, Francislaine & Silva, Gustavo & Amaral, Eduarda & Souza, Amanda & Baretta, Irineia & Diegues, Maria & Arpini, Edson & Wietzikoski, Evelyn. (2021). Playfulness in the classroom: Gamification favor the learning of pharmacology. *Education and Information Technologies*. 26. 1-17. 10.1007/s10639-020-10350-w.
- [4] Duolingo. (20 de noviembre de 2022). *¿La forma divertida, efectiva y gratis de aprender un idioma!* <https://es.duolingo.com/>
- [5] Manzano León, Ana & Camacho-Lazarraga, Pablo & Guerrero, Miguel & Guerrero-Puerta, Laura & Aguilar-Parra, Jose & Trigueros, Rubén & Alias, Antonio. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*. 13. 2247. 10.3390/su13042247.
- [6] Sobocinski, Mikolaj. (2017). I gamified my courses and I hate that.... *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*. 14. 135-142. 10.1108/WJSTSD-06-2016-0046.
- [7] Maskeliūnas, R.; Kulikajevas, A.; Blažauskas, T.; Damaševičius, R.; Swacha, J. An Interactive Serious Mobile Game for Supporting the Learning of Programming in JavaScript in the Context of Eco-Friendly City Management. *Computers* 2020, 9, 102. <https://doi.org/10.3390/computers9040102>
- [8] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- [9] Henderson, L. K., Craig, J. C., Willis, N. S., Tovey, D., & Webster, A. C. (2010). How to write a Cochrane systematic review. *Nephrology*, 15(6), 617-624.
- [10] Google. (1 de diciembre de 2022). Google Académico. Obtenido de Google Académico: <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>
- [11] ResearchGate. (s. f.). ResearchGate | Find and share research. <https://www.researchgate.net/>
- [12] Bienvenido a Biblioteca Universidad de Sevilla | Biblioteca Universidad de Sevilla. (s. f.). <https://bib.us.es/>
- [13] García Rubio, Pedreira Fernández, Ó., & Piattini Velthuis, M. G. (2021). Gamificación: y su aplicación a la Ingeniería del Software. *Ra-Ma*.
- [14] Dichev, Christo & Dicheva, Darina. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 14. 10.1186/s41239-017-0042-5.
- [15] Atherton, P. (2018). More than just a quiz – how Kahoot! can help trainee teachers understand the learning process, *Teacher Education Advancement Network Journal*, Vol 10(2), 29-39
- [16] Maskeliūnas, R., Kulikajevas, A., Blažauskas, T., Damaševičius, R., & Swacha, J. (2020). An Interactive Serious Mobile Game for Supporting the Learning of Programming in JavaScript in the Context of Eco-Friendly City Management. *Computers*, 9(4), 102. <https://doi.org/10.3390/computers9040102>
- [17] Baek, S., Park, J.-Y., & Han, J. (2016). Simulation-based Serious Games for Science Education and teacher assessment. *International Journal of Serious Games*, 3(3). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v3i3.123>
- [18] Hamari, J. (2019). Gamification. Blackwell Pub, In *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*, Malden. pp. 1-3. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeos1321>
- [19] Cochrane Library. (s. f.). <https://www.cochranelibrary.com/es/>
- [20] Proyecto Descartes. (s. f.). *RED EDUCATIVA DIGITAL DESCARTES*. <https://proyectodescartes.org/descartescms/>
- [21] *Aplicación de juegos didácticos en el aula*. (s. f.). [https://proyectodescartes.org/newton/juegosdidacticos/index.php?option=com\\_content&lang=es](https://proyectodescartes.org/newton/juegosdidacticos/index.php?option=com_content&lang=es)
- [22] García Frutos, P. (2018). Integración de herramientas de gamificación en plataformas de enseñanza virtual.
- [23] Jiménez Vázquez, A. (2019). Aplicación Web multiusuario para la gamificación en el aula basada en Web-socket.
- [24] Mejías Climent, G. (2021). Aplicación web para la educación mediante gamificación sobre el Proyecto AJDA (Aplicación de Juegos Didácticos en el Aula) con funcionalidades de gestión de ficheros de preguntas.
- [25] Friehs, M. A., Dechant, M., Vedress, S., Frings, C., & Mandryk, R. L. (2020). Effective gamification of the stop-signal task: two controlled laboratory experiments. *JMIR Serious Games*, 8(3), e17810.
- [26] Tan, J. W., & Zary, N. (2019). Diagnostic markers of user experience, play, and learning for digital serious games: a conceptual framework study. *JMIR serious*



games, 7(3), e14620.

- [27] *Journal Citation Reports*. (s. f.). <https://jcr.clarivate.com/jcr/home>
- [28] Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2014, October). Gamification in education. In Proceedings of 9th international Balkan education and science conference (Vol. 1, pp. 679-684).
- [29] *Scopus*. (s. f.). <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
- [30] *Web of Science*. Clarivate. (s. f.). <https://www.webof-science.com/>
- [31] *IEEE Xplore*. (s. f.). <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
- [32] *Journal Citation Reports - Journal Profile*. (s. f.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-ip/journal-profile?journal=JMIR+SERIOUS+GAMES>
- [33] *Journal Citation Reports - Journal Profile*. (s. f.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-ip/journal-profile?journal=INT+J+SERIOUS+GAMES>
- [34] *Journal Citation Reports - Journal Profile*. (s. f.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-ip/journal-profile?journal=SIMULAT+GAMING>
- [35] *Journal Citation Reports - Journal Profile*. (s. f.-d.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-ip/journal-profile?journal=ENTERTAIN+COMPUT>
- [36] *Journal Citation Reports - Journal Profile*. (s. f.-e.). <https://jcr.clarivate.com/jcr-ip/journal-profile?journal=COMPUT+EDUC>
- [37] Suppan, M., Gartner, B., Golay, E., Stuby, L., White, M., Cottet, P., ... & Suppan, L. (2020). Teaching adequate prehospital use of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic: development of a gamified e-learning module. *JMIR Serious Games*, 8(2), e20173.
- [38] Chon, S. H., Timmermann, F., Dratsch, T., Schuelper, N., Plum, P., Berth, F., ... & Kleinert, R. (2019). Serious games in surgical medical education: a virtual emergency department as a tool for teaching clinical readiness to medical students. *JMIR Serious Games*, 7(1), e13028.
- [39] Eley, C. V., Young, V. L., Hayes, C. V., Verlander, N. Q., & McNulty, C. A. M. (2019). Young people's knowledge of antibiotics and vaccinations and increasing this knowledge through gaming: mixed-methods study using e-Bug. *JMIR Serious Games*, 7(1), e10915.
- [40] Aksoy, E. (2019). Comparing the effects on learning outcomes of tablet-based and virtual reality-based serious gaming modules for basic life support training: randomized trial. *JMIR serious games*, 7(2), e13442.
- [41] Ruiz-López, T., Sen, S., Jakobsen, E., Tropé, A., Castle, P. E., Hansen, B. T., & Nygård, M. (2019). FightHPV: design and evaluation of a mobile game to raise awareness about human papillomavirus and nudge people to take action against cervical cancer. *JMIR Serious Games*, 7(2), e8540.
- [42] Suppan, M., Catho, G., Nunes, T. R., Sauvan, V., Perez, M., Graf, C., ... & Suppan, L. (2020). A serious game designed to promote safe behaviors among health care workers during the COVID-19 pandemic: Development of "Escape COVID-19". *JMIR serious games*, 8(4), e24986.
- [43] Espinosa-Curiel, I. E., Pozas-Bogarin, E. E., Lozano-Salas, J. L., Martínez-Miranda, J., Delgado-Pérez, E. E., & Estrada-Zamarron, L. S. (2020). Nutritional education and promotion of healthy eating behaviors among Mexican children through video games: design and pilot test of FoodRateMaster. *JMIR Serious Games*, 8(2), e16431.
- [44] Patchen, L., Ellis, L., Ma, T. X., Ott, C., Chang, K. H., Araya, B., ... & Lanzi, R. G. (2020). Engaging African American youth in the development of a serious mobile game for sexual health education: mixed methods study. *JMIR Serious Games*, 8(1), e16254.
- [45] Lerner, D., Mohr, S., Schild, J., Göring, M., & Luiz, T. (2020). An immersive multi-user virtual reality for emergency simulation training: usability study. *JMIR serious games*, 8(3), e18822.
- [46] Alyami, H., Alawami, M., Lyndon, M., Alyami, M., Coomarasamy, C., Henning, M., ... & Sundram, F. (2019). Impact of using a 3D visual metaphor serious game to teach history-taking content to medical students: Longitudinal mixed methods pilot study. *JMIR serious games*, 7(3), e13748.
- [47] Flogie, A., Aberšek, B., Kordigel Aberšek, M., Sik Lanyi, C., & Pesek, I. (2020). Development and evaluation of intelligent serious games for children with learning difficulties: observational study. *JMIR Serious Games*, 8(2), e13190.
- [48] Clarke, S. J., Peel, D. J., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., & Wood, O. (2017). EscapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games to For Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4(3). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.180>
- [49] Kiili, K. J. M., Devlin, K., Perttula, A., Tuomi, P., & Lindstedt, A. (2015). Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. *International Journal of Serious Games*, 2(4). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i4.98>
- [50] Dicheva, D., Irwin, K., & Dichev, C. (2018). OneUp: Supporting Practical and Experimental Gamification of Learning. *International Journal of Serious Games*, 5(3), 5–21. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v5i3.236>
- [51] Pope, H., & Mangram, C. (2015). Wuzzit Trouble: The Influence of a Digital Math Game on Student

- Number Sense. *International Journal of Serious Games*, 2(4). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i4.88>
- [52] Lindberg, R. S. N., & Laine, T. H. (2018). Formative evaluation of an adaptive game for engaging learners of programming concepts in K-12. *International Journal of Serious Games*, 5(2), 3–24. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v5i2.220>
- [53] Koivisto, J.-M., Haavisto, E., Niemi, H., Katajisto, J., & Multisilta, J. (2016). Elements Explaining Learning Clinical Reasoning Using Simulation Games. *International Journal of Serious Games*, 3(4). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v3i4.136>
- [54] Cowley, B. U., & Bateman, C. (2017). Green My Place: Evaluation of a Serious Social Online Game Designed to Promote Energy Efficient Behaviour Change. *International Journal of Serious Games*, 4(4). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i4.152>
- [55] Hernández-Sabaté, A., Joanpere, M., Gorgorió, N., & Albarracín, L. (2015). Mathematics learning opportunities when playing a Tower Defense Game. *International Journal of Serious Games*, 2(4). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i4.82>
- [56] Salovaara-Hiltunen, M., Heikkinen, K., & Koivisto, J.-M. (2019). User experience and learning experience in a 4D virtual reality simulation game. *International Journal of Serious Games*, 6(4), 49–66. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i4.305>
- [57] Löffler, E., Schneider, B., Zanwar, T., & Asprion, P. M. (2021). CySecEscape 2.0—A Virtual Escape Room To Raise Cybersecurity Awareness. *International Journal of Serious Games*, 8(1), 59–70. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i1.413>
- [58] Imbellone, A., Botte, B., & Medaglia, C. M. (2015). Serious Games for Mobile Devices: the InTouch Project Case Study. *International Journal of Serious Games*, 2(1). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i1.41>
- [59] Gentile, M., La Guardia, D., Dal Grande, V., Ottaviano, S., & Allegra, M. (2014). An Agent Based approach to design Serious Game. *International Journal of Serious Games*, 1(2). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v1i2.17>
- [60] Rocha, M., & Dondio, P. (2021). Effects of a video-game in math performance and anxiety in primary school. *International Journal of Serious Games*, 8(3), 45–70. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i3.434>
- [61] Okkonen, J., Sharma, S., Raisamo, R., & Turunen, M. (2016). Kinesthetic Elementary Mathematics - Creating Flow with Gesture Modality. *International Journal of Serious Games*, 3(2). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v3i2.80>
- [62] Guimarães, M., Prada, R., Santos, P. A., Dias, J., Soeiro, C. , Guerra, R., Steiner-Stanitznig, C. , & Molinari, A. (2022). ISPO: A Serious Game to train the Interview Skills of Police Officers: ISPO: A Serious Game to train the Interview Skills of Police Officers. *International Journal of Serious Games*, 9(4), 43–61. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v9i4.514>
- [63] Devottam Gaurav, Yash Kaushik, Santhoshi Supraja, Manav Yadav, M P Gupta, & Manmohan Chaturvedi. (2022). Empirical Study of Adaptive Serious Games in Enhancing Learning Outcome. *International Journal of Serious Games*, 9(2), 27–42. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v9i2.486>
- [64] Dinçer, N., & Dinçer, R. (2021). The effect of a serious game on aviation vocabulary acquisition . *International Journal of Serious Games*, 8(4), 49–63. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i4.464>
- [65] Aguilar Cruz, P. J., & Álvarez Guayara , H. A. . (2021). A Serious Game to learn English: The case of Bethe1Challenge. *International Journal of Serious Games*, 8(4), 65–80. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i4.448> (Original work published December 1, 2021)
- [66] Katsantonis, M., & Mavridis, I. (2021). Evaluation of HackLearn COFELET Game User Experience for Cybersecurity Education. *International Journal of Serious Games*, 8(3), 3–24. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i3.437>
- [67] Boyd, S. (2018). Playing to Investigate the Relationship Between Achievement and the Perception of learning. *International Journal of Serious Games*, 5(1). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v5i1.214>
- [68] Barma, S., Daniel, S., Bacon, N., Gingras, M.-A., & Fortin, M. (2015). Observation and analysis of a classroom teaching and learning practice based on augmented reality and serious games on mobile platforms. *International Journal of Serious Games*, 2(2). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i2.66>
- [69] Usart, M., & Romero, M. (2014). Individual and collaborative Performance and Level of Certainty in MetaVals. *International Journal of Serious Games*, 1(1). <https://doi.org/10.17083/ijsg.v1i1.3>
- [70] Facey-Shaw, L., Specht, M., van Rosmalen, P., & Bartley-Bryan, J. (2020). Do badges affect intrinsic motivation in introductory programming students?. *Simulation & Gaming*, 51(1), 33-54.
- [71] Imlig-Iten, N., & Petko, D. (2018). Comparing serious games and educational simulations: Effects on enjoyment, deep thinking, interest and cognitive learning gains. *Simulation & Gaming*, 49(4), 401-422.
- [72] Zairi, I., Ben Dhiab, M., Mzoughi, K., & Ben Mrad, I. (2022). The Effect of Serious Games on Medical Students' Motivation, Flow and Learning. *Simulation & Gaming*, 53(6), 581-601.
- [73] Landers, R. N., & Landers, A. K. (2014). An empirical test of the theory of gamified learning: The effect of leaderboards on time-on-task and academic performance. *Simulation & Gaming*, 45(6), 769-785.

- [74] Ling, C., Seetharaman, S., & Mirza, L. (2022). Roles of Serious Game in Diabetes Patient Education. *Simulation & Gaming*, 53(5), 513-537.
- [75] Almousa, O., Prates, J., Yeslam, N., Mac Gregor, D., Zhang, J., Phan, V., ... & Qayumi, K. (2019). Virtual reality simulation technology for cardiopulmonary resuscitation training: An innovative hybrid system with haptic feedback. *Simulation & Gaming*, 50(1), 6-22.
- [76] Jones, S. M., Katyal, P., Xie, X., Nicolas, M. P., Leung, E. M., Noland, D. M., & Montclare, J. K. (2019). A 'KAHOOT!' approach: the effectiveness of game-based learning for an advanced placement biology class. *Simulation & Gaming*, 50(6), 832-847.
- [77] Smith, T. (2017). Gamified modules for an introductory statistics course and their impact on attitudes and learning. *Simulation & Gaming*, 48(6), 832-854.
- [78] Monterrat, B., Lavoué, É., & George, S. (2017). Adaptation of gaming features for motivating learners. *Simulation & Gaming*, 48(5), 625-656.
- [79] Xinogalos, S., & Eleftheriadis, S. (2023). Office Madness: Investigating the impact of a game using a real life job and programming scenario on player experience and perceived short-term learning. *Entertainment Computing*, 44, 100521.
- [80] Rosyid, H. A., Palmerlee, M., & Chen, K. (2018). Deploying learning materials to game content for serious education game development: A case study. *Entertainment computing*, 26, 1-9.
- [81] Dapica, R., Hernández, A., & Peinado, F. (2022). Who trains the trainers? Gamification of flight instructor learning in evidence-based training scenarios. *Entertainment Computing*, 43, 100510.
- [82] Tan, W. K., Sunar, M. S., & Goh, E. S. (2023). Analysis of the college underachievers' transformation via gamified learning experience. *Entertainment Computing*, 44, 100524.
- [83] Derboven, J., Zaman, B., Geerts, D., & De Grooff, D. (2016). Playing educational math games at home: The Monkey Tales case. *Entertainment Computing*, 16, 1-14.
- [84] R  th, Marco & Kaspar, Kai. (2020). Exergames in formal school teaching: A pre-post longitudinal field study on the effects of a dance game on motor learning, physical enjoyment, and learning motivation. *Entertainment Computing*. 35. 100372. 10.1016/j.entcom.2020.100372.
- [85] Peng, C., Cao, L., & Timalsena, S. (2017). Gamification of Apollo lunar exploration missions for learning engagement. *Entertainment Computing*, 19, 53-64.
- [86] de Mira Gobbo, M. R., de Barbosa, C. R. S. C., Morandini, M., Mafort, F., & Mioni, J. L. V. M. (2021). ACA game for individuals with Autism Spectrum Disorder. *Entertainment Computing*, 38, 100409.
- [87] Cowley, B., Moutinho, J. L., Bateman, C., & Oliveira, A. (2011). Learning principles and interaction design for 'Green My Place': A massively multiplayer serious game. *Entertainment Computing*, 2(2), 103-113.
- [88] Silva, M. F., Martins, P. M., Mariano, D. C., Santos, L. H., Pastorini, I., Pantuza, N., ... & de Melo-Minardi, R. C. (2019). Proteingo: motivation, user experience, and learning of molecular interactions in biological complexes. *Entertainment Computing*, 29, 31-42.
- [89] Ramos-Vega, M. C., Palma-Morales, V. M., Pérez-Marín, D., & Moguerza, J. M. (2021). Stimulating children's engagement with an educational serious videogame using Lean UX co-design. *Entertainment Computing*, 38, 100405.
- [90] Jagu  st, Tomislav & Boticki, Ivica & So, Hyo-Jeong. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education*. 125. 10.1016/j.compedu.2018.06.022.
- [91] Hsu, Chih-Chao & Wang, Tzone-I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education*. 121. 10.1016/j.compedu.2018.02.002.
- [92] Garcia-Sanjuan, Fernando & El Jurdi, Sandra & Jaen, Javier & Nacher, Vicente. (2018). Evaluating a tactile and a tangible multi-tablet gamified quiz system for collaborative learning in primary education. *Computers & Education*. 123. 10.1016/j.compedu.2018.04.011.
- [93] Murillo Zamorano, Luis R. & López Sánchez, José Angel & Rey, María & Muñoz, Carmen. (2022). Gamification in higher education: The ECON+ star battles. *Computers & Education*. 194. 104699. 10.1016/j.compedu.2022.104699.
- [94] Hew, Khe & Huang, Biyun & Chu, Kai & Chiu, Dickson. (2015). Engaging Asian students through game mechanics: Findings from two experiment studies. *Computers & Education*. 92. 10.1016/j.compedu.2015.10.010.
- [95] Hanus, Michael & Fox, Jesse. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*. 80. 10.1016/j.compedu.2014.08.019.
- [96] Jeon, Jaeho & Lee, Seongyong & Choe, Hohsung. (2022). Enhancing EFL pre-service teachers' affordance noticing and utilizing with the Synthesis of Qualitative Evidence strategies: An exploratory study of a customizable virtual environment platform. *Computers & Education*. 109. 104620. 10.1016/j.compedu.2022.104620.
- [97] Chen, Cheng-Huan & Chiu, Chiung-hui. (2016).

- Employing intergroup competition in multitouch design-based learning to foster student engagement, learning achievement, and creativity. *Computers & Education*. 103. 99-113. 10.1016/j.compedu.2016.09.007.
- [98] Tsay, Crystal & Kofinas, Alexander K & Luo, Jing. (2018). Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education*. 121. 10.1016/j.compedu.2018.01.009.
- [99] López-Faican, Lissette & Jaen, Javier. (2020). Emo-FindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children. *Computers & Education*. 149. 103814. 10.1016/j.compedu.2020.103814.
- [100] de-Marcos, Luis & Domínguez, Adrián & Saenz-de-Navarrete, Joseba & Pagés, Carmen. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*. 75. 82-91. 10.1016/j.compedu.2014.01.012.
- [101] Hijós, Alejandro & Bustamante, Juan Carlos & De la Fuente, Francisco & Castellar, Carlos. (2020). Psychological effects of gamified didactics with exergames in Physical Education at primary schools: Results from a natural experiment. *Computers & Education*. 152. 103874. 10.1016/j.compedu.2020.103874.
- [102] Sanchez, Diana & Langer, Markus & Kaur, Ruppinder. (2019). Gamification in the classroom: Examining the impact of gamified quizzes on student learning. *Computers & Education*. 144. 10.1016/j.compedu.2019.103666.
- [103] Yang, Soeun & Lee, Jae & Kim, Hyoung-Jee & Kang, Minji & Chong, EunRyung & Kim, Eun-mee. (2021). Can an online educational game contribute to developing information literate citizens?. *Computers & Education*. 161. 104057. 10.1016/j.compedu.2020.104057.
- [104] Park, Juneyoung & Liu, De & Yi, Mun & Santhanam, Radhika. (2019). GAMESIT: A gamified system for information technology training. *Computers & Education*. 142. 103643. 10.1016/j.compedu.2019.103643.
- [105] Vyas, Martand. (2020). Gamification in education.
- [106] Khasianov, Airat & Shakhova, Irina & Ganiev, Bulat. (2016). GAMIFICATION FOR EDUCATION. IFTE 2016 – II International Forum on Teacher Education.
- [107] Kasinathan, Vinothini & Mustapha, Aida & Fauzi, Rahmat & Che Abdul Rani, Mohamad Firdaus. (2018). Questionify: Gamification in Education. *International Journal of Integrated Engineering*. 10. 10.30880/ijie.2018.10.06.019.
- [108] Aini, Qurotul & Rahardja, Untung & Khoirunisa, Alfiah. (2020). Blockchain Technology into Gamification on Education. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*. 14. 147. 10.22146/ijccs.53221.
- [109] Maskeliūnas, R., Kulikajevas, A., Blažauskas, T., Damaševičius, R., & Swacha, J. (2020). An Interactive Serious Mobile Game for Supporting the Learning of Programming in JavaScript in the Context of Eco-Friendly City Management. *Computers*, 9(4), 102. <https://doi.org/10.3390/computers9040102>
- [110] Zafeiropoulou, M., Volioti, C., Keramopoulos, E., & Sapounidis, T. (2021). Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game-Based Learning Approach: A Pilot Study in Primary School. *Computers*, 10(10), 126. <https://doi.org/10.3390/computers10100126>
- [111] Cheng, G.-M., & Chen, C.-P. (2021). Processing Analysis of Swift Playgrounds in a Children's Computational Thinking Course to Learn Programming. *Computers*, 10(5), 68. <https://doi.org/10.3390/computers10050068>
- [112] Flores-Aguilar, Gonzalo & Fernandez-Rio, Javier & Grau, Prat. (2021). GAMIFICATING PHYSICAL EDUCATION PEDAGOGY. COLLEGE STUDENTS' FEELINGS. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 21. 515-533.
- [113] Willig, James & Croker, Jennifer & McCormick, Lisa & Nabavi, Meena & Walker, Jeremy & Wingo, Nancy & Roche, Cathy & Jones, Carolyn & Hartmann, Katherine & Redden, David. (2021). Gamification and education: A pragmatic approach with two examples of implementation. *Journal of Clinical and Translational Science*. 5. 1-20. 10.1017/cts.2021.806.
- [114] Shaltout, Eman & Amin, Khalid & Afifi, Ahmed. (2021). Gamification in education: Serious Game Prototype for Children with Special Needs. *IJCI. International Journal of Computers and Information*. 8. 131-136. 10.21608/ijci.2021.207857.
- [115] Erenli, Kai. (2013). The Impact of Gamification - Recommending Education Scenarios. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*. 8. 10.3991/ijet.v8iS1.2320.
- [116] Калижанова, Анна & Kalizhanova, Anna & Ибраева, Баян & Ibrayeva, Bayan. (2017). Gamification of Educational Process for Building Learners' Autonomy. *Scientific Research and Development. Socio-Humanitarian Research and Technology*. 6. 10.12737/article\_59d7860b667174.84726065.
- [117] Kutun, Bahar & Schmidt, Werner & Schuhbauer, Heidi. (2016). Gamification in Education: A Board Game Approach to Knowledge Acquisition. *Procedia Computer Science*. 99. 10.1016/j.procs.2016.09.104.
- [118] Turan, Zeynep & avinç, Zeynep & Kara, Kadir & Goktas, Yuksel. (2016). Gamification and Education:

- Achievements, Cognitive Loads, and Views of Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 11. 64-69. 10.3991/ijet.v11i07.5455.
- [119] Gómez Contreras, Jennifer. (2020). Gamification in Educational Contexts: Analysis of Its Application in a Distance Public Accounting Program. *Universidad & Empresa*. 22. 8-39. 10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa7a.6939.
- [120] Teh, Kamarul & Md Hanafiah, Shariful Hafizi & Abdul Kadir, Mohd Fadzil. (2019). Accustoms gamification in education improves student motivation, engagement and academic performance. 10.35940/ijrte.B1062.0782S319.
- [121] Chen, Yang & Burton, Terry & Vorvoreanu, Mihaela & Whittinghill, David. (2015). Cogent : A Case Study of Meaningful Gamification in Education with Virtual Currency. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. 10. 10.3991/ijet.v10i1.4247.
- [122] Kollár, János. (2020). GAMIFICATION IN EDUCATION: CHANGING THE ATTITUDE OF MEDICAL STUDENTS TOWARDS DEMENTIA BY USING VIRTUAL REALITY (PILOT STUDY). *PUPIL: International Journal of Teaching, Education and Learning*. 4. 57-67. 10.20319/pijtel.2020.42.5767.
- [123] Kovácsné Pusztai, Kinga. (2021). Gamification in Higher Education. *Teaching Mathematics and Computer Science*. 18. 87-106. 10.5485/TMCS.2020.0510.
- [124] Klubal, Libor & Kostolányová, Kateřina & Gybas, Vojtěch. (2018). Gamification in LMS Courses. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*. 7. 46-50. 10.1515/ijicte-2018-0009.
- [125] Mahmud, siti nur diyana & Husnin, Hazrati & Tuan Soh, Tuan Mastura. (2020). Teaching Presence in Online Gamified Education for Sustainability Learning. *Sustainability*. 12. 3801. 10.3390/su12093801.
- [126] Jusas, Vacius & Barisas, Dominykas & Jančiukas, Mindaugas. (2022). Game Elements towards More Sustainable Learning in Object-Oriented Programming Course. *Sustainability*. 14. 2325. 10.3390/su14042325.
- [127] Isabelle, Diane. (2020). Gamification of Entrepreneurship Education. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*. 18. 10.1111/dsji.12203.
- [128] Kasinathan, Vinothini & Mustapha, Aida & Fu, Chan & Manikam, Sadesh & Che Abdul Rani, Mohamad Firdaus. (2019). Gamification Concept for Encouraging Lecture Attendance. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 16. 482-490. 10.11591/ijeecs.v16.i1.pp482-490.
- [129] Kanani, Pratik & Nagda, Mudra & Mehta, Parth & Lamba, Simranjeet. (2020). Gamification in Plant Education for Children. 2020.
- [130] Furdu, Iulian & Tomozei, Cosmin & Köse, Utku. (2017). Pros and Cons Gamification and Gaming in Classroom. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. 8. 56-62.
- [131] Reyes, William & Pech, Sergio. (2020). Gamification in distance education: experiences in a university educational model. *Apertura*. 12. 6-19. 10.32870/Ap.v12n2.1849.
- [132] Leon, Alejandro & Peña, Marta. (2021). Gamification tools in the learning of shipbuilding in the undergraduate marine engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*. 30. 10.1002/cae.22465.
- [133] Rosli, Khairina & Malaysia, Universiti & Khairudin, Norhaiza. (2019). Gamification in Entrepreneurship and Accounting Education. *Academy of Entrepreneurship Journal*. 25.
- [134] Bernik, Andrija. (2021). Gamification Framework for E-Learning Systems in Higher Education. *Tehnički glasnik*. 15. 184-190. 10.31803/tg-20201008090615.
- [135] Falah, Jannat & Wedyan, Mohammad & Alfalah, Salsabeel & Abu-Tarboush, Muhannad & Al-Jakheem, Ahmad & Al-Faraneh, Muath & Abuhammad, Areej & Charissis, Vassilis. (2021). Identifying the Characteristics of Virtual Reality Gamification for Complex Educational Topics. *Multimodal Technologies and Interaction*. 5. 53. 10.3390/mti5090053.
- [136] Smiderle, Rodrigo & Rigo, Sandro & Marques, Leonardo & Coelho, Jorge & Jaques, Patricia. (2020). The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments*. 7. 10.1186/s40561-019-0098-x.
- [137] *Research Interest Score* (s. f.). <https://explore.researchgate.net/display/support/Research+Interest+Score>
- [138] Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77-112.
- [139] *Kahoot! | Learning games | Make learning awesome!* (2023, 21 marzo). Kahoot! <https://kahoot.com/>
- [140] *Edpuzzle | Make Any Video Your Lesson*. (s. f.). Edpuzzle. <https://edpuzzle.com/>
- [141] *Google Forms: Sign-in*. (s. f.). [https://accounts.google.com/v3/signin/identifier?dsh=S771913207%3A1679478701998743&continue=https%3A%2F%2Fdocs.google.com%2Fforms%2Fcreate&followup=https%3A%2F%2Fdocs.google.com%2Fforms%2Fcreate&ifkv=AWnogHdU9mjVux5igCNCvmOdYKIB1xCkh1xPAP7isftfUZrpygxZByDvxFzn\\_9IyniZ1H8lZ3s<mpl=forms&passive=1209600&service=wise&flowName=WebLiteSignIn&flow-Entry=ServiceLogin](https://accounts.google.com/v3/signin/identifier?dsh=S771913207%3A1679478701998743&continue=https%3A%2F%2Fdocs.google.com%2Fforms%2Fcreate&followup=https%3A%2F%2Fdocs.google.com%2Fforms%2Fcreate&ifkv=AWnogHdU9mjVux5igCNCvmOdYKIB1xCkh1xPAP7isftfUZrpygxZByDvxFzn_9IyniZ1H8lZ3s<mpl=forms&passive=1209600&service=wise&flowName=WebLiteSignIn&flow-Entry=ServiceLogin)



- [142] Switzer, Y., Cameron, S., Dial, T., Murphy-Johnson, R., Goodwin-Richards, S., Staub, S., Oberemdt, M., Edinger, S., Anderson, L., Gay, L., Cagle, K., Cooper, J., Zaccaria, K., Mitchell, J., Boyd, J., Applewhite, J., Newman, J., Stock, E., Birmingham, F., . . . Switzer, Y. (s. f.-b). *Quizizz | Where motivation meets mastery*. <https://quizizz.com/?lng=en>
- [143] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- [144] Blas, C. R. (2007). Encuesta Nacional de Salud. *Indice*, 20, 9-11.
- [145] Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. Modern Epidemiology. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
- [146] World Health Organization. Guidelines for the evaluation of vaccine efficacy in humans. Geneva: World Health Organization; 2000.
- [147] European Medicines Agency. Guideline on influenza vaccines - non-clinical and clinical module. London: European Medicines Agency; 2009.
- [148] Pardo, A. (2004). Pruebas de hipótesis: Prueba t de Student. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 32(1), 45-51.
- [149] Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- [150] Rosner, B. (2010). *Fundamentals of biostatistics*. Cengage Learning.
- [151] Sullivan, L. M. (2012). *Essentials of biostatistics in public health*. Jones & Bartlett Publishers.
- [152] de FSM Russo, R., & Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: a systematic review of literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123-1132.
- [153] Victor Yepes (2018). Proceso analítico jerárquico (AHP). Recuperado el 19 de abril de 2023, de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>
- [154] Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). Indicadores Educativos 2020. Recuperado de <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:7bd02364-3fd2-405f-b0d6-4fe05debbd38/seie-2020.pdf>
- [155] User, S. (s. f.). *Web AJDA*. [https://newton.proyectodescartes.org/juegosdidacticos/index.php?option=com\\_content&view=article&id=71&Itemid=469&lang=en](https://newton.proyectodescartes.org/juegosdidacticos/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=469&lang=en)
- [156] Garcia, F. J. N., & Urrea, A. P. (1990). Riesgo atribuible: sus formas, usos e interpretación. *Gaceta Sanitaria*, 4(18), 112-117.
- [157] Abdelwahab, S. F., Issa, U. H., & Ashour, H. M. (2021). A novel vaccine selection decision-making model (VSDMM) for COVID-19. *Vaccines*, 9(7), 718.
- [158] Brans, J. P., & De Smet, Y. (2016). PROMETHEE methods. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys, 187-219.
- [159] Narayanamoorthy, S., Pragathi, S., Parthasarathy, T. N., Kalaiselvan, S., Kureethara, J. V., Saraswathy, R., ... & Kang, D. (2021). The COVID-19 vaccine preference for youngsters using PROMETHEE-II in the IFSS environment. *Symmetry*, 13(6), 1030.
- [160] Clasificación de los métodos de toma de decisión multicriterio multiatributo – El blog de Víctor Yepes. (2018, 26 noviembre). <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/26/clasificacion-metodos-madm/>
- [161] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- [162] Colaboradores de Wikipedia. (2023). The Amazing World of Gumball. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/wiki/The\\_Amazing\\_World\\_of\\_Gumball](https://es.wikipedia.org/wiki/The_Amazing_World_of_Gumball)
- [163] Cano, V. A., & Reja, H. M. (2019). Análisis sobre las medidas de atención a la diversidad para el alumnado de altas capacidades intelectuales. *Almoraima: revista de estudios campogibaltareños*, (51), 209-216.
- [164] Aguilar, T. D. J. C. (2012). Atención a la diversidad en el aula. *Visión Educativa IUNAES*, 5(12), 63-71.
- [165] Amiana Ibarguren, J. F. (2013). Análisis de los deberes escolares en la ESO y exploración de un espacio colaborativo entre profesorado y familia en la Comunidad Autónoma Vasca.
- [166] de Bustillo, M. D. C. M., Pérez, D., & Martín, E. (2006). ¿Qué penalizan los docentes?: análisis de la disciplina a través de los partes de incidencia. *Infancia y Aprendizaje*, 29(4), 423-435.
- [167] Trigueros, I. M. G. (2018). Gamificación y tecnologías como recursos y estrategias innovadores para la enseñanza y aprendizaje de la historia. *Educação & Formação*, 3(8), 3-16.
- [168] Alonso García, S., Martínez Domingo, J. A., Berral Ortiz, B., & De la Cruz Campos, J. C. (2021). Gamificación en Educación Superior. Revisión de experiencias realizadas en España en los últimos años.
- [169] Cornejo, M. A. N., Agreda, O. O., & Caguana, E. F. M. (2021). Gamificación en la educación superior. *Revista Publicando*, 8(31), 165-176.
- [170] Colaboradores de Wikipedia. (2023). Calificación escolar. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Calificaci%C3%B3n\\_escolar](https://es.wikipedia.org/wiki/Calificaci%C3%B3n_escolar)
- [171] Yoon, K., & Hwang, C. L. (1995). Multiple attribute decision making: An introduction (Vol. 104). Sage.



- [172] Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2006). Multiple criteria evaluation of dwelling houses. *Technological and Economic Development of Economy*, 12(1), 59-65.
- [173] Ignizio, J. P. (1976). *Goal programming and extensions*. Lexington Books.
- [174] Zeleny, M. (1982). *Multiple criteria decision making*. McGraw-Hill.
- [175] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer.
- [176] Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455.
- [177] Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks (Vol. 4)*. RWS Publications.
- [178] Bana e Costa, C. A., & Chagas, M. P. (1996). A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. *European Journal of Operational Research*, 90(3), 432-447.
- [179] Brans, J. P., & Vincke, P. H. (1985). A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), 647-656.
- [180] Roy, B. (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding (Vol. 492)*. Springer.
- [181] Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press.
- [182] Edwards, W., & Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multi-attribute utility measurement. *Organizational behavior and human decision processes*, 60(3), 306-325.
- [183] Rodríguez, R. M., & Martínez, L. (2008). A decision support system for selecting sustainable industrial processes. *Decision Support Systems*, 45(1), 72-83.
- [184] Witte, R. S., & Witte, J. S. (2019). *Estadística*. Cengage Learning.
- [185] Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., & Scheaffer, R. L. (2014). *Estadística Matemática con Aplicaciones*. Cengage Learning.
- [186] Newbold, P., Carlson, W. L., & Thorne, B. (2017). *Estadística para Administración y Economía*. Pearson Educación.
- [187] Webster, A. L., Lind, D. A., & Marchal, W. G. (2018). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. McGraw-Hill Interamericana.
- [188] Johnson, R., & Kuby, P. (2018). *Estadística Elemental*. Cengage Learning.
- [189] Gómez, J. L. P. (2002). Estrategias de ponderación de la respuesta en encuestas de satisfacción de usuarios de servicios. *Metodología de encuestas*, 4(2), 175-193.
- [190] Mueses, H. (2008). Diferencias entre el Nivel de Significancia alfa y el Valor P. *Revista Estomatológica*, 16(1), 30-32.
- [191] LordOfHistory. (s. f.). *GitHub - LordOfHistory/TFG\_GITT\_Joscaneg: Estado del arte del aprendizaje basado en juegos educativos digitales y diseño e implementación de métodos estadísticos de validación aplicados a GBL*. GitHub. [https://github.com/LordOfHistory/TFG\\_GITT\\_Joscaneg](https://github.com/LordOfHistory/TFG_GITT_Joscaneg)
- [192] *The Community for Open Collaboration and Innovation | The Eclipse Foundation*. (s. f.). Eclipse Foundation. <https://www.eclipse.org/>
- [193] Porter, B. (s. f.). *Maven – Welcome to Apache Maven*. <https://maven.apache.org/>
- [194] colaboradores de Wikipedia. (2023, 5 septiembre). *JavaServer Pages*. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer\\_Pages](https://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages)
- [195] *JSTL Documentation*. (s. f.). <https://www.oracle.com/java/technologies/jstl-documentation.html>
- [196] PostgreSQL. (2024, 11 enero). PostgreSQL. <https://www.postgresql.org/>
- [197] *Juegos didácticos Proyecto AJDA*. (2024, febrero). [https://newton.proyectodescartes.org/juegosdidacticos/images/juegos/materiales/libro\\_proyecto\\_ajda-def/index.html](https://newton.proyectodescartes.org/juegosdidacticos/images/juegos/materiales/libro_proyecto_ajda-def/index.html)