



UNIVERSIDAD DE BURGOS

**Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño y evaluación de un Juego de mesa serio para el
aprendizaje de la energía en Educación Secundaria con
aprendizaje autorregulado

CURSO 2020- 2021

YARA ARNAIZ MARTÍN

Física y Química

Director: Jesús Ángel Meneses

Villagra

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	1
ABSTRACT Y KEY WORDS	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO TEÓRICO	2
3. OBJETIVOS	9
4. PROPUESTA Y JUSTIFICACIÓN	9
5. METODOLOGÍA	11
5.1 Descripción del recurso didáctico.....	11
5.1.1 Objetivos del juego de mesa.....	12
5.1.2 Contenidos.....	12
5.1.3 Competencias clave.....	13
5.1.4 Metodologías	13
5.1.5 Descripción del recurso	13
5.1.7 Recursos	18
5.1.8 Evaluación.....	18
5.2 Metodología de la investigación.....	19
5.2.1 Implementación en el aula.....	19
5.2.2 Valoración por parte de otros docentes	20
6. RESULTADOS OBTENIDOS	21
6.1 Implementación en el aula.....	21
6.1.1 Aprendizaje de los contenidos trabajados	21
6.1.2. Actitud del alumnado hacia la Ciencia.....	23
6.1.3. Valoración del alumnado	29
6.2 Valoración por parte de otros docentes	33
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
8. BIBLIOGRAFÍA	37
9. ANEXOS	42

Índice de tablas:

Tabla 1 Porcentaje de alumnado que obtiene cada diferencia de puntuación	22
Tabla 2 Resultados obtenidos totales	25
Tabla 3 Resultados obtenidos	26
Tabla 4 Resultados obtenidos	28
Tabla 5 Media y desviación típica de cada ítem en la valoración del juego	30
Tabla 6 Media y desviación típica de cada ítem en las dos dimensiones	31
Tabla 7 Media para la muestra total, para chicas y para chicos	32
Tabla 8 Media y desviación típica de la valoración del profesorado	33

Índice de Figuras:

Figura 1 Representación del modelo G/P/S	7
Figura 2 Personajes investigadores de la energía	14
Figura 3 Tablero del juego resaltando las casillas de video.	15
Figura 4 Ejemplos de tarjetas de preguntas que corresponden a ciertos tramos del recorrido	16
Figura 5 Crédito de energía que equivale a 1J	16
Figura 6 Construcciones 3D: central hidráulica (izq.) y central geotérmica (dcha.).....	17
Figura 7 Construcciones 3D: aerogenerador (izq.) y placa solar (dcha.)	17
Figura 8 Porcentaje de alumnado y diferencia de puntuación entre cuestionarios.	23

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Debido a la fatiga de internet y a que nos encontramos rodeados de recursos digitales, se ha observado un resurgimiento de los juegos de mesa (Donovan, 2017). Los juegos de mesa serios se emplean en educación como elementos de gamificación con el fin de favorecer el aprendizaje, desarrollar pensamientos matemáticos y habilidades sociales de comunicación (Bayeck, 2020). En este trabajo, se muestra el diseño de un juego de mesa serio donde se trabajan los contenidos de la energía en la asignatura de Física y Química en Educación Secundaria. Este recurso didáctico se ha analizado mediante su aplicación en el aula y mediante la valoración de docentes y alumnos/as.

Como resultados, cabe destacar la mejora el rendimiento académico y la actitud hacia la ciencia del alumnado, mostrando además el juego de mesa serio valoraciones positivas tanto por parte del alumnado como del profesorado con respecto a usabilidad, interés y aplicabilidad.

Palabras clave: gamificación, juegos serios, juegos de mesa serios, aprendizaje autorregulado, energía.

ABSTRACT Y KEY WORDS

Due to internet fatigue and being surrounded by digital resources, a resurgence of board games has been observed (Donovan, 2017). Serious board games are used in education as gamification elements in order to promote learning, develop mathematical thoughts and social communication skills (Bayeck, 2020). In this work, the design of a serious board game is shown where the contents of energy are worked on in the subject of physics and chemistry in secondary education. This didactic resource has been analyzed through its application in the classroom and through the assessment of teachers and students.

As results, it is worth highlighting how the academic performance of the students and their attitude towards Science improves, also showing the serious board game positive evaluations both by the students and the teachers.

Key Words: gamification, serious games, serious board games, self-regulated learning and energy.

1. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en continua evolución. Los avances se producen de forma exponencial provocando cambios en la sociedad, en las costumbres, en las formas de comunicación, en la tecnología, etc. Y esto también sucede en la educación. La enseñanza tradicional debe evolucionar para satisfacer las necesidades que van surgiendo de dichos cambios (Kalogiannakis et al., 2021), cada nueva generación presenta diferentes percepciones, valores, necesidades e intereses (Dreimane, 2019). Los avances tecnológicos, como son los teléfonos móviles, tabletas, ordenadores con los que es posible acceder a plataformas digitales, ofrecen multitud de posibilidades distintas y son recursos útiles para mejorar el proceso de aprendizaje, incorporándose y haciendo que este sea más emocionante.

Además, desde hace años se conoce la falta de interés por parte de los estudiantes hacia las disciplinas científicas, principalmente hacia la física, creciendo dicho desinterés a medida que se avanza en el sistema educativo. Es necesario detener ese descenso de la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, que aumenta a medida que el estudiante avanza en el sistema educativo (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008) y emplear herramientas que faciliten el pensamiento científico en el aula, buscando nuevas formas de involucrar y motivar a las nuevas generaciones. Una posible forma de conseguir esto es mediante el juego, herramienta con gran poder motivacional (Kalogiannakis et al., 2021).

En este Trabajo Fin de Máster se emplea como metodología la realización de un juego de mesa serio con contenidos sobre la energía, con el fin de analizar en estudiantes el grado de aprendizaje de los conceptos abordados, si presentan un cambio en su actitud ante la ciencia y su opinión respecto al mecanismo del juego de mesa utilizado, su usabilidad y el impacto que produce.

2. MARCO TEÓRICO

Se comenzará tratando el concepto de gamificación y los juegos serios, observando las diferencias y similitudes que existen entre ambos, y tras esto se profundizará en los juegos de

mesa serios, finalizando el apartado con el concepto de aprendizaje autorregulado que es el enfoque didáctico que acompaña al diseño de este juego de mesa serio.

Gamificación

Este concepto se conoce desde hace años y se ha desarrollado en muchos campos distintos, pero ha sido en la última década cuando más se ha centrado en el ámbito de la educación. En la literatura existen diversas definiciones de gamificación de distintos autores; sin embargo, aunque todavía no existe una definición de gamificación universalmente aceptada muchas definiciones comparten características similares (Kalogiannakis et al., 2021).

La gamificación consiste en emplear elementos y/o estética de juego para motivar y promover el aprendizaje en un contexto educativo. Según Kapp (2012) se define como “el uso de elementos de diseño de juegos, mecánicas de juego, estética y pensamiento de juegos de honor para motivar a los estudiantes”. Dicho de otra forma, la gamificación utiliza diversos mecanismos, estrategias, retos, desafíos y elementos (como pueden ser, por ejemplo: puntos, niveles o premios) con el propósito de aplicarlos a la pedagogía (Karagiorgas & Niemann, 2017). Es importante diferenciar que la gamificación se relaciona con los juegos, pero no con el hecho de jugar (Woodcock & Johnson, 2017).

La gamificación presenta como principal objetivo afectar a factores como la motivación para influir en un comportamiento relacionado con el aprendizaje, como el compromiso con el contenido educativo, y lograr un resultado de aprendizaje (Kalogiannakis et al., 2021). Según Huang y Soman (2013), dentro de ese objetivo general, se pueden diferenciar:

- Los objetivos de aprendizaje que hacen referencia a los contenidos de la gamificación, los cuales cabe destacar que son conocidos por el alumnado desde el inicio.
- Los objetivos lúdicos que están relacionados con los elementos de diseño del juego en la gamificación y hacen referencia a su poder motivacional y al tipo de necesidades psicológicas a las que corresponden, como es por ejemplo que se origine un disfrute y una satisfacción en el estudiante ya que intervienen en la motivación y el compromiso, realizando un cambio en el comportamiento o en la actitud de las alumnas y alumnos (Kalogiannakis et al., 2021; Landers, 2014).

Los factores psicológicos que afectan a los procesos de aprendizaje generan que se atraiga el interés de los estudiantes, involucrándose en dicho proceso, aumentando los niveles de disfrute y haciendo que sea más fácil promover de esta forma el aprendizaje y resolver problemas, ya

que se utiliza la fuerza motivacional de los elementos que forman el juego para que el alumnado aumente su motivación por este (Kalogiannakis et al., 2021). Es importante tener en cuenta que la motivación influye en el tiempo que se dedica a aprender y al esfuerzo que se realiza, siendo uno de los mayores predictores de logro académico.

La gamificación está caracterizada por presentar elementos de diseño asociados con el juego en un contexto educativo, los cuales pueden ser o no digitales. Los elementos del juego forman parte de la mecánica del juego. Algunos ejemplos pueden ser narraciones, premios, puntos, niveles, insignias, etc. Una parte crucial del diseño es seleccionar y emplear elementos de diseño de juegos que sean adecuados, siendo importante identificar ventajas y desventajas, los efectos y el impacto general que dichos elementos van a generar al ser aplicados (Kalogiannakis et al., 2021). Estos elementos afectan a los resultados de interés a través de efectos directos e indirectos en estados psicológicos, comportamientos y resultados (Landers et al., 2018).

Un ejemplo a destacar es la herramienta *Kahoot!*, una plataforma de aprendizaje que se emplea para revisar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, bien para evaluarlos o para que salgan de la rutina de las clases tradicionales (Wang & Tahir, 2020). Esta aplicación se lanzó en 2013 y presenta 70 millones de usuarios.

Si se realiza una revisión a la literatura (Wang & Tahir, 2020), se puede observar cómo en diversos estudios se ha llegado a la conclusión de cómo dicha aplicación puede presentar un efecto positivo en el rendimiento del aprendizaje, las actitudes de las alumnas y alumnos, además de las del profesorado y la dinámica del aula. Sin embargo, también se han realizado otros estudios donde se concluye que *Kahoot!* tiene poco o ningún efecto, debido a problemas de conexiones a internet poco confiables, respuestas difíciles en una pantalla proyectada, presión por el tiempo y miedo a perder.

Es por ello que el entorno de aprendizaje en gamificación debe presentar un diseño cuidadoso, sobre todo en el caso de los elementos de juego que se van a utilizar y en el diseño de las instrucciones, las cuáles deben ser sencillas y explícitas para evitar que el alumnado se distraiga de los objetivos de aprendizaje y disminuya el rendimiento del conocimiento y las habilidades (Kalogiannakis et al., 2021). Para este autor, esta implementación generalmente exitosa, a lo largo de los años, ha sido cuestionada en diversas investigaciones en lo que respecta al resultado del aprendizaje.

Sin embargo, cabe destacar, que la gamificación es compatible con otras metodologías y estrategias de aprendizaje, lo cual hace que presente distintas posibilidades y un gran potencial (Kalogiannakis et al., 2021).

Juegos serios

Un concepto relacionado con la gamificación son los juegos serios también denominados juegos de aprendizaje, juegos para aprender o juegos educativos. Existen varias definiciones para este concepto, pero fue en 1970, donde Abt (1970) en su libro *Serious Games* introdujo dicho concepto. Se relaciona con gamificación debido a que en ambos casos se emplean los aspectos de los juegos para conseguir objetivos más allá del entretenimiento.

Existen distintos criterios y clasificaciones de los juegos serios, atendiendo al público objetivo, como la sugerida por Alvarez y Michaud (2008), que los clasifican como juegos serios elaborados para Defensa, Entrenamiento y Educación Juegos, Publicidad, Información y Comunicación, Salud, Cultura, Activismo. Estas clasificaciones presentan dos inconvenientes: por un lado, a medida que aumentan los públicos objetivos, los elementos de la categoría irán aumentando, y, por otro lado, no nos da información acerca de su contenido. Otro criterio de clasificación de los juegos serios podría ser según su propósito, como la definida por Despont (2008) que establece una tipología de juegos publicitarios, juegos institucionales serios, juegos de negocios, juegos de aprendizaje. Sin embargo, esta categorización resultaría también compleja de utilizar ya que cada categoría resulta heterogénea. Por ejemplo, los juegos publicitarios podrían ser, al mismo tiempo educativos. Ocurriría algo parecido si se hace una taxonomía en categorías y subcategorías atendiendo al público objetivo y al propósito del juego serio.

En un contexto educativo, en los juegos serios los estudiantes no conocen cuales son los objetivos educativos del juego y no necesariamente se presenta la realidad. Se centran en motivar al estudiante a “jugar” el juego y el número de mecánicas del juego no presenta un límite (Kalogiannakis et al., 2021).

La diferencia más clara entre juegos serios y gamificación en la educación, según Landers (2014), es el proceso de aprendizaje, en cómo se relacionan sus entornos con el proceso educativo (Kalogiannakis et al., 2021). En gamificación se consigue un aprendizaje de forma indirecta y el objetivo es alterar la actitud de la alumna o el alumno, mientras que en los juegos serios el aprendizaje se ve afectado directamente ya que los contenidos abordados en la propia

aplicación provocan ese aprendizaje. Por lo que, en un juego serio el objetivo más que el entretenimiento es la educación. En gamificación se incorporan al proceso educativo algunos de los elementos del juego, mientras que en los juegos serios o “*serious games*” se incorporan todos los elementos de los juegos, en mayor o menor medida (Landers, 2014).

Diversas investigaciones han demostrado que los juegos serios son más eficaces y efectivos para conseguir alcanzar los objetivos relacionados con el desarrollo de habilidades cognitivas y conocimientos (Huizenga et al., 2017). Para evaluar dichos juegos serios, por lo general, se suele valorar el aprendizaje ya que es el conocimiento que más interesa a los docentes, aunque también se pueden analizar y evaluar otros aspectos como, por ejemplo, la usabilidad del juego, la motivación o el compromiso de los estudiantes, pero apenas existen herramientas para evaluar dichos aspectos (Mitgutsch & Alvarado, 2012).

El término de juego serio, está formado por dos dimensiones. Por un lado, el término “juego” y, por otro lado, “serio”. Djaouti et al. (2011) definen un modelo para atender a estas dos dimensiones, al que definen como Gameplay/Purpose/Scope (G/P/S):

- *Gameplay* (Cómo se juega): hace referencia a la estructura que presenta el juego, cuáles son las normas. Se puede clasificar en Game-based, cuando se diseña un juego con unos objetivos concretos, y Play-based cuando el diseño no presenta objetivos específicos.
- *Purpose* (Propósito): hace referencia a con qué propósito se ha diseñado el juego, existiendo distintos tipos: transmisión de un mensaje, de entrenamiento o de intercambio de datos.
- *Scope* (Alcance): hace referencia a los destinatarios a los que está destinado el juego diseñado: diferenciando entre mercado y público.

En la Figura 1 se puede observar de una forma más gráfica la taxonomía que elaboraron Djaouti, et al. (2011).

Realizando una revisión a las guías a las que acceden los docentes para integrar juegos en el aula, por lo general, estas ofrecen consejos desde un punto de vista donde el juego ya ha sido seleccionado, pero no aportan criterios para elegir un juego para el alumnado (Greenhalgh, Koehler, & Boltz, 2019).

Dentro de estos juegos serios, se pueden destacar los juegos de mesa serios (*Serious board games*). En la actualidad, estamos rodeados de recursos digitales, pero se ha observado un resurgimiento de los juegos de mesa. Algunos autores, como Donovan (2017) explican esto haciendo referencia a una fatiga de internet.

Los juegos de mesa se caracterizan por presentar una superficie, fichas y unas normas. Existe una interacción entre los jugadores que, por lo general, compiten unos contra otros (Bayeck, 2020). Se pueden diferenciar de los juegos digitales ya que en este caso los jugadores no interaccionan con un sistema electrónico. Sin embargo, un juego de mesa también puede presentar algún elemento digital.

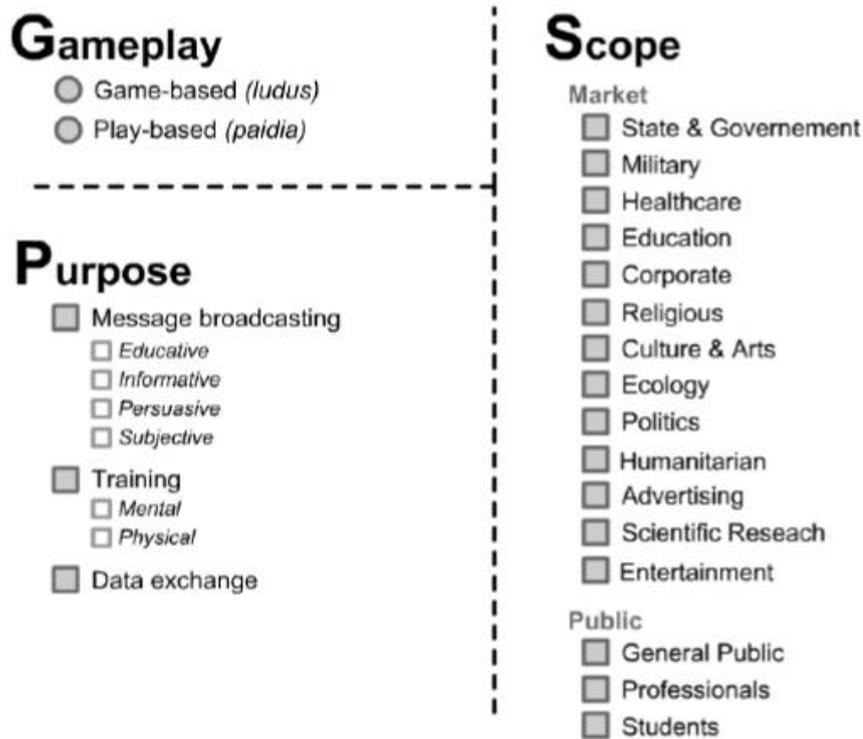


Figura 1 Representación del modelo G/P/S (Djaouti, et al., 2011)

Estos *Serious Board Games* favorecen el aprendizaje, el desarrollo de pensamientos matemáticos y las habilidades de comunicación, y las relaciones entre personas con distintas habilidades sociales, creando entornos de aprendizaje inclusivos (Bayeck, 2020).

La teoría en la que sustentan los juegos serios más frecuente en bibliografía es la cognitiva social de Bandura (1986) (Blumberg et al., 2013). Esta teoría cognitiva social se basa en la percepción de uno/a mismo/a de ser capaz de realizar una tarea determinada.

Aprendizaje autorregulado

La teoría cognitiva social mencionada anteriormente deriva en lo que se conoce como el aprendizaje autorregulado, el cual consiste en que el alumnado gestione sus motivaciones, conductas y aprendizaje para resolver un problema o una tarea concreta. Para ello, el alumnado

pasa por una serie de fases imprescindibles para que el aprendizaje sea significativo y para que se produzca un cambio en el comportamiento, donde establece unas metas, las controla y va realizando una evaluación continua a lo largo de todo el proceso (Zimmerman, 1990).

Flavell (1979) definió el concepto de metacognición como el conocimiento y la regulación de uno mismo de las actividades cognitivas en los procesos de aprendizaje. Esto hace referencia a la capacidad que presenta una persona para reflexionar sobre sus procesos mentales, mediante un control consciente de estos procesos intelectuales.

La mayoría de los investigadores diferencia entre dos componentes de la metacognición:

- Conocimiento de la cognición, que es lo que las personas saben sobre cognición y más concretamente sobre la suya propia.
- Regulación de la cognición, que es el conocimiento procedimental, donde se regulan y controlan las actividades realizadas en el proceso de aprendizaje propio (Baker & Brown, 1984).

Este proceso formado por pensamientos, acciones y emociones controladas, que cada uno adapta con el fin de alcanzar unos objetivos individuales se conoce como autorregulación y hacen referencia a las “estrategias” que cada persona utiliza en un proceso de aprendizaje a la hora de resolver un problema. Estas estrategias metacognitivas se pueden entrenar y desarrollar (Veenman, 2011).

Las actividades de autorregulación se encuentran entre las características del contexto y las personales del propio alumno o alumna y el desempeño real. (Pintrich, 2004).

Así, los alumnos que sean capaces de autorregular procesos de aprendizaje serán más conscientes de cuando están cometiendo un error, regulando ellos mismos dicho proceso, y realizando las adaptaciones que consideren necesarias, modificando las estrategias empleadas en el proceso de aprendizaje si fuese necesario (Mateos, 2001). Además, diversas investigaciones indican que, durante la construcción del conocimiento, la autorregulación se relaciona con los conocimientos que se presentan durante un proceso, y esto está relacionado con un mecanismo de retroalimentación que ayuda a la construcción de dichos conocimientos (Norman & Furnes, 2016). Por tanto, si un alumno presenta la capacidad de autorregulación en el proceso de aprendizaje tendrá consecuencias positivas en su rendimiento académico (Sáiz-Manzanares & Valdivieso-León, 2020).

Según Hattie y Gan (2014), es muy importante la retroalimentación, y esta puede presentarse en tres niveles. En el primero se involucra a los estudiantes en la tarea aportando información,

en el segundo se les indica posibles pistas para resolver la tarea mediante estrategias y, por último, en el tercer nivel se presentaría la autorregulación. En este punto se orienta al alumnado hacia la resolución de la tarea aportando información sobre sus debilidades, sobre estrategias y como continuar, haciendo que este aumente su motivación por aprender. Existe una relación clara entre el empleo de estrategias metacognitivas y la competencia aprender a aprender (Salmerón-Pérez & Gutiérrez-Braojos, 2012), ya que para desarrollar dicha competencia el alumno o alumna debe saber desenvolverse en situaciones y ser capaz de tomar decisiones durante un proceso de aprendizaje.

Cabe destacar la importancia de que el alumno sea capaz de autorregular los procesos de aprendizaje, ya que, precisamente, una de las mayores dificultades que se plantea a un estudiante cuando está aprendiendo ciencias es el hecho de que no sea capaz de controlar y conocer cuando comprende o no los conceptos (Otero, 1990). Es por ello, que algunos autores destacan la necesidad de conocer estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias, con el fin de que en las ideas previas que presenta el alumnado puedan detectar ellos mismos posibles errores de comprensión sobre los contenidos científicos que se van aprendiendo (Mateos, 2001).

3. OBJETIVOS

En este Trabajo Fin de Máster se persiguen los siguientes objetivos:

- Analizar el rendimiento académico del alumnado sobre conceptos de energía y si cambia su actitud hacia la ciencia con la implementación de un juego de mesa serio.
- Analizar la valoración del juego de mesa serio por los estudiantes y la opinión de docentes respecto a la Usabilidad y contribuciones al conocimiento científico que su utilización en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede producir en el alumnado.

4. PROPUESTA Y JUSTIFICACIÓN

El Trabajo Fin de Máster se centra en desarrollar un recurso didáctico para la materia de Física y Química de 3º ESO, que consiste en un juego de mesa donde se trabajan los contenidos de la energía.

Se conoce desde hace años la falta de interés que presentan las alumnas y alumnos hacia las disciplinas científicas y, concretamente, hacia la física. Además, dicho desinterés se inicia en niveles tempranos y aumenta según se va avanzando en el sistema educativo (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2008), teniendo como consecuencia un abandono temprano de las asignaturas de ciencias. Además, en el centro en el que he realizado el periodo de prácticas, he observado cómo los alumnos de Educación Secundaria, por lo general, no suelen presentar una gran motivación hacia la Física y la Química, al contrario, he apreciado falta de interés y apatía hacia esta materia en gran parte del alumnado, principalmente de cursos donde no se escoge como optativa esta materia, sino que es obligatoria (2º y 3º de ESO). Creemos que se puede incrementar la motivación y favorecer un cambio de actitud hacia esta asignatura si se incluye la gamificación y los juegos serios en el proceso de aprendizaje.

El concepto de “energía” que se pretende que el alumnado comprenda es abstracto y difícil de entender ya que no se observa físicamente. Se requerirá del alumnado un esfuerzo extra para comprender dicho concepto, sus cualidades y las múltiples transformaciones que experimenta la energía en sus distintos tipos.

Es necesario plantear nuevas propuestas o recursos que faciliten la transmisión de dichos contenidos, que fomenten el interés del alumnado por la Física y Química y aumente su motivación y predisposición hacia la misma. El empleo de metodologías innovadoras que sustituyan las clases tradicionales magistrales puede favorecer esto.

Los juegos de mesa, como se ha comentado anteriormente favorecen el aprendizaje, el desarrollo de relaciones sociales y habilidades de comunicación (Bayeck, 2020).

Además, existe una relación clara entre la competencia aprender a aprender y las estrategias metacognitivas (Salmerón-Pérez, & Gutiérrez-Braojos, 2012), donde el alumno toma decisiones y resuelve situaciones problemáticas. Desarrollar dichas habilidades donde el alumno o la alumna es capaz de autorregular los procesos es importante durante el aprendizaje de conocimientos científicos, siendo el estudiante capaz de reconocer que conoce y comprende y que no (Otero, 1990), corrigiendo posibles ideas previas (Mateos, 2001).

Por último, hay que destacar la gran importancia que en la actualidad presenta la energía en nuestra sociedad, debido a que se encuentra muy presente en nuestro día a día. Por ejemplo, la gran mayoría de nuestras actividades son muy difíciles de realizar sin acceso a energía eléctrica. A diario aparecen, en los distintos medios de comunicación y prensa, gran variedad de noticias sobre este tema exponiendo: cómo afecta la producción de energía empleando distintas fuentes,

nuevos proyectos utilizando fuentes de energía renovables y, una cuestión preocupante y de gran relevancia, el impacto y las consecuencias que presenta en el medio ambiente la producción y consumo descontrolado de energía. Es por ello, que considero de gran importancia trabajar estos conceptos con el alumnado de forma clara para que sean conscientes de la realidad y de la necesidad de realizar un uso racional de la energía.

5. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados se ha realizado un juego de mesa serio para los contenidos de 3º ESO de Física y Química.

Además, para cada objetivo se han empleado una serie de cuestionarios que se indican a continuación.

Para el Objetivo 1: *“Analizar el grado de aprendizaje de los conceptos de energía en el alumnado y si se produce un cambio en su actitud ante la ciencia con la implementación de un juego de mesa serio”*.

- Cuestionario prepost sobre los contenidos de la asignatura.
- Cuestionario prepost sobre la actitud del alumnado ante la ciencia (Aguilera, & Perales-Palacios, 2019).

Para el Objetivo 2: *“Analizar la valoración del juego de mesa serio por los estudiantes y la opinión de docentes respecto a la Usabilidad y contribuciones al conocimiento científico que su utilización en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede producir en el alumnado”*.

- Cuestionario de valoración del juego de mesa serio por parte del alumnado (López-Fernández & Franco-Mariscal, 2019).
- Cuestionario de valoración del juego de mesa serio por parte del profesorado: Usabilidad (Brooke, 1996) e interés (Martínez-Abad et al. 2017).

5.1 Descripción del recurso didáctico

“Salvar al planeta del colapso” es un juego de mesa diseñado para trabajar en el aula de 3º ESO, en la materia de Física y Química, los contenidos del bloque 4. “La Energía” del BOCYL (EDU/362/2015).

5.1.1 Objetivos del juego de mesa

Con la realización y puesta en práctica de dicho producto se pretenden conseguir como objetivos de aprendizaje, los correspondientes al bloque 4. “La energía” en el curso de 3º ESO, según los criterios de evaluación del BOCYL (EDU/365/2015):

- Activar los conocimientos previos trabajados en cursos anteriores. (Anexo I)
- Explicar el fenómeno físico de la corriente eléctrica e interpretar el significado de las magnitudes intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.
- Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos sencillos, en el laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas.

Como objetivos procedimentales, referidos a conocimientos prácticos, se pretende alcanzar durante el desarrollo del juego:

- Relacionar los contenidos científicos trabajados durante el juego con ejemplos de la vida cotidiana.
- Resolver problemas prácticos relacionados con los contenidos.
- Construir los conocimientos científicos de forma autorregulada, mediante estrategias metacognitivas, tomando decisiones y resolviendo situaciones problemáticas trabajando la competencia de aprender a aprender.

Como objetivos actitudinales, referidos al comportamiento y la actitud que presenta el alumnado durante el aprendizaje, se pretende conseguir:

- Colaborar y trabajar en equipo activamente desde el respeto a los demás.
- Tomar decisiones conjuntas en grupo y desempeñar las responsabilidades correspondientes en función del rol presentado.
- Trabajar una comunicación adecuada y respetuosa, escuchando a los demás y respetando turnos de palabra.

5.1.2 Contenidos

Este recurso didáctico comienza realizando una activación de los conocimientos previos, estudiados en cursos anteriores. Tras esto se trabajan contenidos del bloque 4 “La energía” del BOCYL (EDU/362/2015) y, finalmente, se trabaja un apartado de educación sostenible.

De este modo, se comienza introduciendo el concepto de energía, los tipos que existen y cuáles son las características de la energía (Anexo II). Después, se profundiza en la energía eléctrica, fenómenos electrostáticos, magnitudes eléctricas, unidades, conductores y aislantes, corriente eléctrica, la ley de Ohm y la asociación de generadores y receptores en serie y paralelo, construyendo diversos circuitos eléctricos sencillos (Anexo III). Y, por último, como educación sostenible, la importancia de realizar un uso racional de la energía y desarrollar las fuentes de energía limpias o renovables.

5.1.3 Competencias clave

Las competencias clave son diversas habilidades y capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales. DeSeCo (2003) las definió como “las capacidades de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”. En el Sistema Educativo Español, están enumeradas y descritas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero.

Durante el desarrollo del juego se trabajan diversas competencias clave como son la competencia en comunicación lingüística (CCL), la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), la competencia digital (CD), la competencia para aprender a aprender (CPAA), el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE) y las competencias sociales y cívicas (CSC). (Anexo XXI)

5.1.4 Metodologías

Mediante dicho recurso didáctico se emplea la gamificación y los juegos serios, trabajando los contenidos en el aula a través de un juego de mesa serio. Cabe destacar cómo el alumnado va construyendo los conocimientos a medida que va avanzando a lo largo del juego, de forma que realiza un aprendizaje autorregulado.

Las diversas cuestiones, que aparecen a lo largo de la partida, pueden presentarse como preguntas teóricas donde el alumnado razona y construye una respuesta, o bien como pequeñas experiencias de indagación donde el alumnado se realiza preguntas y plantea hipótesis que más tarde comprueba de forma experimental, obteniendo unas conclusiones.

5.1.5 Descripción del recurso

“Salvar al planeta del colapso” es un juego de mesa diseñado para trabajar la energía en el curso de 3º ESO y la materia de Física y Química. Se comienza poniendo en contexto al alumnado

mediante un video introductorio (Anexo IV) donde se expone que “el planeta está al borde del colapso, los combustibles fósiles se están agotando y es necesario encontrar otras fuentes de energía renovables. Por otro lado, la producción de CO₂ debido a la utilización de estas fuentes de energía están llevando al planeta a una situación insostenible. Los alumnos deben ir acumulando los créditos de energía que vayan consiguiendo por responder correctamente a las distintas preguntas y experiencias a lo largo de la partida, ganando el equipo que obtenga más créditos de energía para que finalmente construyan fuentes de energía renovable con las que intentar frenar el deterioro planetario.

Una vez se ha visualizado el video se explica al alumnado las normas para jugar (Anexo V) y se hacen 4 equipos que estarán representados por cuatro grandes investigadores de la energía como son: Lucia Galvani, Hertha Marks Ayrton, Nikola Tesla y Thomas Edison, representados cada uno de ellos en las tarjetas de investigador donde se muestra además una breve descripción de estos (Anexo VI).



Figura 2 Personajes investigadores de la energía

Una vez se han formado los equipos, en cada uno de ellos, cada estudiante presenta un rol y, por tanto, una serie de responsabilidades y tareas que deben llevar a cabo a lo largo de la partida, pudiendo ser los roles fijos o intercambiables según decida el profesorado. Los roles que los alumnos y alumnas se deben repartir son los siguientes:

- “Portavoz”, esta persona responde las preguntas en voz alta para el resto de la clase, tras la puesta en común con el resto del equipo.
- “Administrador/a de energía”, esta persona controla los créditos de energía del equipo. Su función es dar o recoger los créditos de energía a lo largo de la partida y realizar el recuento final.

- “Lanzador/a de dado y movedor/a de ficha”, esta persona es la única que toca el dado y mueve la ficha a la casilla correspondiente, debido en parte al protocolo a seguir por la situación de emergencia sanitaria.
- “Lector/a de tarjetas de preguntas”, esta persona lee la pregunta que corresponda al equipo contrario, en voz alta para toda la clase.
- “Escaneador/a de códigos QR”, esta persona será la encargada de, en aquellas tarjetas de preguntas o experiencias que presentan un código QR, con ayuda de una tableta, escanear y reproducir los videos que aparezcan y mostrar las imágenes.
- “Responsable COVID”, esta persona es la encargada de observar que las distancias de seguridad se cumplen y que cada alumno respeta el protocolo COVID-19.

Una vez ha comenzado el juego hay distintas casillas (de incidencias -Anexo IX-, de preguntas, de video o vacías) donde se puede caer en el tablero (Anexo VII).

A lo largo del tablero, van apareciendo varias casillas con el símbolo de *play*, lo cual simboliza que se va a visualizar un video. Estos videos pueden dar indicaciones, introducir a contenidos o aclararlos, sacando conclusiones (Anexo VIII).



Figura 3 Tablero del juego resaltando las casillas de video

Cuando se cae en una casilla de pregunta, en función de su color se escoge el mismo color de la tarjeta de pregunta. Esto es debido a que los colores de las tarjetas de preguntas están ordenados en función del tramo de contenidos que se está trabajando en cada momento, y todas

estas tarjetas presentan un orden concreto para que los alumnos vayan construyendo los conocimientos de forma ordenada.

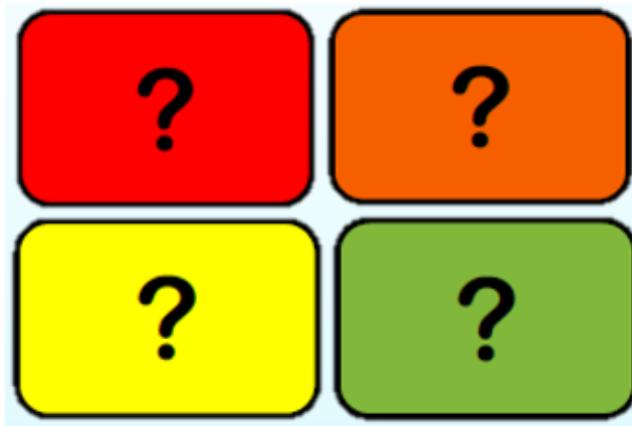


Figura 4 Ejemplos de tarjetas de preguntas que corresponden a ciertos tramos del recorrido

Todas las preguntas (Anexo VIII) poseen comodines, y en algunas de ellas aparecen códigos QR que derivan al alumnado a una imagen, a un video o a una simulación interactiva.

Si un equipo resuelve correctamente la pregunta, se le entrega un crédito de energía que se ha llamado “julito” (Anexo X), haciendo referencia a las unidades de la energía en el Sistema Internacional (Julios, J). De este modo, el equipo que obtenga más “julitos” al finalizar la partida, ganará el juego.



Figura 5 Crédito de energía que equivale a 1J

Una vez finalizado el juego cada equipo, intercambiará los créditos de energía que han ido obteniendo en la partida por piezas 3D que constituyen distintas construcciones (Anexo XI) que representan centrales de fuentes de energía renovables. Cada construcción está formada por tres piezas que encajan y forman las representaciones de las figuras siguientes:

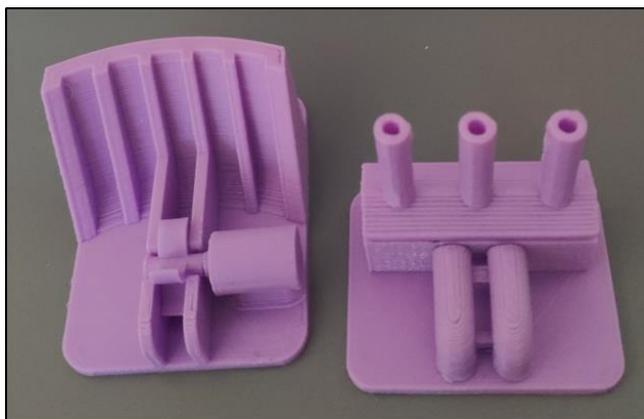


Figura 6 Construcciones 3D: central hidráulica (izq.) y central geotérmica (dcha.)



Figura 7 Construcciones 3D: aerogenerador (izq.) y placa solar (dcha.)

5.1.6 Sugerencias metodológicas

El juego se puede utilizar en el aula de diversos modos, adaptándose en función de las necesidades o de los recursos. Algunas propuestas pueden ser:

- Como juego de mesa tradicional empleando de forma física el tablero, las tarjetas de preguntas e incidencias, las fichas, los dados, las construcciones 3D, etc.
- Como juego en formato digital, mediante una proyección del tablero con el cañón proyector, desplazando las fichas en función de los resultados de los dados y empleando tarjetas de preguntas y tarjetas de incidencias digitales.
- Mediante un enfoque metodológico, el docente puede leer las tarjetas de preguntas para que la clase responda, mostrando los diversos videos, etc.

Estas maneras de emplear dicho recurso didáctico son solo algunas ideas, ya que la creatividad del profesorado puede permitir que se aplique de diversas formas.

5.1.7 Recursos

Para poder utilizar en el aula el recurso didáctico “Salvar al planeta del colapso” se requieren una serie de recursos materiales, como son los elementos del juego (explicados en las normas del juego, Anexo V): Dados (x4), Fichas (x4), créditos de energía (1J y 2J), Tarjetas de investigadores de la energía (x4), Tarjetas de preguntas de colores, Tarjetas de incidencias, Cuadernos de ruta (Anexo IX), Piezas 3D (Construcciones renovables) y Hoja de precios de cada pieza 3D (Anexo XII).

También se requiere el Kit de experiencias que posee el juego (explicado en las normas del juego, Anexo V): Globos, Goma de borrar, Moneda de 5 céntimos, Moneda de 10 céntimos, Vaso, Agua, Agua salada, Palillo de madera, Mina de lapicero, Pilas, Bombillas, Resistencias, Cables.

Cada alumno debe presentar el material de papelería necesario para tomar notas en el cuaderno de ruta, y dentro de cada equipo, al menos deberá de poseerse un dispositivo digital con acceso a internet como, por ejemplo, una tableta.

Además, el docente debe de poseer todos los videos del juego, un cañón proyector, un ordenador con acceso a internet, y pizarra, tizas y borrador por si necesita realizar alguna aclaración.

5.1.8 Evaluación

Para evaluar a cada alumna y alumno cuando se emplea dicho recurso en el aula se tendrán en cuenta los criterios de evaluación presentes en el BOCYL (EDU/365/2015) indicados dentro del apartado de objetivos del juego.

Para poder evaluar al alumnado cuando se emplee dicho recurso en el aula, se ha realizado una rúbrica adjunta en el Anexo XIII, la cual presenta los siguientes ítems:

- Resultado en el juego (Posición en la que ha quedado el equipo) → 10 %
- Actitud, comportamiento y desempeño de rol asignado durante la partida → 40 %
- Cuaderno de ruta → 35 %
- Cuestionario final de contenidos → 15 %

5.2 Metodología de la investigación

Para evaluar el recurso didáctico se han realizado dos investigaciones, ambas de carácter cuantitativo. En la primera, se ha implementado el recurso didáctico en el aula y evaluado el aprendizaje de contenidos científicos y la actitud hacia la ciencia del alumnado; y, en la segunda investigación, se ha mostrado el recurso a varios profesores para que lo valoraran y evaluaran.

5.2.1 Implementación en el aula

Descripción de la muestra de estudio:

Se ha realizado dicha implementación, durante el periodo de prácticas, en dos aulas de 2º ESO en un centro de Burgos cuyos estudiantes son de diversas culturas y diferentes niveles socioeconómicos. Una de las clases con 25 alumnos (12 chicos y 13 chicas) y la otra clase de 24 alumnos (11 chicos y 13 chicas), es decir, un total de 49 alumnos y alumnas.

Como la implementación únicamente se ha podido realizar en 2º ESO, teniendo en cuenta que el recurso didáctico está diseñado para 3º ESO, únicamente se han trabajado los contenidos de “activación de los contenidos previos” y educación sostenible, que realmente incluyen los contenidos que se trabajan en 2º ESO según el BOCYL (EDU/362/2015) (Anexo I).

La implementación se ha realizado a lo largo de 4 sesiones de 55 minutos en ambas aulas.

El juego se ha desarrollado de forma digital proyectando el tablero con el cañón proyector y realizando la profesora las preguntas al alumnado de forma oral, en gran parte debido a la situación actual de COVID-19.

Descripción de las herramientas empleadas en la investigación:

En dicha investigación, se ha seguido como procedimiento comenzar repartiendo entre el alumnado dos cuestionarios previos, recogidos una vez han sido completados. Tras esto, se ha desarrollado el recurso didáctico y, una vez ha finalizado, se han vuelto a repartir entre el alumnado los dos mismos cuestionarios que alumnas y alumnos han completado y la profesora ha recogido. Dicho cuestionario completado después de realizar el juego, ha sido rellenado por el alumnado sin haber estudiado o repasado los contenidos trabajados de forma que realmente se evalúe lo aprendido durante el desarrollo del juego de mesa.

En uno de los cuestionarios se evalúa el grado de **aprendizaje de los contenidos** por parte del alumnado tras implementar el recurso en el aula. Para ello, se ha realizado un cuestionario

(Anexo XIV) con 10 preguntas, 5 de verdadero o falso y 5 con varias opciones a elegir, con los contenidos que se iban a trabajar a lo largo del juego.

El otro cuestionario evalúa la **actitud ante la Ciencia** del alumnado antes y después de desarrollar el juego en el aula, y pretende averiguar si tras la implementación se ha producido cambios en la misma. Para ello, se ha realizado un cuestionario (Anexo XV) con 20 ítems, empleando una escala Likert del 1 al 5, siendo 1 ‘absolutamente en desacuerdo’ y llegando hasta 5 ‘totalmente de acuerdo’. El cuestionario está validado por Aguilera, & Perales-Palacios, (2019) y está formado por las siguientes cuatro dimensiones, con 5 ítems cada una:

- Dimensión 1: Importancia de la ciencia para el estudiante.
- Dimensión 2: Autoeficacia.
- Dimensión 3: Interés y disfrute.
- Dimensión 4: Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante.

Todas estas dimensiones presentan un ítem que se encuentra formulado de forma contraria, para asegurar que los alumnos respondan de forma razonada el cuestionario.

También, una vez finalizado el juego se pidió al alumnado que respondieran a otro cuestionario diseñado para **valorar el juego** (13 ítems), el cual contempla principalmente las dimensiones de diversión y pensamiento crítico (10 ítems) para averiguar cómo se siente el alumnado jugando; se utiliza una escala Likert del 1 al 5, siendo 1 ‘absolutamente en desacuerdo’ y llegando hasta 5 ‘totalmente de acuerdo’ (Anexo XVI).

Todos los datos recogidos durante la implementación han sido tratados y analizados con el programa Excel.

5.2.2 Valoración por parte de otros docentes

Descripción de la muestra de estudio:

En este caso, la investigación ha consistido en mostrar el juego de mesa a diversos docentes, explicando en qué consiste, donde se utilizaría, las normas del juego, su adaptabilidad, etc. para que, tras esto, el profesorado pueda valorar y evaluar el recurso denominado “Salvar al planeta del colapso”.

Han participado 30 personas (33% hombres y 67% mujeres) que incluyen estudiantes del máster en profesorado y docentes, tanto maestros como profesores, de diversos ámbitos:

- Profesorado de primaria: 6,52%
- Profesorado de secundaria: 41,30%

- Profesorado de Bachillerato: 21,74%
- Profesorado de Ciclos formativos: 4,35%
- Profesorado de Universidad: 23,91%
- Otros: 2,17%

Descripción de las herramientas empleadas en la investigación:

Para presentar el juego a los docentes se realizó un video explicativo del mismo (Anexo XVII). Tanto el enlace al video como al cuestionario (Anexo XVIII) se envió a todos los docentes en formación (estudiantes del máster) y en activo de la muestra.

El cuestionario de opinión consta de dos partes, en una de ellas compuesta por 10 ítems los docentes evalúan la Usabilidad, entendiendo por esta como la medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con el juego de mesa serio. Esta palabra deriva del inglés *Usability*, la cual se puede traducir como “facilidad y simplicidad de uso” del juego de mesa serio en este caso. En la otra parte, compuesta por 16 ítems, los docentes valoran los posibles beneficios que el empleo en el aula del juego de mesa serio “Salvar al planeta del colapso” pueden provocar en los estudiantes.

Los docentes, después de visualizar el video explicativo y leer una breve descripción, contestaron al cuestionario colocado en Forms.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 Implementación en el aula

Durante la implementación en el aula, como se ha comentado anteriormente, se han evaluado tres aspectos: el grado de aprendizaje del alumnado de los contenidos, cómo ha variado su actitud hacia la ciencia y la valoración del juego de mesa. Para cada aspecto se han obtenido los siguientes resultados:

6.1.1 Aprendizaje de los contenidos trabajados

Se ha corregido todos los cuestionarios previos a la implementación y posteriores a esta, y se ha realizado una media de las notas obtenidas antes y después. La nota media antes de realizar el juego de mesa en el aula ha sido de 4,29 mientras que tras su implementación ha sido de 6,69; por tanto, se ha producido un aumento de 2,41 puntos en la calificación sobre el aprendizaje tras la implementación del juego. El hecho de que la calificación media haya sido superior a cuatro antes de trabajar los contenidos en clase puede ser debido a que el alumnado en algunos

ítems haya respondido de forma aleatoria, al tratarse de un cuestionario tipo test de verdadero y falso.

Tabla 1 Número y porcentaje de alumnado que obtiene cada diferencia de puntuación

Diferencia de nota (NotaPost – NotaPre)	Nº de alumnos/as	Porcentaje de alumnos/as (%)
-1	3	6,12
0	6	12,24
1	9	18,37
2	8	16,33
3	10	20,41
4	5	10,20
5	4	8,16
6	3	6,12
7	0	0,00
8	1	2,04

La diferencia de puntuación entre las notas obtenidas por los alumnos en el cuestionario posterior y previo a la implementación del juego ha fluctuado entre -1 punto (3 estudiantes han obtenido peores resultados tras la implementación) y 8 puntos, obteniendo resultados mucho mejores tras el desarrollo del juego de mesa. En la Tabla 1, se puede observar el número y porcentajes de estudiantes para las distintas diferencias de calificaciones obtenidas.

Se puede observar cómo el porcentaje más alto de alumnado, 20,41%, ha aumentado en 3 puntos su calificación. Así mismo, la mayor diferencia de puntuación ha sido de 8 puntos en un alumno (2,04%), tres estudiantes (el 6,12 %) han disminuido su puntuación tras trabajar los contenidos en el aula mediante el juego de mesa y seis (el 12,24 %) no han variado su nota. El 81,63 % restante ha aumentado su puntuación en el cuestionario posterior (ver Figura 8).

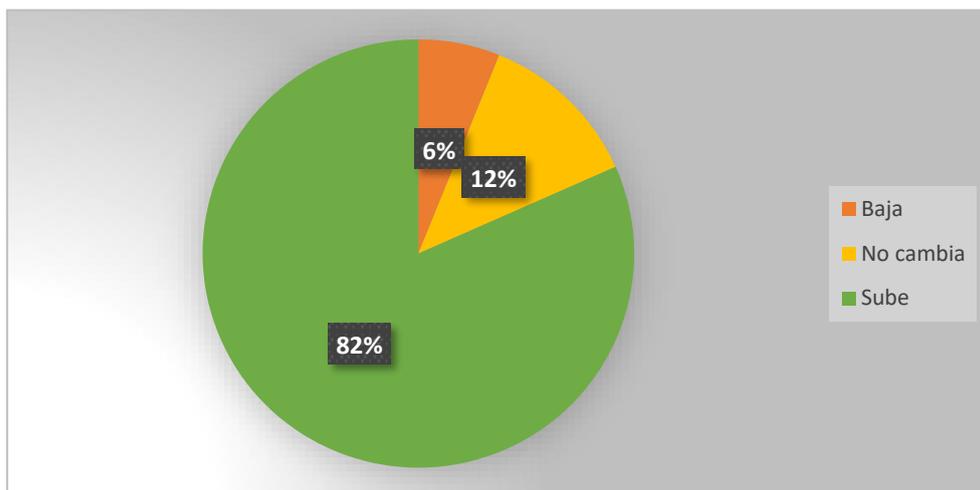


Figura 8 Porcentaje de alumnado que suben, bajan o mantienen la calificación

Por último, decir que únicamente el 8,16% de alumnado ha suspendido el cuestionario de contenidos tras la realización del juego con una nota de 4 puntos sobre 10, por lo que se puede apreciar que, de forma generalizada, los estudiantes han mejorado su aprendizaje de los contenidos trabajados durante la implementación en el aula.

6.1.2. Actitud del alumnado hacia la Ciencia

Para evaluar si se ha producido un cambio o no en la actitud hacia la Ciencia de los alumnos y alumnas tras realizar la implementación del juego de mesa en el aula se ha observado para cada ítem del cuestionario si se ha producido un cambio en la puntuación total.

Para ello, se ha realizado la media para cada ítem en el cuestionario previo y en el cuestionario posterior, observando la diferencia entre las medias para determinar en qué medida ha variado la actitud hacia la Ciencia tras el desarrollo del juego de mesa.

La columna Δ Medias de la Tabla 2 se ha determinado mediante la resta de la media de cada ítem en el cuestionario posterior y la media en el cuestionario previo.

Como se ha comentado anteriormente el cuestionario presenta cuatro dimensiones, con cinco ítems cada una, siendo uno de ellos reformulado de forma negativa para asegurar que el alumnado responde correctamente el cuestionario:

- Dimensión 1 (D1) - Importancia de la ciencia para el estudiante: 6, 9, 13, 18; y el 5 reformulado de forma negativa.
- Dimensión 2 (D2) - Autoeficacia: 4, 10, 14, 15; y el 19 reformulado de forma negativa.

- Dimensión 3 (D3) - Interés y disfrute: 1, 7, 11, 17; y el 8 reformulado de forma negativa.
- Dimensión 4 (D4) - Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante: 2, 3, 12, 16; y el 20 reformulado de forma negativa.

Como se puede observar en la Tabla 2, ha aumentado la puntuación en la actitud ante la Ciencia en todos los ítems, a excepción de los ítems 5, 8, 19 y 20, que como se ha comentado están planteados de forma contraria y, es por ello, que tiene sentido que su diferencia entre el cuestionario previo y el posterior sea negativa, demostrando de nuevo que ha mejorado la actitud del alumnado ante la ciencia tras el desarrollo del juego de mesa.

En la Tabla 2 se aprecia cómo la diferencia de media, para la muestra total, es superior a 0,4 puntos para los ítems 1, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 16 y 17, los cuales aparecen en todas las dimensiones, principalmente en la D3 – Interés y disfrute. En cambio, dicha diferencia (Δ Medias) es menor a 0,15 puntos para los ítems 14, 18 y 20, siendo cada uno de estos de una dimensión distinta.

Tabla 2 Resultados obtenidos totales

	Ítem	Media Pre	Media Post	ΔMedias
1	Pienso que la ciencia es un tema interesante	3,41	3,83	0,42
2	En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan	3,31	3,51	0,2
3	En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas	3,19	3,43	0,24
4	Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor	2,46	2,68	0,22
5	Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela	2,79	2,48	-0,31
6	El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse	2,02	2,46	0,44
7	Las clases de ciencia me fascinan	2,70	3,11	0,41
8	Las clases de ciencia me aburren	2,92	2,62	-0,3
9	Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias	3,52	3,77	0,25
10	Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar	2,31	2,83	0,52
11	Me divierto aprendiendo ciencias	2,68	3,17	0,49
12	En el futuro me gustaría ser científica/o	1,75	2,17	0,42
13	Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos	3,29	3,69	0,4
14	Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias	3,08	3,09	0,01
15	Ayudo a los demás en las clases de ciencias	2,65	2,89	0,24
16	Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos	2,23	2,65	0,42
17	Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos	2,98	3,48	0,5
18	Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos	3,43	3,54	0,11
19	Es difícil para mí aprender ciencia	3,17	2,96	-0,21
20	La ciencia no tiene conexión con mi vida	2,54	2,44	-0,1

Tras esto se ha determinado, para cada ítem la media obtenida de las puntuaciones y la desviación típica, realizando la comparación entre las puntuaciones totales, las de las chicas y las de los chicos, para observar cómo ha afectado en cuanto a la variable género del alumnado y analizar si existe alguna diferencia.

Tabla 3 Resultados obtenidos

Ítem	Total				Chicas				Chicos			
	Pre		Post		Pre		Post		Pre		Post	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	3,41	1,16	3,83	1,00	3,36	1,08	3,8	0,87	3,48	1,28	3,87	1,14
2	3,31	1,32	3,51	1,16	3,28	1,24	3,6	1,08	3,35	1,43	3,41	1,26
3	3,19	1,20	3,43	0,99	3,12	1,42	3,56	0,96	3,26	0,92	3,27	1,03
4	2,46	1,13	2,68	1,04	2,35	0,94	2,6	0,87	2,57	1,35	2,78	1,20
5	2,79	1,53	2,48	1,28	2,84	1,57	2,57	1,34	2,74	1,52	2,39	1,23
6	2,02	1,10	2,46	1,20	1,80	1,12	2,52	1,09	2,26	1,05	2,39	1,34
7	2,70	1,09	3,11	1,29	2,50	1,06	2,92	1,18	2,91	1,11	3,30	1,40
8	2,92	1,38	2,62	1,31	3,12	1,36	2,68	1,21	2,70	1,40	2,54	1,44
9	3,52	0,97	3,77	0,83	3,60	0,87	3,76	0,78	3,44	1,08	3,78	0,90
10	2,31	0,80	2,83	0,89	2,20	0,76	2,8	0,87	2,44	0,84	2,86	0,94
11	2,68	1,20	3,17	1,34	2,56	1,00	3,24	1,33	2,82	1,40	3,09	1,38
12	1,75	1,00	2,17	1,08	1,44	0,71	1,75	0,74	2,09	1,16	2,67	1,22
13	3,29	1,17	3,69	1,08	3,16	1,07	3,52	1,12	3,44	1,27	3,87	1,01
14	3,08	1,13	3,09	0,93	2,76	1,05	2,88	0,88	3,43	1,12	3,32	0,95
15	2,65	1,19	2,89	1,24	2,68	1,28	2,88	1,24	2,61	1,12	2,91	1,27
16	2,23	1,24	2,65	1,21	2,00	1,08	2,44	1,16	2,50	1,37	2,87	1,25
17	2,98	1,23	3,48	1,05	2,8	1,12	3,375	1,01	3,17	1,34	3,59	1,10
18	3,43	0,97	3,54	0,97	3,36	1,00	3,4	0,87	3,50	0,96	3,70	1,06
19	3,17	1,14	2,96	1,22	3,28	1,06	3,08	1,12	3,04	1,22	2,83	1,34
20	2,54	1,15	2,44	1,18	2,6	1,19	2,4	1,12	2,48	1,12	2,48	1,28

Nota. M=Media; SD=Desviación típica.

En la Tabla 3, se observa las diferencias existentes entre chicos y chicas en los resultados obtenidos tras la realización del juego en el aula. En el caso de los ítems 3 (*En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas*), 6 (*El número de horas por semana de ciencias debería*

incrementarse) y 20 (*La ciencia no tiene conexión con mi vida*) para los alumnos a penas varia mientras que para las alumnas sí que se aprecia una diferencia.

Para el ítem 10 (*Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar*) y el 11 (*Me divierto aprendiendo ciencias*), cabe destacar que se produce un gran cambio en las chicas con una diferencia de 0,6 puntos entre el cuestionario previo y posterior.

En el caso del ítem 14 (*Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias*), se ha comentado anteriormente que no presenta apenas cambio tras la implementación, sin embargo, observando los resultados obtenidos en alumnos y alumnas se aprecia cómo para las chicas sí que aumenta ligeramente su puntuación, mientras que para los chicos dicha puntuación disminuye tras la implementación del juego.

Además, en la Tabla 3 se aprecia cómo en la mayoría de los ítems la desviación estándar disminuye en el cuestionario posterior, lo cual indica que la dispersión en las puntuaciones de los distintos ítems ha disminuido de forma general, exceptuando algunos casos (6, 7, 10, 11 y 12).

Además, se ha determinado el valor *d* de Cohen (diferencia de medias estandarizada) con el fin de poder determinar la eficacia del efecto del tamaño para cada ítem, determinándose mediante la diferencia entre las medias de los dos cuestionarios y sus desviaciones típicas. De este modo, se puede apreciar aquellos ítems que más han variado a causa del efecto de la intervención.

$$d = \frac{M_{post} - M_{pre}}{\sqrt{\frac{SD_{post}^2 + SD_{pre}^2}{2}}}$$

d = valor *d* de Cohen; *M*_{post} = media del cuestionario posterior; *M*_{pre} = media del cuestionario previo; *SD*_{post} = desviación estándar del cuestionario posterior; *SD*_{pre} = desviación estándar del cuestionario previo.

Tras conocer el valor *d* de Cohen, se determina así el efecto del tamaño (*r*) mediante una calculadora. Estos procedimientos se realizaron de nuevo para las alumnas, los alumnos y para la muestra total, obteniendo como resultados los de la tabla siguiente.

Tabla 4 Resultados obtenidos

Ítem	Total		Chicas		Chicos	
	d	r	D	r	d	r
1	0,38	0,19	0,45	0,22	0,32	0,16
2	0,16	0,08	0,28	0,14	0,05	0,02
3	0,21	0,10	0,36	0,18	0,01	0,01
4	0,21	0,11	0,28	0,14	0,17	0,09
5	0,22	0,11	0,19	0,09	0,25	0,12
6	0,38	0,19	0,65	0,31	0,11	0,05
7	0,34	0,17	0,21	0,11	0,31	0,15
8	0,22	0,11	0,34	0,17	0,11	0,05
9	0,22	0,14	0,19	0,10	0,35	0,17
10	0,62	0,29	0,73	0,34	0,48	0,23
11	0,39	0,19	0,58	0,28	0,20	0,10
12	0,40	0,20	0,43	0,21	0,46	0,22
13	0,36	0,17	0,33	0,16	0,38	0,19
14	0,01	0,00	0,12	0,06	0,11	-0,06
15	0,20	0,10	0,16	0,08	0,25	0,12
16	0,34	0,17	0,39	0,19	0,28	0,14
17	0,44	0,21	0,54	0,26	0,34	0,17
18	0,11	0,06	0,04	0,02	0,19	0,10
19	0,18	0,09	0,18	0,09	0,17	0,08
20	0,09	0,04	0,17	0,09	0,00	0,00

Nota. d= d de Cohen; r= efecto del tamaño.

Gracias a la Tabla 4, se puede observar cuáles son los ítems que presentan una mayor eficacia del efecto del tamaño tanto para la muestra total, como para chicos y chicas, destacando por encima de 0,15: el 1 (D3), el 6 (D1), el 7 (D3), el 10 (D2), el 11 (D3), el 12 (D4), el 13 (D1), el 16 (D4) y el 17 (D3), los cuales pertenecen a todos los tipos de dimensiones. No obstante, para los ítems 2 (D3), 14 (D2), 18 (D1), 19 (D2) y 20 (D3) apenas se aprecia una eficacia del efecto del tamaño para la muestra total.

Analizando la eficacia del efecto del tamaño por dimensiones se puede apreciar los siguientes resultados de la implementación del juego:

- (D1) - Importancia de la ciencia para el estudiante: Se observa cómo ha aumentado dicha dimensión su puntuación en el cuestionario posterior respecto del previo. En el caso de las chicas para el ítem 6 (*El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse*) y en los chicos, principalmente, en el 13 (*Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos*).
- (D2) - Autoeficacia: todos los ítems han presentado eficacia del efecto del tamaño a excepción del ítem 14 (*Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias*) para los chicos, el cual ha disminuido ligeramente su efecto. Destaca entre todo el ítem 10 (*Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar*) con mayor eficacia de efecto de tamaño tanto en los chicos como en las chicas, y siendo además el valor de efecto del tamaño el más alto dentro de todas las dimensiones.
- (D3) - Interés y disfrute: Dicha dimensión es la que mayor eficacia de efecto de tamaño a alcanzado a nivel general, ya que tanto chicos como chicas presentan valores superiores a 0,15 por lo general (con alguna excepción), destacando incluso las chicas por encima de los chicos.
- (D4) - Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante: En todos los ítems se observa cierta eficacia en el efecto del tamaño, a excepción de los chicos que en los ítems 2 (*En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan*), 3 (*En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas*) y 20 (*La ciencia no tiene conexión con mi vida*) presentan valores muy bajos de efecto de tamaño. En dicha dimensión el ítem que presenta un mayor valor es el 12 (*En el futuro me gustaría ser científica/o*) tanto para chicos como para chicas, cuyo efecto de tamaño es superior a 0,2.

6.1.3. Valoración del alumnado

Para que los alumnos y alumnas realizaran una valoración del juego de mesa se empleó el cuestionario del Anexo XVI. El análisis de los datos obtenidos se ha realizado calculando la media de cada ítem, tanto de los de valoración del juego (13 ítems) como los que evalúan las dimensiones de la diversión (6 ítems) y el pensamiento crítico (4 ítems), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5 Media y desviación típica de cada ítem en la valoración del juego

Valoración del juego de mesa								
Ítems	Media	Desv. Típ.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	
1 La física y la química me resulta sencilla cuando se plantea a través de juegos.	4,12	0,95	2,0	4,1	12,2	38,8	42,9	
2 Las instrucciones del juego eran confusas. Nadie sabía lo que tenía que hacer.	1,61	0,84	57,1	26,5	10,2	6,1	0,0	
3 El juego me ha ayudado a comprender mejor los contenidos estudiados.	4,10	0,85	0,0	6,1	12,2	44,9	36,7	
4 La física y la química me disgusta aunque se plantee a través de juegos.	2,35	1,32	32,7	22,4	28,6	4,1	12,2	
5 El juego propuesto me ha resultado atractivo.	4,02	0,97	0,0	8,2	16,3	32,7	36,7	
6 La actividad con juego ha contribuido a que participe en clase.	3,92	1,11	4,1	4,1	26,5	24,5	38,8	
7 Las nociones de física y química que intervenían en el juego me parecieron difíciles.	2,40	0,98	16,3	40,8	24,5	12,2	4,1	
8 Las reglas del juego eran sencillas y fáciles de seguir.	4,39	0,76	0,0	4,1	10,2	32,7	53,1	
9 El juego planteado ha servido de poco a la hora de aprender.	2,00	1,27	44,9	32,7	4,1	10,2	8,2	
10 Los contenidos estudiados en el juego me han resultado interesantes.	3,88	1,09	4,1	6,1	22,4	30,6	36,7	
11 La actividad con juego me ha parecido aburrida.	1,67	0,87	53,1	24,5	12,2	4,1	0,0	
12 El juego ha contribuido a que, en adelante, vea la física y la química como algo importante.	3,18	1,05	8,2	14,3	36,7	32,7	8,2	
13 El día que hay juego participo menos.	1,86	1,08	49,0	30,6	12,2	4,1	4,1	

Como se observa en la tabla superior, las valoraciones del juego de mesa por parte del alumnado han resultado ser buenas. Es importante a la hora de analizar los datos tener en cuenta que algunos de los ítems se plantean de forma positiva (1, 3, 5, 6, 8, 10, 12), mientras que otros están planteados de forma negativa (2, 4, 7, 9, 11, 13) para asegurar que el alumnado está respondiendo correctamente al cuestionario. Es por esto, que para los ítems positivos la media de las puntuaciones es superior a 3, y en el caso de aquellos ítems negativos dicha media es inferior a 3.

Se aprecia en los ítems 2 y 8 de la Tabla 5, cómo en torno al 85 % del alumnado está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el juego es fácil de seguir y jugar, siendo dichos ítems los que menor desviación típica presentan y, por tanto, aquellos que menor dispersión de puntuaciones poseen. Además, la mayoría están bastante de desacuerdo en que la actividad ha sido aburrida. En el caso del ítem 12 (*El juego ha contribuido a que, en adelante, vea la física y la química como algo importante*) el alumnado se muestra indeciso, siendo solo el 40,82% el que está de acuerdo o totalmente de acuerdo con dicho ítem. El 63,27% de alumnos y alumnas están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el día que hay juego participan más en clase y el 81,63% comprenden mejor los contenidos. También cabe destacar como el 55,10% están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo en que la física y la química les disgusta, aunque se plantee a través de juegos, siendo dicho ítem el que mayor dispersión de puntuaciones presenta.

Tras analizar las respuestas relativas a las dimensiones de diversión y pensamiento crítico se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 6 Media y desviación típica de cada ítem en las dos dimensiones

ítems	Media	Desv. Típ.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
Diversión							
1 Jugar fue divertido	4,51	0,79	0,0	4,1	6,1	26,5	63,3
2 Me gustó jugar.	4,39	0,81	0,0	2,0	14,3	26,5	57,1
3 Disfruté mucho jugando.	4,04	0,98	2,0	6,1	16,3	38,8	36,7
4 Mi experiencia con el juego fue placentera.	3,98	0,88	2,0	2,0	20,4	46,9	28,6
5 Creo que jugar es muy entretenido.	4,22	0,94	2,0	2,0	16,3	30,6	49,0
6 Jugaría a este juego por mí misma, no solo cuando se me pidiera.	3,02	1,30	18,4	10,2	32,7	22,4	14,3
Pensamiento crítico							
1 Jugar despertó mi imaginación.	3,27	1,08	6,1	12,2	40,8	24,5	16,3
2 Mientras jugaba me sentí creativa.	3,27	1,19	10,2	16,3	20,4	40,8	12,2
3 Mientras jugaba sentí que podía explorar cosas.	3,33	1,21	10,2	12,2	24,5	32,7	18,4
4 Mientras jugaba me sentí aventurera.	3,16	1,30	12,2	20,4	18,4	32,7	16,3

En la dimensión de diversión se observa cómo generalmente el alumnado está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que jugar fue divertido (89,8%), que han disfrutado jugando (75,5%) y en que ha sido entretenido jugar (79,6%). En cambio, el alumnado se muestra más indeciso

en el ítem 6, siendo solo el 36,7% del alumnado el que está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que jugaría a este juego por sí mismo, no solo cuando se le pidiera.

En cuanto a la dimensión de pensamiento crítico, el alumnado presenta una mayor indecisión, destacando principalmente que el 40,8% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que jugar despertó su imaginación, y el 53% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que mientras jugaban se sentían aventureros y aventureras.

En el anexo XIX se muestran gráficos con el número de personas que responde cada puntuación para cada ítem.

Tabla 7 Media para la muestra total, para chicas y para chicos

Ítems	Media	Media chicas	Media chicos	
Valoración del juego de mesa				
1	La física y la química me resulta sencilla cuando se plantea a través de juegos.	4,12	4,26	3,95
2	Las instrucciones del juego eran confusas. Nadie sabía lo que tenía que hacer.	1,61	1,41	1,86
3	El juego me ha ayudado a comprender mejor los contenidos estudiados.	4,10	4,11	4,09
4	La física y la química me disgusta aunque se plantee a través de juegos.	2,35	2,33	2,36
5	El juego propuesto me ha resultado atractivo.	4,02	3,96	4,10
6	La actividad con juego ha contribuido a que participe en clase.	3,92	3,92	3,91
7	Las nociones de física y química que intervenían en el juego me parecieron difíciles.	2,40	2,27	2,55
8	Las reglas del juego eran sencillas y fáciles de seguir.	4,39	4,41	4,36
9	El juego planteado ha servido de poco a la hora de aprender.	2,00	1,96	2,05
10	Los contenidos estudiados en el juego me han resultado interesantes.	3,88	3,93	3,82
11	La actividad con juego me ha parecido aburrida.	1,67	1,32	2,10
12	El juego ha contribuido a que, en adelante, vea la física y la química como algo importante.	3,18	3,07	3,32
13	El día que hay juego participo menos.	1,86	1,56	2,23

Diversión				
1	Jugar fue divertido	4,51	4,59	4,41
2	Me gustó jugar.	4,39	4,52	4,23
3	Disfruté mucho jugando.	4,04	4,15	3,91
4	Mi experiencia con el juego fue placentera.	3,98	3,93	4,05
5	Creo que jugar es muy entretenido.	4,22	4,26	4,18
6	Jugaría a este juego por mí misma, no solo cuando se me pidiera.	3,02	3,15	2,86
Pensamiento crítico				
1	Jugar despertó mi imaginación.	3,27	3,30	3,23
2	Mientras jugaba me sentí creativa.	3,27	3,11	3,45
3	Mientras jugaba sentí que podía explorar cosas.	3,33	3,30	3,38
4	Mientras jugaba me sentí aventurera.	3,16	3,04	3,32

En la Tabla 7 se puede observar cómo las chicas realizan valoraciones más positivas del juego y realizan generalmente mayores puntuaciones en la dimensión de diversión, mientras que los chicos realizan puntuaciones ligeramente superiores en la dimensión de pensamiento crítico.

6.2 Valoración por parte de otros docentes

Para analizar los datos recogidos, tras pasar el cuestionario (Anexo XVIII) a docentes y alumnado del Máster en profesorado, se han calculado las medias de la puntuación y la desviación típica para cada ítem de la muestra, que están recogidas en la Tabla 8.

Tabla 8 Media y desviación típica de la valoración del profesorado

	Media	Des. Típ.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
Usabilidad							
1. Creo que me gustaría usar Colapso Energético con frecuencia (cada curso).	4,07	1,08	3,33	6,67	13,33	33,33	43,33
2. Encontré Colapso Energético innecesariamente complejo.	1,87	0,90	40,00	40,00	13,33	6,67	0,00
3. Pensé que Colapso Energético era fácil de usar.	3,93	0,94	0,00	10,00	16,67	43,33	30,00

4. Creo que necesitaré una persona que me ayude o me dé soporte para la utilización de Colapso Energético.	2,20	1,32	43,33	20,00	16,67	13,33	6,67
5. Encontré que las diversas funciones de Colapso Energético estaban bien integradas.	4,27	0,78	0,00	0,00	20,00	33,33	46,67
6. Pensé que hay demasiada inconsistencia en Colapso Energético.	1,73	0,91	50,00	33,33	10,00	6,67	0,00
7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar Colapso Energético muy rápidamente.	4,17	0,83	0,00	3,33	16,67	40,00	40,00
8. Encontré Colapso Energético muy engorroso (incómodo) de usar.	1,57	0,86	63,33	20,00	13,33	3,33	0,00
9. Me sentiría muy seguro usando Colapso Energético.	3,97	1,13	3,33	6,67	23,33	23,33	43,33
10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de empezar con Colapso Energético.	2,20	1,32	46,67	13,33	16,67	20,00	3,33

Evaluación del empleo de Colapso Energético

1. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado desarrollar su pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.	4,33	0,71	0,00	0,00	13,33	40,00	46,67
2. El empleo de Colapso Energético ayudará al alumnado en la elaboración de síntesis personales sobre los contenidos.	4,20	0,92	0,00	3,33	23,33	23,33	50,00
3. El empleo de Colapso Energético permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.	4,37	0,85	0,00	3,33	13,33	26,67	56,67
4. El empleo de Colapso Energético ayudará a resolver problemas prácticos.	4,23	0,97	0,00	6,67	16,67	23,33	53,33
5. El empleo de Colapso Energético facilitará la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.	4,53	0,73	0,00	0,00	13,33	20,00	66,67
6. El empleo de Colapso Energético facilitará el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.	4,27	0,78	0,00	0,00	20,00	33,33	46,67
7. El empleo de Colapso Energético facilitará la memorización de los contenidos de la asignatura.	3,93	0,98	0,00	6,67	30,00	26,67	36,67
8. El empleo de Colapso Energético permitirá emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.	4,17	0,95	0,00	6,67	16,67	30,00	46,67

9. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado autoevaluar su aprendizaje en la asignatura.	4,07	1,01	0,00	6,67	26,67	20,00	46,67
10. El empleo de Colapso Energético facilitará la organización del estudio.	3,83	1,12	0,00	13,33	30,00	16,67	40,00
11. Creo que al alumnado le gustaría utilizar Colapso Energético para el estudio de la asignatura.	4,53	0,78	0,00	3,33	6,67	23,33	66,67
12. Gracias a Colapso Energético, como docente, conseguiré incorporar el juego a la enseñanza.	4,00	0,95	0,00	6,67	23,33	33,33	36,67
13. En el futuro me gustaría emplear Colapso Energético como docente.	4,23	1,01	3,33	3,33	10,00	33,33	50,00
14. Esta metodología de Colapso Energético es más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.	4,17	0,99	0,00	6,67	20,00	23,33	50,00
15. Esta metodología Colapso Energético es más motivadora para el alumnado que la enseñanza tradicional.	4,50	0,73	0,00	0,00	13,33	23,33	63,33

El cuestionario de usabilidad presenta 10 ítems planteados tanto de forma positiva (1, 3, 5, 7 y 9) como negativa (2, 4, 6, 8, 10). Las medias obtenidas en las puntuaciones indican que el profesorado está de acuerdo en que les gustaría utilizar el juego cada curso, que observan las funciones bien integradas y que imaginan que se aprende rápidamente a jugar de forma general. Para los ítems 3 y 9, se observa que el profesorado está de acuerdo en que se trata de un juego fácil de usar y que se sentirían seguros usándolo, pero se observa cierta indecisión.

En cuanto a la evaluación del empleo del juego de mesa, en general se observa que los docentes están bastante de acuerdo en que facilitará la comprensión de los conceptos, que al alumnado le gustará utilizarlo para el estudio de la asignatura y que permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.

En cambio, la puntuación baja ligeramente en los ítems 7 y 10 donde el profesorado se encuentra más indeciso en cuanto a si el juego facilitará la memorización de los contenidos y en cuanto a si su empleo facilitará la organización del estudio.

En el anexo XX se muestran los gráficos con el número de personas que responde cada puntuación para cada ítem.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos en cuanto al grado de aprendizaje de los conceptos por parte del alumnado se ha observado cómo mediante el enfoque didáctico implementado, que combina el aprendizaje autorregulado con la competencia de aprender a aprender, se produce un aumento y una mejora en el rendimiento académico del alumnado. Bayeck (2020) y Huizenga et al. (2017) en sus estudios utilizando juegos de mesa serios también han conseguido que los estudiantes mejoren en el desarrollo de habilidades cognitivas y conocimientos.

Según indican Mitgutsch et al. (2012), por lo general se suelen evaluar estos juegos atendiendo únicamente al aprendizaje, pero en este caso, se ha evaluado además la actitud del alumnado hacia la ciencia, obteniendo resultados positivos tras la implementación del juego de mesa serio.

En cuanto al análisis de los resultados obtenidos en la valoración y evaluación del juego realizada tanto por parte del alumnado como de los profesores ha sido muy positiva en ambos casos. En cuanto a la usabilidad, los docentes han mostrado una opinión favorable en cuanto a la facilidad y la simplicidad de uso del juego de mesa serio. Además, indican que permitirá al alumnado desarrollar, principalmente, el pensamiento crítico, facilitar la comprensión y generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales, coincidiendo con el estudio de Salmerón-Pérez et al. (2012), donde expone que para desarrollar la autorregulación y la competencia aprender a aprender el alumno o la alumna debe saber desenvolverse en situaciones y debe ser capaz de tomar decisiones durante el proceso de aprendizaje.

Finalmente se concluye indicando que, mediante la incorporación del juego de mesa serio al aula, se ha apreciado una mejora del rendimiento académico del alumnado y de su actitud hacia la Ciencia. Además, en cuanto al juego de mesa serio aquí presentado, cabe destacar su valoración positiva por parte tanto del alumnado como del profesorado.

A la vista de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta que el alumnado de secundaria no presenta unas actitudes buenas hacia la ciencia (Sáiz-Manzanares et al., 2020), sería importante que las autoridades educativas fomentasen este tipo de enfoques didácticos en la enseñanza de la física en educación secundaria.

Como limitaciones del estudio, podemos decir que ha sido un estudio piloto realizado con una muestra muy pequeña de estudiantes y docentes. Y, en el caso del alumnado, todos eran del mismo centro escolar. Por ello, se propone continuar la investigación evaluando el juego de mesa serio con una muestra más amplia, y realizando la implementación en distintos centros escolares, analizando cómo interviene el factor del contexto en la eficacia del enfoque didáctico utilizando el juego.

Por último, agradecer a mis tutores por su disposición, apoyo y motivación durante todo el desarrollo del trabajo. Me ha resultado muy interesante conocer estos enfoques didácticos y poder implementarlos en el aula. Toda esta experiencia ha hecho que continúe formándome profesional y personalmente, ganando confianza en mí misma y en la profesión que he elegido.

8. BIBLIOGRAFÍA

Boletín Oficial del Estado, 29 de enero de 2015, núm. 25, 6986-7003.

Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 8 de mayo de 2015, núm. 86, 32051-32480.

Ministerio de Educación y Formación Profesional – Gobierno de España. Competencias clave. Recuperado de:

<https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competenciasclave/competencias-clave.html>

Abt, C.C. (1970). *Serious Games*. Viking Press.

Aguilera D., Perales-Palacios F.J. (2019) Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16 (3), 3103.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103

Alvarez, J., & Michaud, L. (2008). *Serious Games: Advergaming, edugaming, training and more*. France, IDATE.

Barton, E. E., Pokorski, E. A., Sweeney, E. M., Velez, M., Gossett, S., Qiu, J. & Domingo, M. (2018). An empirical examination of effective practices for teaching board game

play to young children. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 20(3), 138–148. <https://doi.org/10.1177/1098300717753833>

Bayeck, R. Y. (2020). Examining board gameplay and learning: A multidisciplinary review of recent research. *Simulation & Gaming*, 51(4), 411-431. <https://doi.org/10.1177/1046878119901286>

Blumberg, F. C., Almonte, D. E., Anthony, J. S., & Hashimoto, N. (2013). Serious games: What are they? What do they do? Why should we play them. *The Oxford handbook of media psychology*, 334-351. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195398809.013.0019

Despont, A. (2008), Serious Games et intention sérieuse: typologie. Recuperado de: <http://www.elearning-symetrix.fr/blog/index.php?post/2008/02/15/Serious-Games-et-intention-serieuse-%3A-typologie>

Djaouti, D., Alvarez, J., & Jessel, J. P. (2011). Classifying serious games: the G/P/S model. In *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches* (pp. 118-136). IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-60960-495-0.ch006

Dreimane, S. (2019). Gamification for education: Review of current publications. *Didactics of smart pedagogy*, 453-464. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_23

Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>

Gan, M. J. S. & Hattie, J. (2014) Prompting secondary students’ use of criteria, feedback specificity and feedback levels during an investigative task. *Springes Science + Business Media Dordrecht (Instr Sci)*, 42 (861–878). DOI 10.1007/s11251-014-9319-4

Greenhalgh, S. P., Koehler, M. J., & Boltz, L. O. (2019). The fun of its parts: Design and player reception of educational board games. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 19(3), 469-497. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/primary/p/184644/>

Hsin-Yuan Huang, W. & Soman, D. A., (2013) Practitioner’s Guide to Gamification of Education. *Research Report Series Behavioural Economics in Action*; University of Toronto.

Huizenga, J. C., Ten Dam, G. T. M., Voogt, J. M., & Admiraal, W. F. (2017). Teacher perceptions of the value of game-based learning in secondary education. *Computers & Education*, 110, 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.008>

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>

Kapp, K.M. (2012) The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. *Int. J. Gaming Comput. Simul.*, 4, 81–83.

Landers, R.N. (2014) Developing a Theory of Gamified Learning. *Simul. Gaming* 45, 752–768.

Landers, R. N., Auer, E. M., Collmus, A. B. & Armstrong, M. B. (2018) Gamification Science, Its History and Future: Definitions and a Research Agenda. *Simulation & Gaming*. 49(3) 315 – 337. DOI: 10.1177/1046878118774385

Mateos, M. (2001). *Metacognición y Educación*. Editorial Aique.

Mitgutsch, K., & Alvarado, N. (2012, May). Purposeful by design? A serious game design assessment framework. In *Proceedings of the International Conference on the foundations of digital games* (pp. 121-128). <https://doi.org/10.1145/2282338.2282364>

Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17-22. <https://bit.ly/2XKPj91>

Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>

Sáiz-Manzanares, M.C., Rodríguez-Arribas, S., Pardo-Aguilar, C., & Queiruga-Dios, M.A. (2020). Effectiveness of Self-Regulation and Serious Games for Learning STEM Knowledge in Primary Education. *Psicothema*, 32(4), 516-524. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.30>

Sáiz-Manzanares, M. C., & Valdivieso-León, L. (2020). Relación entre rendimiento académico y desarrollo de Estrategias de autorregulación en estudiantes universitarios . *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3). <https://doi.org/10.6018/reifop.385491>

Salmerón-Pérez, H., & Gutiérrez-Braojos, C. (2012). La competencia de aprender a aprender y el aprendizaje autorregulado. Posicionamientos teóricos. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(1). <http://hdl.handle.net/10481/23016>

Varela-Nieto, M. P., Manrique del Campo, M. J., Pérez de Landazábal E., M. C. y Favieres Martínez, A. (1999) *Un desarrollo curricular de la física centrado en la energía*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292. <http://bit.ly/3sEpsxN>

Veenman, M.V., Van Hout-Wolters, B.H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>

Veenman, M.V. (2011). Learning and Self-Monitor and Self-Regulate. *En R. Mayer y P. Alexander (Eds.), Handbook of Research on Learning and Instruction* (197-218). Routledge.

Wang, A. I. & Tahir, R. (2020) The effect of using Kahoot! For learning – A literatura review. *Computers & Education*, 149, 103818. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>

Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, 25(1), 3-17.

CUESTIONARIOS UTILIZADOS

Cuestionario de actitud hacia la Ciencia:

Aguilera, D. & Perales-Palacios, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16 (3) 3103. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103

Cuestionario de valoración del juego por el alumnado:

López-Fernández M. M. & Franco-Mariscal, A. J. (2019). Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el juego educativo geneticshome. *Revista electrónica Ludus Scientiae*, 3(2), 1- 11.

Parra-González, M. E. & Segura-Robles, A. (2019) Traducción y validación de la escala de evaluación de experiencias gamificadas (GAMEX). *Bordón. Revista de pedagogía*, 71(4), 87-99. [10.13042/Bordon.2019.70783](https://doi.org/10.13042/Bordon.2019.70783)

Cuestionario de valoración del juego por el profesorado:

Brooke, J. (1996). Sus: a “quick and dirty” usability. *Usability evaluation in industry*, 189. <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

Martínez-Abad, F., Hernández-Ramos, J. P., Martín-López, J. L., & Martín-Bartolomé, P. (2017). Implementación de la metodología Flipped Classroom en prácticas de análisis de datos: evaluación de satisfacción y rendimiento académico del estudiante. Recuperado de <https://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/135468>

WEBGRAFÍA:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/build-an-atom>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-skate-park-basics>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/energy-forms-and-changes>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/friction>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/balloons-and-static-electricity>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/circuit-construction-kit-dc>

<https://www.easycalculation.com/es/statistics/effect-size.php>

9. ANEXOS

Anexo I. Activar los conocimientos previos trabajados en cursos anteriores	1
Anexo II. Contenidos y estándares de aprendizaje para el curso de 2º ESO.....	1
Anexo III. Contenidos y estándares de aprendizaje para el curso de 3º ESO	2
Anexo IV. Video introductorio	3
Anexo V. Normas del juego	4
Anexo VI. Tarjetas de investigador.....	7
Anexo VII. Tablero del juego	8
Anexo VIII. Videos y preguntas para el juego:.....	9
Anexo IX. Incidencias	25
Anexo X. Créditos de energía: 1 julio y 2 julios (Por delante (izq.) y por detrás (dcha.))	26
Anexo XI. Construcciones renovables	27
Anexo XII. Hoja de costes de las piezas 3D	29
Anexo XIII. Rúbrica de evaluación del alumnado	29
Anexo XIV. Cuestionario de contenidos (previo y post)	30
Anexo XV. Cuestionario de actitud ante las ciencias (previo y post).....	31
Anexo XVI. Cuestionario final de evaluación del juego por parte del alumnado.....	32
Anexo XVII. Video explicativo del recurso para profesorado y estudiantes máster	33
Anexo XVIII. Cuestionario de valoración para profesorado y estudiantes máster	34
Anexo XIX. Resultados de la valoración del juego por parte del alumnado	42
Anexo XX. Resultados de valoración por el profesorado.	48
Anexo XXI. Competencias clave trabajadas en el juego	54

Anexo I. Activar los conocimientos previos trabajados en cursos anteriores

Recordar, repasar y comprender los contenidos trabajados el curso anterior, 2º ESO, según el BOCYL (EDU/365/2015), cuyos objetivos son:

1. Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios.
2. Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio.
5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.
6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.
7. Valorar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.

Anexo II. Contenidos y estándares de aprendizaje para el curso de 2º ESO

Contenidos del Bloque 4. “La energía” según el BOCYL (EDU/365/2015):

Energía. Unidades. Tipos Transformaciones de la energía y su conservación.

Fuentes de energía: renovables y no renovables. Ventajas e inconvenientes de cada fuente de energía. Uso racional de la energía.

Estándares de aprendizaje según el BOCYL (EDU/365/2015):

- 1.1. Argumenta que la energía se puede transferir, almacenar o disipar, pero no crear ni destruir, utilizando ejemplos.
- 1.2. Reconoce y define la energía como una magnitud expresándola en la unidad correspondiente en el Sistema Internacional.
- 2.1. Relaciona el concepto de energía con la capacidad de producir cambios e identifica los diferentes tipos de energía que se ponen de manifiesto en situaciones cotidianas explicando las transformaciones de unas formas a otras.
- 5.1. Reconoce, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.
- 6.1. Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y los efectos medioambientales.

6.2. Analiza la predominancia de las fuentes de energía convencionales frente a las renovables, argumentando los motivos por los que estas últimas aún no están suficientemente explotadas.

7.1. Interpreta datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo.

Anexo III. Contenidos y estándares de aprendizaje para el curso de 3º ESO

Contenidos del Bloque 4. “La energía” según el BOCYL (EDU/365/2015):

Magnitudes eléctricas. Unidades. Conductores y aislantes. Corriente eléctrica. Ley de Ohm. Asociación de generadores y receptores en serie y paralelo. Construcción y resolución de circuitos eléctricos sencillos. Simbología eléctrica. Fuentes de energía convencionales frente a fuentes de energías renovables.

Estándares de aprendizaje según el BOCYL (EDU/365/2015):

- 1.1. Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.
- 1.2. Comprende el significado de las magnitudes eléctricas intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, y las relaciona entre sí utilizando la ley de Ohm.
- 2.1. Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.
- 2.2. Construye circuitos eléctricos con diferentes tipos de conexiones entre sus elementos, deduciendo de forma experimental las consecuencias de la conexión de generadores y receptores en serie o en paralelo.
- 2.3. Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las otras dos, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional.
- 2.4. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular circuitos y medir las magnitudes eléctricas.

Anexo IV. Video introductorio

<https://drive.google.com/file/d/1oIgTz1jX3nC3v06MYoYjlhMSwZ8eYUko/view?usp=drivesdk>



Anexo V. Normas del juego

Salvar al planeta del colapso...

OBJETIVO:

El planeta está al borde del colapso. Los combustibles fósiles se están agotando y es necesario encontrar otras fuentes de energía alternativas. Por otro lado, la producción de CO₂ debido a la utilización de estas fuentes de energía, están llevando al planeta a una situación insostenible. El planeta puede colapsar en cualquier momento. ¿Seréis capaces de salvarlo?

Debéis ir acumulando créditos de energía para que al final podáis construir una fuente de energía alternativa con la que intentar frenar el deterioro planetario.

ELEMENTOS DEL JUEGO:

- Dado y Fichas:

Cada equipo poseerá un dado y una ficha, y lo emplearán para desplazarse por el tablero.

- Comodines:

Cada equipo parte con dos comodines al inicio del juego que podrá emplear a lo largo de la partida en alguna pregunta si se necesita una pista. Cada comodín equivale a 2J por lo que cada equipo puede adquirir comodines a lo largo de la partida si lo desea. Además, si una vez finalizada la partida, un equipo no ha utilizado todos los comodines, puede venderlos adquiriendo julios.

- Carta del investigador/a de la energía:

Cada equipo debe seleccionar antes de iniciar la partida una carta de investigador. Si hubiese discrepancias se realizará el reparto por sorteo. El personaje que aparezca en la carta será el que represente a cada equipo a lo largo de todo el juego. Esta carta contiene la foto del personaje, su nombre y una breve descripción de la vida de este. Además, cada carta presenta un "poder" que dará ciertas ventajas al equipo que presente dicha carta cuando caigan en algunas de las casillas de incidencias.

- Tarjetas de preguntas:

Estas tarjetas están clasificadas por colores, de forma que, si se cae en una casilla de color amarillo, se responde una tarjeta de color amarillo, siguiendo un orden los contenidos abordados en función de la zona del tablero. De este modo, las tarjetas presentan un orden que hay que respetar. Es por esto, que cada tarjeta presenta un color y un número, y podrán estar formadas bien por una pregunta, o bien por una pequeña experiencia.

Algunas preguntas o indagaciones presentan un pequeño vídeo al cual se accederá mediante un código QR y que se visualizará antes de realizar la indagación. En algún caso, la tarjeta presenta el dibujo de una rama verde que simboliza que se trata de una pregunta extraordinaria, lo cual indica que si se responde correctamente obtiene la pieza de una construcción renovable.

- Tarjetas de incidencias:

Estas tarjetas presentan pequeños imprevistos, de modo que si un equipo cae en esta casilla podrá presentar un gasto de energía o esperar un turno sin tirar, por ejemplo, aunque el imprevisto también puede ser positivo. En función de cuál sea tu investigador serás inmune a algunas de estas.

- **Tarjetas de vídeo:**

Observarás ciertas casillas en las que hay una imagen que representa un vídeo. Cuando el primer jugador caiga o sobrepase esa casilla, todos los jugadores deben visualizar los vídeos cuyo QR aparece en la tarjeta correspondiente.

Cuaderno de ruta:

Cada jugador posee un cuaderno de ruta, donde tomará las notas necesarias a lo largo de la partida de los contenidos que se van trabajando y aprendiendo, y que será recogido y evaluado por el docente tras finalizar la partida.

Créditos de energía "Julitos":

Cada equipo comienza con 3J, y a lo largo de la partida irán obteniendo créditos de energía, en forma de moneda (1J y 2J), de modo que si se responde bien una pregunta se gana 1J, que se irá ahorrando para finalmente comprar piezas para construir centrales de energías alternativas.

Piezas 3D de construcciones renovables:

Cada central de energía alternativa está formada por tres piezas, que se comprarán al finalizar la partida con los julios obtenidos. Colocándolos en la parte del tablero correspondiente.

Hoja de piezas de las construcciones:

Cada pieza tendrá un valor que se consultará en la ficha de energías alternativas, al igual que el rendimiento de cada central.

NORMAS Y DESARROLLO DEL JUEGO:

Hacer 4 equipos de entre 5 - 6 personas aproximadamente, y decidir qué rol va a presentar cada componente del grupo:

Roles posibles por equipo:

Portavoz: Responde las preguntas, tras la puesta en común con el resto del equipo.

Administrador de energía: Controla los créditos de energía del equipo. Será el encargado en dar o recoger los créditos de energía a lo largo de la partida.

Lanzador de dado y movedor de ficha: Esta persona es la única que toca el dado y mueve ficha.

Lector de tarjetas de preguntas: Esta persona lee las preguntas correspondientes al equipo contrario, indicándoles si es o no correcta su respuesta.

Escáner de códigos QR: Para las tarjetas de preguntas o experiencias que presentan un código QR, esta persona, con ayuda de una Tablet, se encargará de escanear y reproducir los vídeos que aparezcan a lo largo de la partida.

(Responsable COVID: Esta persona es la encargada de observar que las distancias de seguridad se cumplen y que cada alumno respeta el protocolo COVID.)

Al inicio del juego, cada equipo elegirá una "carta de investigador de la energía" que acompañará a cada equipo a lo largo de toda la partida. Cada carta presenta una ventaja o poder cuando el equipo cae en incidencias. Una vez elegida la carta, los jugadores, se podrán desplazar a lo largo del tablero con la ficha que representa el personaje que han elegido en la carta.

Antes de comenzar a jugar, los estudiantes deben visualizar un vídeo donde se les introduce en el juego y donde se les indica el objetivo principal de este. Todos los equipos empiezan desde la casilla de salida. Comenzará a tirar el dado el equipo que saque el valor más alto en el dado, si hay un empate, volverán a tirar los equipos empatados.

El tablero está dividido en tres tramos principales, en función de los contenidos trabajados (La energía y sus propiedades, la energía eléctrica y la educación sostenible) siguiendo un orden concreto las preguntas y comenzando por la casilla de salida y avanzando por el tablero hasta llegar al final.

Existen distintos tipos de casillas:

- Casilla de pregunta o experiencia (de colores): Cuando un equipo cae en esta casilla, el equipo contrario coge una carta que leerá en voz alta, de forma que el equipo que juega en ese momento deberá responder a una pregunta o realizar una experiencia. Si la carta presenta un código QR, este deberá ser escaneado escuchando las instrucciones antes de responder o realizar la experiencia. Se podrá utilizar un comodín obteniendo así una pista para resolver la cuestión.
- Casilla de incidencia (rayo): Cuando un equipo cae en esta casilla, leerá en voz alta una carta de incidencias que le traerá malas o buenas noticias, haciéndole perder o ganar créditos de energía. Pero ¡ojo!, en función del investigador de energía de cada equipo puede que uno sea inmune a esa carta.
- Casilla de vídeo (vídeo): Cuando un equipo cae en dicha casilla significa que ha finalizado o comienza un tramo de preguntas y experiencias, y todos los equipos avanzan hasta esta casilla visualizando el vídeo correspondiente. Al alcanzar esta casilla o sobrepasarla, se debe esperar en ella, sin avanzar hasta visualizar el vídeo.
- Casilla para avanzar (color gris): No sucede nada en esta casilla.

Cada equipo irá avanzando por las casillas respondiendo a preguntas o realizando pequeñas experiencias. El equipo que llegue a la casilla de vídeo primero obtendrá 4J, el segundo equipo más cercano 3J, el siguiente 2J y el más alejado 1J. En ese momento, todos los equipos se colocan en dicha casilla y visualizan el vídeo que les muestra el docente para, tras esto, continuar con el juego.

En el caso de las experiencias, todos los equipos la realizan, aunque únicamente puntúa al que ha caído en dicha casilla. Para el último tramo del tablero, todos los equipos realizan todas las cuestiones.

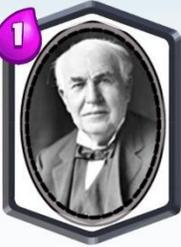
Con cada pregunta que sea respondida correctamente, el equipo consigue 1J de energía. Algunas tarjetas presentan una rama verde que indica que son extraordinarias, de forma que, si se responde correctamente a estas, se consigue una pieza que formará parte de una central de energías renovables.

Si algún equipo no utiliza todos los comodines, al finalizar el juego podrán canjearlos por créditos de energía, siendo un comodín 2J.

Una vez han alcanzado la última casilla, se realiza un recuento de julios en cada equipo, ganando aquel equipo que obtenga reunir más julios de energía. Finalmente, los julios obtenidos se intercambiarán por piezas con las que podrán construir centrales de energía alternativa (con tres piezas se monta una construcción), siendo el equipo que gane, el que más construcciones sea capaz de montar o el que monte las centrales más eficientes en rendimiento.

Anexo VI. Tarjetas de investigador

THOMAS ALVA EDISON (Nivel 1) ✕



1

Calidad: Legendaria

Tipo: Tropa

Desarrolló gran variedad de dispositivos como la bombilla incandescente, el alumbrado eléctrico y un canal de distribución energía eléctrica.

 **Tiempo de vida**
1847 - 1931

 **Electricidad**

 **Inventor**

 **Científico**

 **Empresario**

 **Tiempo de vida**
1854 - 1923

 **Ingeniería eléctrica**

 **Física**

 **Inventora**

 **Matemática**

HERTHA MARKS AYRTON (Nivel 1) ✕



2

Calidad: Legendaria

Tipo: Tropa

Se convirtió en la primera mujer en integrar la Institución de Ingenieros Eléctricos y publicó su trabajo "El arco eléctrico", uno de sus principales inventos gracias al cual se mejoraron los sistemas de alumbrado urbano.

 **Tiempo de vida**
1854 - 1923

 **Ingeniería eléctrica**

 **Física**

 **Matemática**

 **Ingeniería eléctrica**

 **Inventora**

LUCIA GALVANI (Nivel 1) ✕



3

Calidad: Legendaria

Tipo: Tropa

Descubrió, junto a su marido, la electricidad animal conocida como bioelectricidad, indicando que la corriente eléctrica activaba el movimiento muscular a través de los nervios.

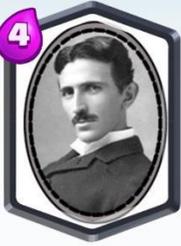
 **Tiempo de vida**
1743 - 1788

 **Bioelectricidad**

 **Científica**

 **Bioelectricidad**

NIKOLA TESLA (Nivel 1) ✕



4

Calidad: Legendaria

Tipo: Tropa

Realizó invenciones en electromagnetismo. Sus patentes y su trabajo teórico ayudó a forjar las bases de los sistemas modernos para el uso de la energía eléctrica por corriente alterna.

 **Tiempo de vida**
1856 - 1943

 **Inventor**

 **Mecánico**

 **Electromagnetismo**

 **Ingeniero electrónico**

Anexo VII. Tablero del juego



Anexo VIII. Videos y preguntas para el juego:

Hacia el concepto de energía (TARJETAS ROJAS)

Hacia el concepto de la energía... (video 1.1)



<https://drive.google.com/file/d/1e9Z92pZOFdq2qprl4xrNZyqovONLz07o/view?usp=drivesdk>

Pregunta 1.1. Una manzana que está en un árbol, ¿tiene energía?

Comodín: Cuando se cae del árbol se produce un cambio en ella y en el suelo, aunque no sea visible a simple vista, entonces ¿tiene energía una manzana que está en un árbol?

Pregunta 1.2. ¿Un trozo de papel tiene energía?

Comodín: ¿Tiene capacidad para producir un cambio? ¿Qué ocurre si lo hacemos arder?

Pregunta 1.3. ¿Un bloque de madera tiene energía?

Comodín: ¿Tiene capacidad para producir un cambio en ella o en otro cuerpo? ¿Qué pasaría si ardiera?

Pregunta 1.4. ¿La batería de un teléfono móvil presenta energía?

Comodín: ¿Tiene capacidad para producir algún cambio en él o en otros cuerpos?

Pregunta 1.5. ¿Una taza de té caliente posee energía?

Comodín: Si se coloca en una mesa, ¿produce algún cambio sobre esta o sobre el aire de alrededor?

Pregunta 1.6. ¿Una taza con agua fría posee energía?

Comodín: ¿Qué ocurriría si pusiéramos un cubito de hielo en el agua?

Pregunta 1.7. ¿El almuerzo que comes en el recreo dirías que posee energía?

Comodín: ¿Es capaz de producir algún cambio sobre él o sobre nosotros cuando

lo comemos?

Pregunta 1.8. Imagínate que estamos jugando al balón y lo lanzamos a gran velocidad. ¿El balón tiene energía?

Comodín: ¿Un balón en movimiento tiene energía?

Pregunta 1.9. Observa la imagen que aparece en el código QR, ¿qué tipos de energía crees que representan?



<https://drive.google.com/file/d/12yqJ2xDxLRdM8wKHXvMdaXUCr3SCKBcT/view?usp=drivesdk>

Comodín: En el laboratorio, las reacciones químicas pueden desprender energía a través de calor.

Pregunta Especial 1.10. Observa la imagen que aparece en el código QR, ¿Qué tipo o tipos de energía crees que se ponen de manifiesto?



https://drive.google.com/file/d/1OSumJsORmgoOOKHub1NGNCBt8U_yBIEU/view?usp=drivesdk

Comodín: Hay varios tipos de energía, piensa en un flexo después de toda la tarde encendido, ¿si tocases la bombilla que pasaría?

Pregunta 1.11. Observa la imagen que aparece en el código QR, ¿Qué tipo o tipos de energía crees que presentan?



<https://drive.google.com/file/d/1QLQWelH8roNenMvERLrM412GPsXRtIPF/view?usp=drivesdk>

Comodín: Piensa en la imagen donde está la energía e identifica los tipos de energías presentes. Tal vez, te ayude recordar que cuando hacemos deporte solemos tener “calor”.

Pregunta 1.12. Observa la imagen que aparece en el código QR, ¿Qué tipo o tipos de energía crees que representan?



<https://drive.google.com/file/d/1ODhN0DhFiBLMr233YXdoad8h9ty1R3k/view?usp=drivesdk>

Comodín: Hay varios tipos de energía. ¡No te olvides del bizcocho!, gracias a la levadura estará muy esponjoso.

Pregunta 1.13. Observa la imagen que aparece en el código QR, ¿Qué tipo o tipos de energía crees que se presentan?



<https://drive.google.com/file/d/1EyQ30Cn0PbYEpT5HKN1iUQxt96fHnZ8a/view?usp=drivesdk>

Comodín: Hay varios tipos de energía, piensa que el coche además de moverse está realizando otras acciones.

Propiedades de la energía (TARJETAS NARANJAS)

Pregunta 1.14. Cuando conectas una bombilla a una pila, vemos que se ilumina. ¿Dónde estaba esa energía?

Comodín: Se ha producido un cambio, ¿a qué ha sido debido?

Pregunta 1.15. Cuando arranco el coche y piso el acelerador, empieza a moverse, ha adquirido una energía. ¿Dónde estaba esa energía?

Comodín: Se ha producido un cambio en el movimiento, ¿gracias a qué se mueve el coche?

Pregunta 1.16. Cuando una piedra golpea una ventana, esta se rompe. ¿Dónde estaba la energía para que se rompiese?

Comodín: La forma del cristal de la ventana ha cambiado, ¿quién origina dicho cambio?

Pregunta 1.17. Cuando cojo un cubito de hielo en mis manos, veo que se derrite. ¿Dónde estaba esa energía que era necesaria para que se derritiera?

Comodín: Se ha producido un cambio en el estado en el que se encuentra el agua, ¿qué lo ha causado?

Pregunta 1.18. Los deportistas comen barras y bebidas energéticas antes y/o durante la realización de una actividad física, ¿por qué lo hacen? Razónalo.

Comodín: Piensa a dónde va la energía que poseen esos alimentos o bebidas.

Pregunta 1.19. Golpea suavemente la mesa con los nudillos, ¿se ha producido alguna transferencia y transformación de energía? Si es así, explícalo.

Comodín: La energía puede transformarse a distintos tipos de energía.

Pregunta 1.20. Lanza una goma de borrar hacia arriba verticalmente, ¿se ha producido alguna transferencia y transformación de energía? Si es así, explícalo.

Comodín: La energía puede transformarse a distintos tipos de energía.

Pregunta 1.21. A la vista de las cuestiones anteriores, ¿qué propiedades dirías que tiene la energía?

Comodín 1: Piensa en un teléfono móvil, sabemos que posee energía, además, puede funcionar durante varios días hasta que volvamos a cargarle. Con ese teléfono puedes llamar, hacer fotos, escuchar música, encender la linterna, etc.

Comodín 2: Imagina la plancha de la ropa de tu casa y cómo funciona, pensando cómo y dónde está la energía.

Pregunta Especial 1.22. Lanza un libro por el suelo y observa cómo se mueve, ¿qué ha pasado con la energía que tenía?, ¿ha desaparecido?

Comodín: Accede al siguiente código QR, ¿qué sucede con la temperatura? Entonces, ¿dónde está la energía?



Pregunta 1.23. Entra en el simulador a través del código QR, y sitúa a la patinadora en la posición más elevada. Suéltala en ese punto. Describe lo que ocurre con su energía.



https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_es.html

Comodín: ¿cambia su energía o no?

Pregunta 1.24. Entra en el simulador a través del código QR, y sitúa a la patinadora en la posición más elevada. Suéltala en ese punto. Describe lo que ocurre con su energía. Ahora activa la fricción, ¿qué está ocurriendo ahora con la energía?



https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_es.html

Comodín: ¿la patinadora tiene cada vez más o cada vez menos energía?, ¿a dónde se está yendo esta energía?

Pregunta 1.25. A la vista de las cuestiones anteriores, ¿qué característica diríais que tiene la energía?

Comodín: ¿Qué sucede en todos los casos con la energía total?

Propiedades de la energía, Conclusiones (Video 1.2)



<https://drive.google.com/file/d/1E9Pjb-AsDsEdlbunpv0W6xdvtxu3uRyu/view?usp=drivesdk>

¿Cómo se transfiere la energía? (TARJETAS AMARILLAS)

Pregunta 1.26. Cuando se lanza el libro por el suelo con una velocidad se observa que en un momento va más despacio. ¿Serías capaz de representar el diagrama de energía?

Comodín: Tal vez, te ayude pensar qué tipos de energías se presentan y qué movimiento va a presentar el libro pasado un tiempo.

Pregunta 1.27. Enciendo el fuego de la cocina y pongo una cazuela con agua. Pasado un tiempo, aprecio que el agua se está calentado. ¿Serías capaz de representar el diagrama de energía?

Comodín: Tal vez, te ayude pensar qué tipos de energías se presentan y qué está va a suceder con el agua pasado un tiempo.

Pregunta Especial 1.28. Arranco el coche y me incorporo a la autopista. Transcurrido un poco de tiempo me voy moviendo a velocidad constante. ¿Serías capaz de representar el diagrama de energía?

Comodín: Deberás tener en cuenta que el coche además de moverse también puede tener las luces dadas o la radio encendida.

Pregunta 1.29. Observa el video del código QR y responde, ¿con los julios que tienes hasta ahora ahorrados, a qué altura se podría elevar un cuerpo de 1 kg de masa?, y, ¿cuántos kilogramos de masa podrías elevar a una altura de 10 cm?



https://drive.google.com/file/d/1AQAz-VGOhvmM_9hgQsLOhveCxfHWJUM2/view?usp=drivesdk

Comodín: Escribe los datos en el cuaderno de ruta. Debéis tener en cuenta cuantas variables hay, y que variables permanecen constantes.

Pregunta 1.30. Si un patinador se encuentra en lo alto de una rampa y tiene una energía de 500 julios, y desliza por la rampa de forma que pierde 100 julios por rozamiento, ¿qué energía tiene cuando ha descendido la rampa?

Comodín: Es importante tener en cuenta cuales son las propiedades de la energía.

Pregunta 1.31. Observo un balón en reposo, y lo golpeo. Ahora se está moviendo, tiene energía. ¿Cómo se la he transferido?

Comodín: La energía la ha transferido la persona que golpea el balón, ¿de qué forma lo realiza? ¿Cómo se consigue que el balón se mueva?

Pregunta 1.32. Veo una pelota de tenis sobre la mesa. La cojo y la lanzo. Va moviéndose por el aire: tiene energía. ¿Cómo se la he transferido?

Comodín: La energía la ha transferido la persona que lanza la pelota, ¿de qué forma lo realiza? ¿Qué mecanismo emplea para aportar energía a la pelota?

Pregunta 1.33. Coloco un cubito de hielo sobre una sartén caliente. Observo que se comienza a derretir. ¿Qué y cómo le transfiere energía?

Comodín: Existe una diferencia de temperaturas ¿Cuál es el cuerpo más caliente?

Pregunta Especial 1.34. En invierno, cuando se abre la ventana de casa, se nota como la temperatura dentro de casa desciende. ¿Qué sucede? ¿Se transfiere energía? ¿Cómo?

Comodín: Dentro de casa hace mayor temperatura que fuera, en la calle, ¡jojo! ten en cuenta en qué dirección se transfiere la energía.

¿Cómo se transfiere la energía? Conclusiones. (Video 1.4)



<https://drive.google.com/file/d/1atykTMivT-rjrAdLFf9JAIRkpY3tXNLD/view?usp=drivesdk>

Energía eléctrica (TARJETAS MORADAS)

Energía eléctrica (Video 2.1)



<https://drive.google.com/file/d/1b7aYbFrrvyJGPiDGt4Yot-mZ1UbQ3aQ/view?usp=drivesdk>

Pregunta 2.1. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro. ¿Qué característica tiene?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: Tal vez te ayude activar la opción en el simulador de “neutro/ion” y observa qué cantidad de protones, neutrones y electrones presenta.

Pregunta 2.2. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro con cuatro protones, ¿cuántos electrones tiene?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: Activa la opción de “neutro/ion” para observar cuando el átomo construido es neutro.

Pregunta 2.3. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro con cuatro protones y 5 neutrones, ¿cuántos electrones tiene?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: Activa la opción de “neutro/ion” para observar cuando el átomo construido es neutro.

Pregunta 2.4. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro. ¿Cómo influye el número de electrones a la neutralidad del átomo?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: Activa en el simulador la opción de “carga neta” y “neutro/ion” y observa que sucede al añadir o quitar electrones.

Pregunta 2.5. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro con cinco protones. Ahora quítale un electrón, ¿qué ocurre? Quítale otro electrón, ¿qué ocurre ahora?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: En el simulador, activa la opción “carga neta”.

Pregunta 2.6. Accede al simulador que encontrarás en el código QR, y construye un átomo neutro con cinco protones. Ahora añádele otro electrón, ¿qué ocurre? ¿y si le añades un segundo electrón?



https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es.html

Comodín: En el simulador, activa la opción “carga neta”.

Energía eléctrica (TARJETAS AZULES):

Pregunta 2.7. Toma un globo, ínflalo y frótalo contra una prenda de ropa. Aproxímalo a la cabeza de un compañero. Si creemos que lo que está ocurriendo tiene que ver con lo que hemos visto sobre el átomo, ¿cómo lo explicarías?

Comodín: El pelo se atrae al globo como se atraen una carga positiva y una negativa. Ten en cuenta cómo se disponen los electrones y los protones en un átomo para explicar qué ha podido suceder.

Pregunta 2.8. En alguna ocasión (o a menudo) salimos del coche, y al tocar algo, sentimos un calambrazo. ¿Cómo lo explicarías?

Comodín: Un calambrazo sucede cuando pones en contacto cuerpos con distinta carga: ¡salta carga de un cuerpo a otro! Teniendo en cuenta cómo es la estructura un átomo, ¿esas partículas que “saltan” son positivas o negativas?

Pregunta 2.9. ¿Alguna vez has escuchado un chisporroteo cuando te has quitado alguna prenda de ropa? ¿Sabrías decir qué fenómeno está involucrado?

Comodín: ¿Tendrá algo que ver con lo que ocurre en la experiencia de frotar un globo en una prenda de ropa?

Pregunta 2.10. Habrás observado que, durante una tormenta, en muchas ocasiones, se producen rayos. ¿Crees que esto puede estar relacionado con lo que estamos tratando? ¿Serías capaz de aventurar una explicación?

Comodín: ¿Crees que un rayo puede ser una descarga eléctrica?

Pregunta 2.11. Accede al simulador a través del código QR. Frota el globo contra el jersey y describe, a partir de ahí, todo lo que ocurre.



http://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_es.html

Comodín:

- Describe cómo se distribuyen las cargas en cada cuerpo.
- Frota el globo sobre el jersey y describe lo que ocurre.
- Aproxima ahora el globo al jersey, ¿qué ocurre?
- Describe lo que ocurre cuando aproximas el globo a la pared.

Pregunta Especial 2.12. En los fenómenos expuestos en las anteriores cuestiones, se presenta la electricidad estática. ¿Cómo se produce está? ¿Qué se carga positivamente y qué negativamente?

Comodín: Piensa qué sucedía con el ejemplo del globo. ¿Antes de frotarlo con el jersey cómo se comporta? ¿Y después?

Energía eléctrica. Conclusiones. (Video 2.2)



<https://drive.google.com/file/d/1-88janzbFUteBZBq7Z328pegHAcoubx1/view?usp=drivesdk>

Circuitos eléctricos (TARJETAS VERDE OSCURO)

Pregunta 2.13. Ahora monta un circuito sencillo con una pila y una bombilla, y utilízalo para comprobar cuáles de los siguientes materiales dirías que es conductor o aislante: goma de borrar, moneda de 5 céntimos, moneda de 10 céntimos, agua (necesitarás un vaso), agua salada (necesitarás un vaso), palillo de madera, mina de un lapicero.

Comodín: Código QR con la imagen del montaje del circuito.



<https://drive.google.com/file/d/1mBMgKAT09fumA1rOe2s24Wgy2jkRUnPY/view?usp=drivesdk>

Comodín: Se podría hablar de un aislante como una resistencia de un valor muy elevado que impide que se conduzca la corriente eléctrica.

Pregunta Especial 2.14. Visualiza el video que aparece en el código QR y responde a la pregunta que se plantea.



https://drive.google.com/file/d/1gfU8cF6Cu-piiSGRqgv_Lc6Qkfnexxt0/view?usp=drivesdk

Comodín 1: Para determinar cómo se relacionan fija dos variables y varía la otra para ver qué sucede.

Comodín 2: Por ejemplo, emplea la misma pila y el mismo led y varía la resistencia. ¿Son proporcionales o inversamente proporcionales? Realiza este procedimiento para el resto de las variables.

Comodín 3: La intensidad de corriente se aprecia observando cuánto se ilumina el led.

Pregunta 2.15. Una vez se conoce cómo se relacionan estas variables, se va a estudiar empleando la simulación que aparece en el código QR para deducir la fórmula de dicha Ley.



https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_es.html

Comodín: Ayúdate del amperímetro y del voltímetro para comprobar la fórmula predicha con los valores empleados para cada magnitud.

Pregunta Especial 2.16. Construye tres circuitos eléctricos utilizando pilas iguales y bombillas iguales, con el simulador que aparece en el código QR. Un circuito con una bombilla, otro circuito con dos bombillas en serie y otro circuito con dos bombillas en paralelo. ¿Cuál o cuáles bombillas lucen más? ¿Serías capaz de realizar una hipótesis?



https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_es.html

Comodín 1: Código QR con imágenes del montaje de los circuitos.



<https://drive.google.com/file/d/18f1z16wgEqmzVtORD2jDDZV7UAKulzoG/view?usp=drivesdk>

Comodín 2: Pensar en la analogía entre la diferencia de potencial y la diferencia de altura.

Pregunta 2.17. Monta un circuito en serie con dos bombillas conectadas a una pila. ¿Qué ocurre si desenrosco una de ellas? Haz una hipótesis sobre qué ocurre antes de montar el circuito.

Comodín: Código QR con imágenes del montaje de los circuitos.



<https://drive.google.com/file/d/1Zsd-ho7qiHgb8v3PFs-DNKY4BHRcP5HX/view?usp=drivesdk>

Pregunta 2.18. Monta un circuito en paralelo con dos bombillas conectadas a una pila. ¿Qué ocurre si desenroscas una de ellas? Haz una hipótesis sobre qué ocurre antes de montar el circuito.

Comodín: Código QR con imágenes del montaje de los circuitos.



<https://drive.google.com/file/d/1sUCl1Nss4hhR6uZCGKqhsUMSs6i3wmv9/view?usp=drivesdk>

Pregunta 2.19. Teniendo en cuenta los montajes anteriores, ¿cómo crees que es el circuito de las luces de una habitación de tu casa?

Comodín: Piensa que sucede con todas las bombillas si se funde una de ellas.

Pregunta 2.20. Tras realizar los montajes anteriores, ¿qué conclusiones se obtienen del circuito en serie?

Comodín: Ten en cuenta la intensidad de las bombillas y que sucede si se funde una.

Pregunta 2.21. Tras realizar los montajes anteriores, ¿qué conclusiones se obtienen del circuito en paralelo?

Comodín: Ten en cuenta la intensidad de las bombillas y qué sucede si se funde una.

Sostenibilidad (TARJETAS VERDE CLARO)

Sostenibilidad (video 3.1)



https://drive.google.com/file/d/1dhDj3LyIhgGDZaLk_Z5d-wjBbcuoQAeC/view?usp=drivesdk

Pregunta 3.1. La imagen que encontrarás en el código QR representa a qué se dedica la energía, en promedio, en un hogar. Elabora un plan, junto a tu equipo, para reducir el consumo de energía.



<https://drive.google.com/file/d/1o9BDMQP9Q28GxXYvYKNWSRcgYf0V3791/view?usp=drivesdk>

Pregunta 3.2. Compara los gráficos que encontrarás en el código QR y extrae conclusiones:



https://drive.google.com/file/d/1OKCZt9ABQTDiOpRyqVwvRn7WSg9e_P3y/view?usp=drivesdk

Pregunta 3.3. Observa el video que aparece en el código QR y responde: ¿Qué acciones podrían realizarse, a modo individual, para lograr este objetivo?



<https://drive.google.com/file/d/1RDxdw0uVt3KMcf2hq24PIOCWtNk-hbZL/view?usp=drivesdk>

Pregunta 3.4. Tras haber realizado un plan individual para lograr este objetivo, debéis firmar un contrato de cumplimiento que muestre que vais a llevar a cabo estas medidas individuales.

Sostenibilidad conclusiones (Video 3.3)



https://drive.google.com/file/d/1dhDj3LyIhgGDZaLk_Z5d-wjBbcuoQAeC/view?usp=drivesdk

Video de final de juego:



<https://drive.google.com/file/d/1Ui77tWnk45uazoKBAEFEixhneZjW-qPx/view?usp=drivesdk>

Anexo IX. Incidencias

INCIDENCIAS:

1. Se han reducido las emisiones de CO₂, ganas un comodín.
2. Se ha producido un incendio en una refinería, pierdes un comodín.
3. Se ha roto la pala de un aerogenerador, hay que repararla, para ello hay que emplear 1 Julio.
4. El sol brilla en el cielo y no hay ninguna nube, ganas un julio.
5. Un fallo en el bobinado de un generador eléctrico te hace perder 1J. (Inmune el equipo de Nikola Tesla)
6. Ha habido un escape de gas en un gaseoducto, pierdes un julio.
7. Un viento fuerte ha roto el tendido eléctrico y hay que repararlo, estás un turno sin tirar.
8. Estos días no ha parado de llover y los embalses están llenos, ganas un julio.
9. En los últimos meses se ha producido un aumento de las emisiones de CO₂, pierdes un julio.
10. Se ha producido un derrame de petróleo al mar accidentalmente, te colocas en la posición del que se encuentre en último lugar.
11. Se ha producido un cortocircuito en casa y hay que repararlo, te hace perder 1J. (Inmune el equipo de Thomas Edison)
12. Se han colocado paneles solares en los tejados de tu barrio, ganas 2 julios.
13. Desde hace varias semanas que no llueve y los pantanos cada vez tienen menos agua, te colocas en la posición del que se encuentre en último lugar.
14. Hay tormenta y un rayo ha roto el tendido eléctrico, pierdes un julio (Inmune el equipo de Hertha Marks Ayrton)
15. Hace un viento estable y los aerogeneradores no paran de girar, ganas un julio.
16. Los aerogeneradores no giran debido a la falta de viento, pierdes un julio.
17. Un pájaro ha quedado atrapado en un tendido eléctrico, pierdes un julio (Inmune el equipo de Lucia Galvani)
18. Se han colocado varios aerogeneradores en tu provincia, ganas un comodín.
19. Te has dejado la luz de tu habitación encendida, pierdes un julio.
20. Has ido a clase en coche en vez de andando, pierdes un julio.

CUADERNO DE RUTA

Salvemos al planeta del colapso

Nombre:

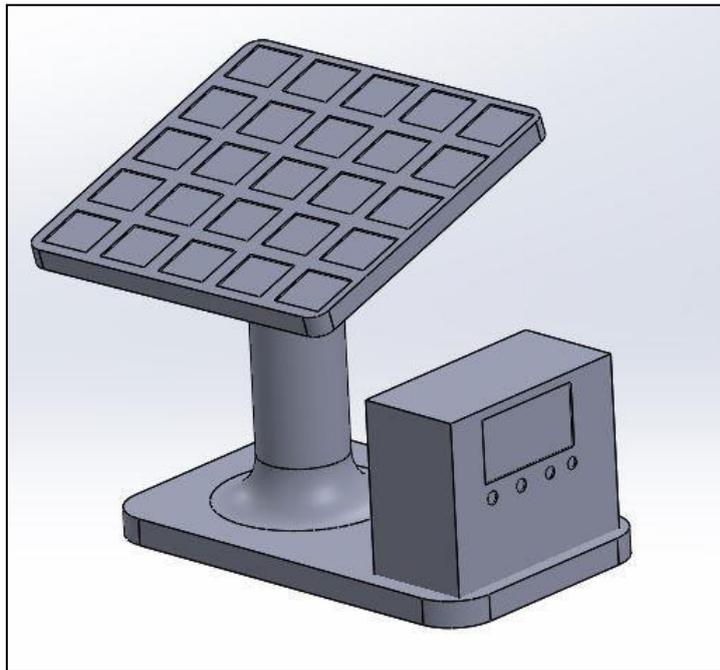
Curso:

Fecha:

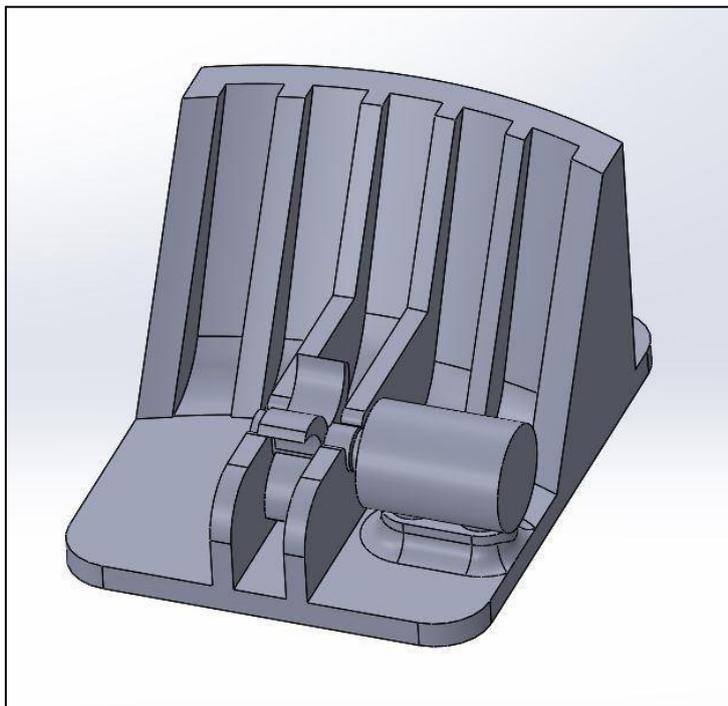
Anexo X. Créditos de energía: 1 julio y 2 julios (Por delante (izq.) y por detrás (dcha.))



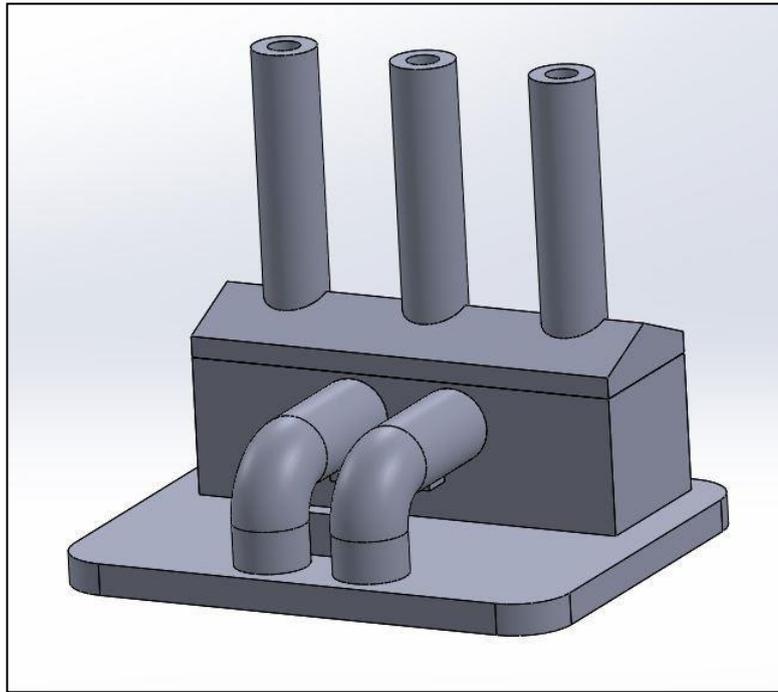
Anexo XI. Construcciones renovables



Placa solar



Central hidráulica



Central geotérmica



Aerogenerador

Anexo XII. Hoja de costes de las piezas 3D

HOJA DE CONSTRUCCIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS:		
Central de energía	Partes	Coste
Energía solar fotovoltaica	Celdas solares	3 J
	Base	1 J
	Regulador	2 J
Energía eólica: aerogeneradores	Palas	4 J
	Eje	3 J
	Soporte	1 J
Energía geotérmica	Tubos	5 J
	Intercambiadores	3 J
	Caseta de la turbina	3 J
Energía hidráulica	Presa	7 J
	Turbina	3 J
	Generador eléctrico	3 J

Anexo XIII. Rúbrica de evaluación del alumnado

	5	4	3	2	1
Resultado del juego 10%	1º	2º	3º	4º	No participa en el juego.
Cuaderno de ruta 35%	El cuaderno está completo y ordenado. Todos los alumnos lo han completado correctamente incluyendo los conceptos y contenidos que van aprendiendo a lo largo del juego.	El cuaderno está ordenado y posee la mayoría de los conceptos y contenidos trabajados, estando generalmente explicados de forma adecuada	El cuaderno presenta cierto desorden y los contenidos no están expuestos con claridad.	El cuaderno está incompleto, desordenado y los contenidos de este no son correctos por lo general.	No se presenta cuaderno
Actitud 40%	Participa activamente, trabaja en equipo, respeta turnos de palabra, escucha a sus compañeros, realiza aportaciones de calidad y cantidad.	Participa activamente y trabaja correctamente en equipo.	Suele participar activamente casi siempre, pero no suele escuchar, ni respetar a sus compañeros.	Se suele despistar fácilmente y a veces hay que llamarle la atención.	Hay que llamarle la atención continuamente, no participa en el juego, y no deja a sus compañeros participar.
Cuestionario final 15%	Puntuación $10 > x > 8$	Puntuación $8 > x > 6$	Puntuación $6 > x > 4$	Puntuación $4 > x > 2$	Puntuación $2 > x > 0$

Anexo XIV. Cuestionario de contenidos (previo y post)

Responde a las todas las preguntas que aparecen a continuación señalando la respuesta que consideres correcta. ¡Muchas gracias!

Nombre:

Clase:

1. La energía es una acción que se realiza sobre un cuerpo.
 Verdadero
 Falso
2. La energía no puede traspasarse de un cuerpo a otro.
 Verdadero
 Falso
3. En el sistema internacional, las unidades de la energía son Julios.
 Verdadero
 Falso
4. La energía al utilizarse se degrada.
 Verdadero
 Falso
5. Un cuerpo no puede perder energía, ya que la energía siempre se conserva.
 Verdadero
 Falso
6. Señala la respuesta correcta:
 - a) Tienen energía solo aquellos cuerpos que se conectan a un enchufe.
 - b) Todos los cuerpos tienen energía.
 - c) Ningún cuerpo tiene energía.
7. La energía cinética está relacionada con:
 - a) La posición de los cuerpos.
 - b) La velocidad de los cuerpos.
 - c) La diferencia de temperaturas entre dos cuerpos.
 - d) Las cargas en movimiento.
8. La energía potencial está relacionada con:
 - a) La posición de los cuerpos.
 - b) La velocidad de los cuerpos.
 - c) La diferencia de temperaturas entre dos cuerpos.
 - d) La constitución de los cuerpos.
9. El calor...
 - a) No es un mecanismo de transferencia de energía.
 - b) Puede provocar cambios de temperatura en los cuerpos.
 - c) a y b son correctas.
 - d) Todas son falsas.
10. Cuando se realiza un trabajo...
 - a) Debe de haber fuerzas implicadas.
 - b) Se produce un desplazamiento del cuerpo.
 - c) a y b son correctas.

Anexo XV. Cuestionario de actitud ante las ciencias (previo y post)

Responde a las siguientes preguntas con una X en la casilla que consideres oportuna, siendo 5 totalmente de acuerdo, 4 de acuerdo, 3 neutral, 2 en desacuerdo y 1 totalmente en desacuerdo. ¡Muchas gracias!

Nombre:

Edad:

Clase:

		5	4	3	2	1
1	Pienso que la ciencia es un tema interesante					
2	En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan					
3	En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas					
4	Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor					
5	Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela					
6	El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse					
7	Las clases de ciencias me fascinan					
8	Las clases de ciencias me aburren					
9	Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias					
10	Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar					
11	Me divierto aprendiendo ciencias					
12	En el futuro me gustaría ser científica o científico					
13	Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos					
14	Confío en mis habilidades para tener éxito en el estudio de las ciencias					
15	Ayudo a los demás en las clases de ciencias					
16	Me gusta leer artículos y ver programas que tratan temas científicos					
17	Me interesan las explicaciones de los fenómenos científicos					
18	Creo que la comprensión de la ciencia es importante para todos					
19	Es difícil para mí aprender ciencia					
20	La ciencia no tiene conexión con mi vida					

Anexo XVI. Cuestionario final de evaluación del juego por parte del alumnado.

Nombre y Apellido:

Clase:

Responde a las siguientes cuestiones, indicando con un 5 totalmente de acuerdo, 4 de acuerdo, 3 Indeciso/a, 2 en desacuerdo y 1 totalmente en desacuerdo. ¡Muchas gracias!

	5	4	3	2	1
La física y la química me resulta sencilla cuando se plantea a través de juegos.					
Las instrucciones del juego eran confusas. Nadie sabía lo que tenía que hacer.					
El juego me ha ayudado a comprender mejor los contenidos estudiados.					
La física y la química me disgusta aunque se plantee a través de juegos.					
El juego propuesto me ha resultado atractivo.					
La actividad con juego ha contribuido a que participe en clase.					
Las nociones de física y química que intervenían en el juego me parecieron difíciles.					
Las reglas del juego eran sencillas y fáciles de seguir.					
El juego planteado ha servido de poco a la hora de aprender.					
Los contenidos estudiados en el juego me han resultado interesantes.					
La actividad con juego me ha parecido aburrida.					
El juego ha contribuido a que, en adelante, vea la física y la química como algo importante.					
El día que hay juego participo menos.					

	5	4	3	2	1
Jugar fue divertido.					
Me gustó jugar.					
Disfruté mucho jugando.					
Mi experiencia con el juego fue placentera.					
Creo que jugar es muy entretenido.					
Jugaría a este juego por mí mismo, no solo cuando se me pidiera.					
Jugar despertó mi imaginación.					
Mientras jugaba me sentí creativo/a.					
Mientras jugaba sentí que podía explorar cosas.					
Mientras jugaba me sentí aventurero.					

Anexo XVII. Video explicativo del recurso para profesorado y estudiantes máster

<https://drive.google.com/file/d/1QmSiYy1d0jJuy1RzmCvyOjnidbeaF-rC/view?usp=drivesdk>



Anexo XVIII. Cuestionario de valoración para profesorado y estudiantes máster

Sección 1 de 4

Colapso energético

¿Desea realizar la encuesta? *

Sí

Profesión *

Profesorado de Primaria

Profesorado de Secundaria

Profesorado de Bachillerato

Profesorado Ciclos Formativos

Profesorado Universidad

Otra...

Género *

Mujer

Hombre

1. Creo que me gustaría usar Colapso Energético con frecuencia (cada curso). *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

2. Encontré Colapso Energético innecesariamente complejo. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

3. Pensé que Colapso Energético era fácil de usar. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

4. Creo que necesitaré una persona que me ayude o me dé soporte para la utilización de Colapso Energético. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

5. Encontré que las diversas funciones de Colapso Energético estaban bien integradas. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

6. Pensé que hay demasiada inconsistencia en Colapso Energético. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar Colapso Energético muy rápidamente. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

8. Encontré Colapso Energético muy engorroso (incómodo) de usar. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

9. Me sentiría muy seguro usando Colapso Energético. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

10. Necesitaria aprender muchas cosas antes de empezar con Colapso Energético. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

1. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado desarrollar su pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

2. El empleo de Colapso Energético ayudará al alumnado en la elaboración de síntesis personales sobre los contenidos. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

3. El empleo de Colapso Energético permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

4. El empleo de Colapso Energético ayudará a resolver problemas prácticos. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

5. El empleo de Colapso Energético facilitará la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

6. El empleo de Colapso Energético facilitará el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

7. El empleo de Colapso Energético facilitará la memorización de los contenidos de la asignatura. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

8. El empleo de Colapso Energético permitirá emitir valoraciones personales sobre los temas tratados. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

9. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado autoevaluar su aprendizaje en la asignatura. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

10. El empleo de Colapso Energético facilitará la organización del estudio. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

11. Creo que al alumnado le gustaría utilizar Colapso Energético para el estudio de la asignatura. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

12. Gracias a Colapso Energético, como docente, conseguiré incorporar el juego a la enseñanza. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

13. En el futuro me gustaría emplear Colapso Energético como docente. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

14. Esta metodología de Colapso Energético es más efectiva para la enseñanza de competencias * que la enseñanza tradicional.

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

15. Esta metodología Colapso Energético es más motivadora para el alumnado que la enseñanza * tradicional.

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

15. Esta metodología Colapso Energético es más motivadora para el alumnado que la enseñanza tradicional. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

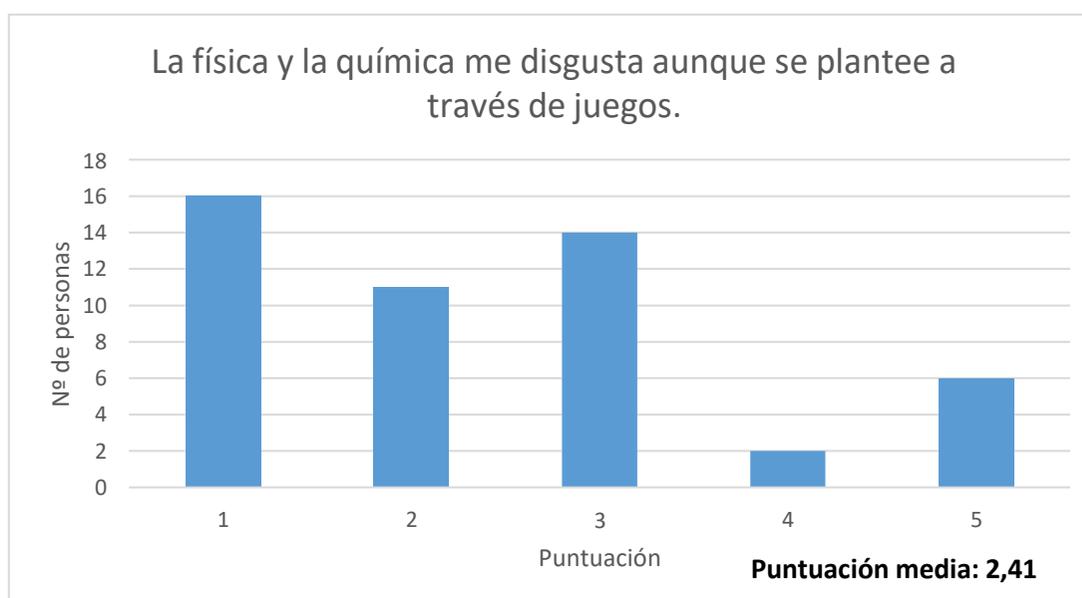
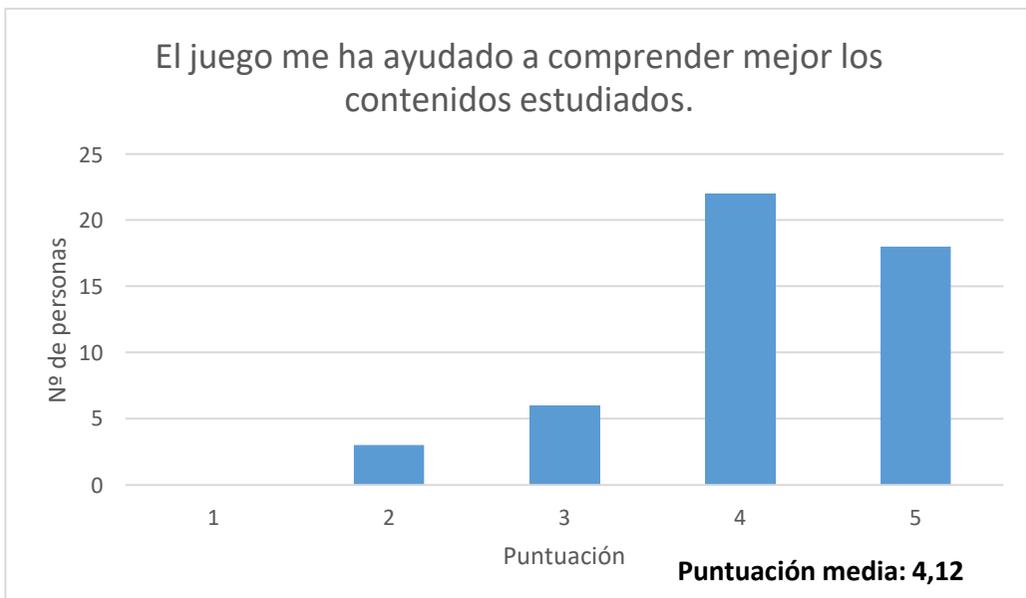
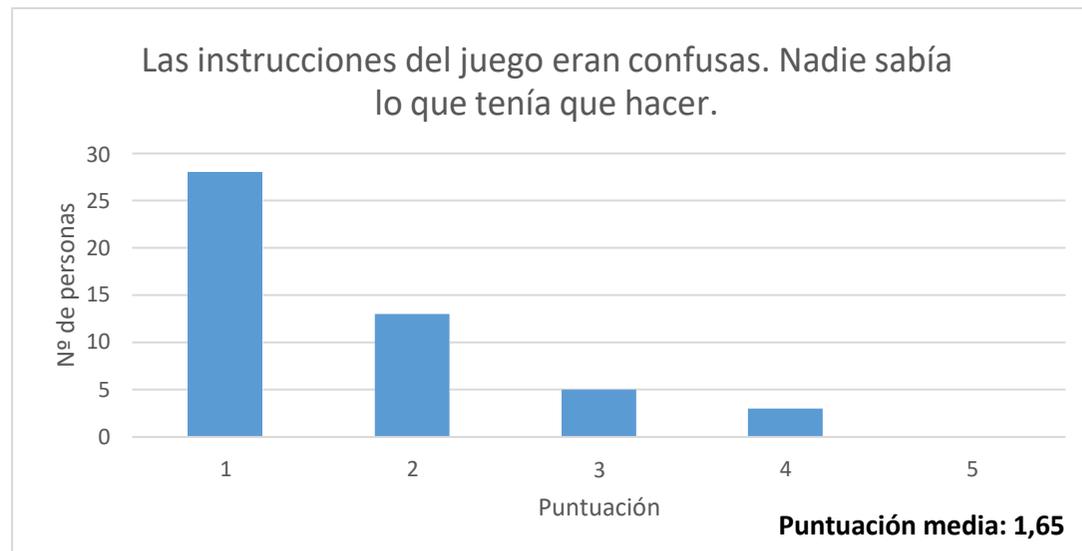
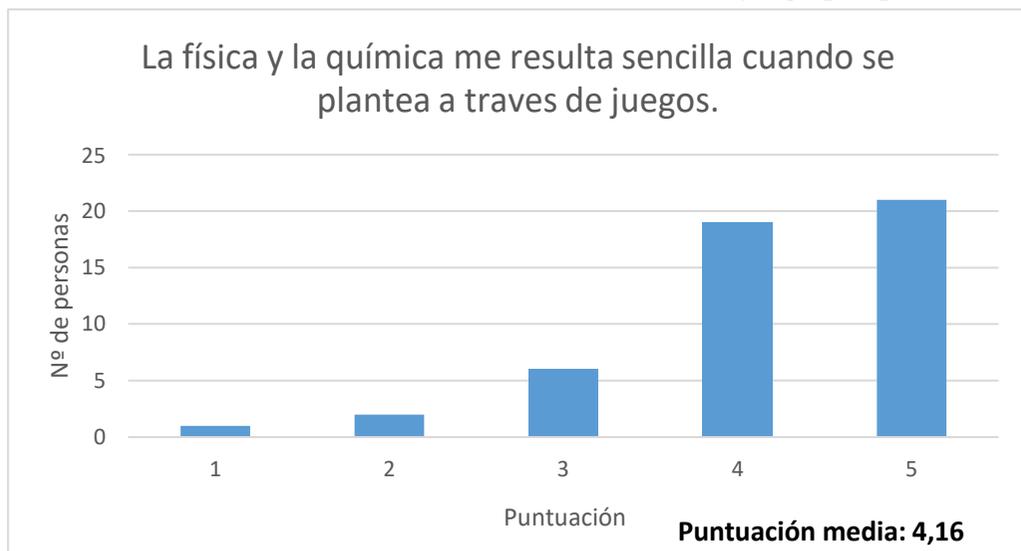
Creo que este enfoque sería extensible a otras disciplinas (arte, humanidades, ciencias sociales...)

- Sí
- No
- No sé

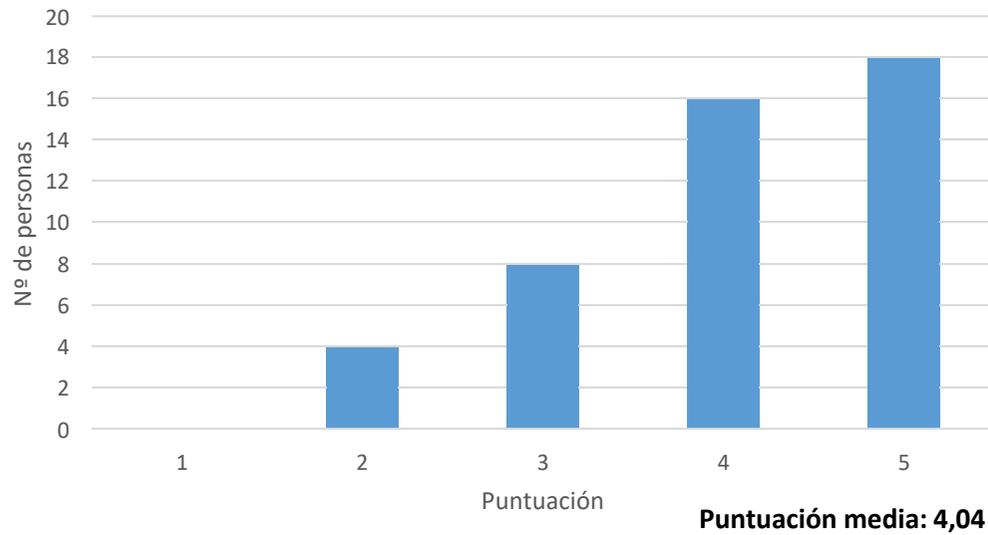
Sugerencias

Texto de respuesta larga

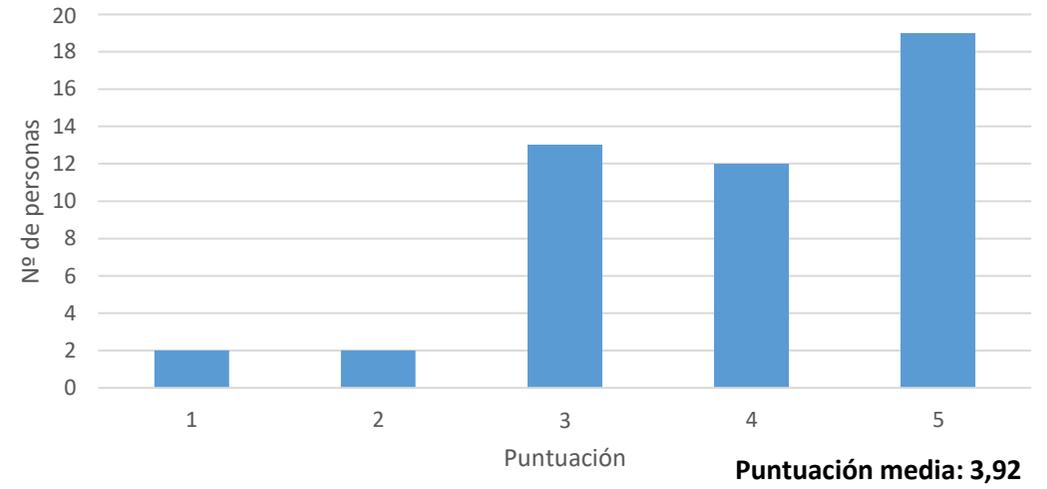
Anexo XIX. Resultados de la valoración del juego por parte del alumnado.



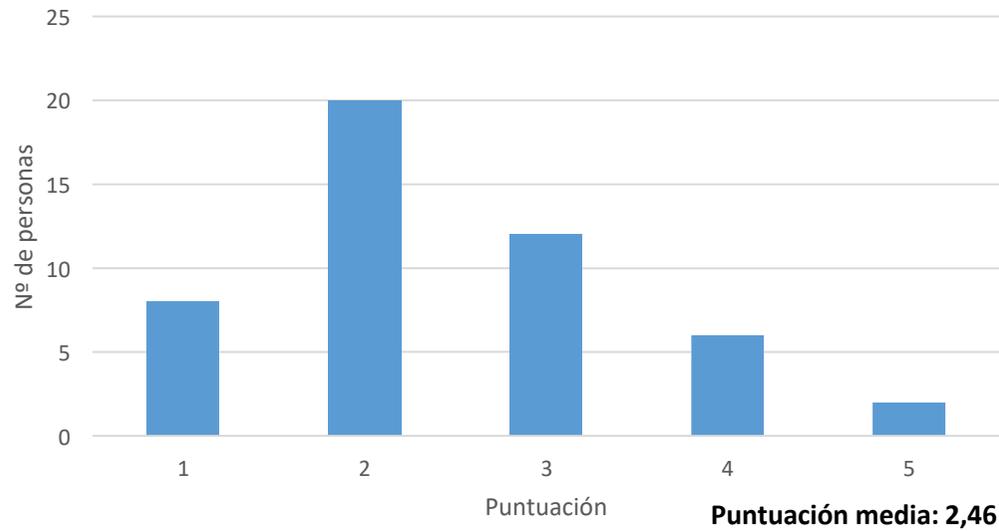
El juego propuesto me ha resultado atractivo.



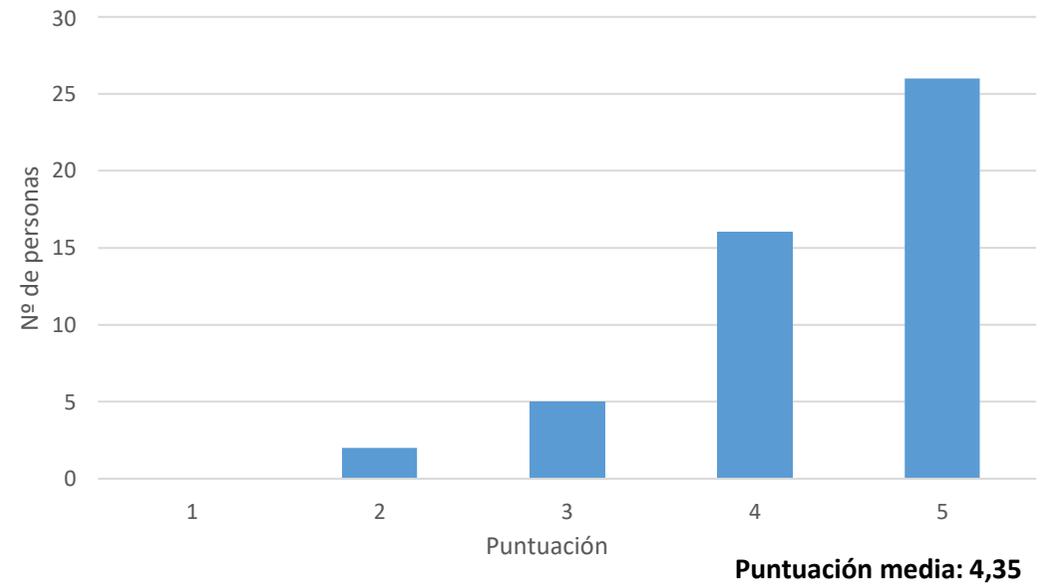
La actividad con juego ha contribuido a que participe en clase



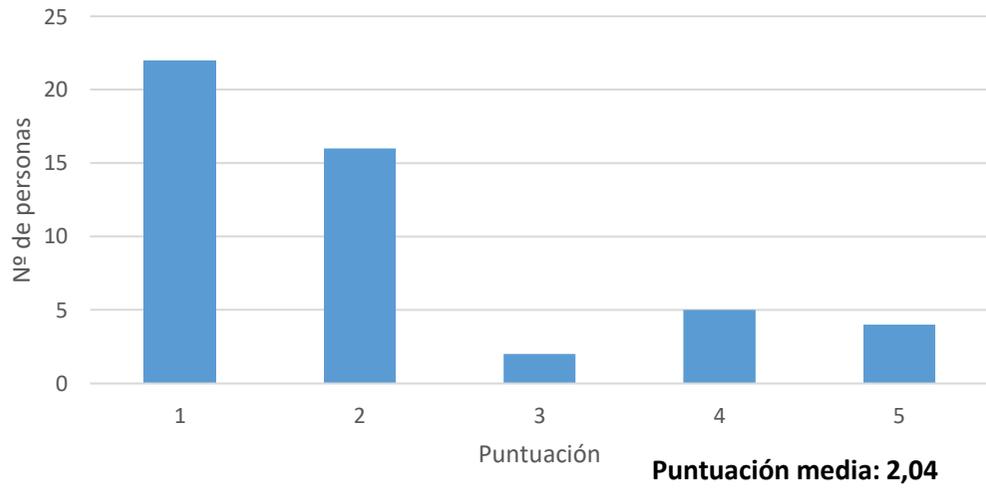
Las nociones de física y química que intervenían en el juego me parecieron difíciles.



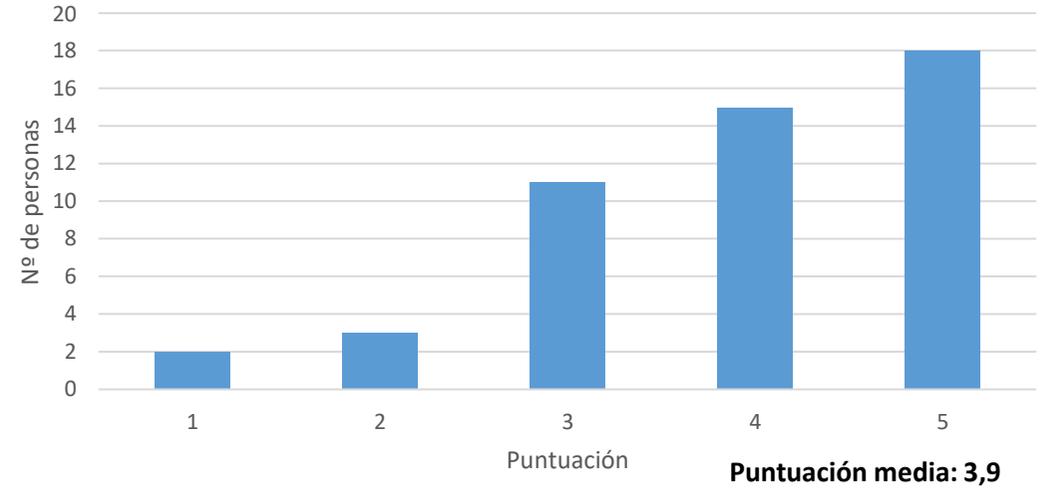
Las reglas del juego eran sencillas y fáciles de seguir.



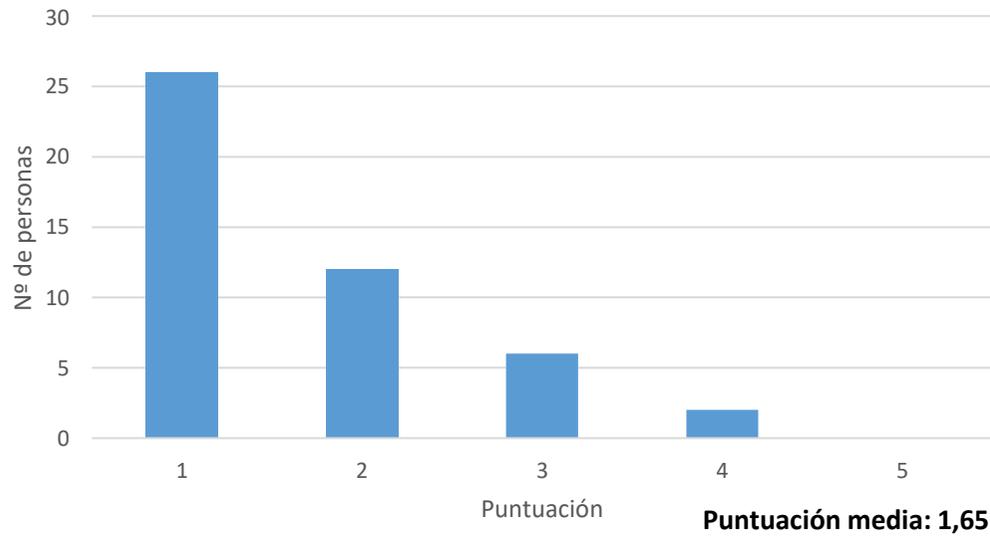
El juego planteado ha servido de poco a la hora de aprender.



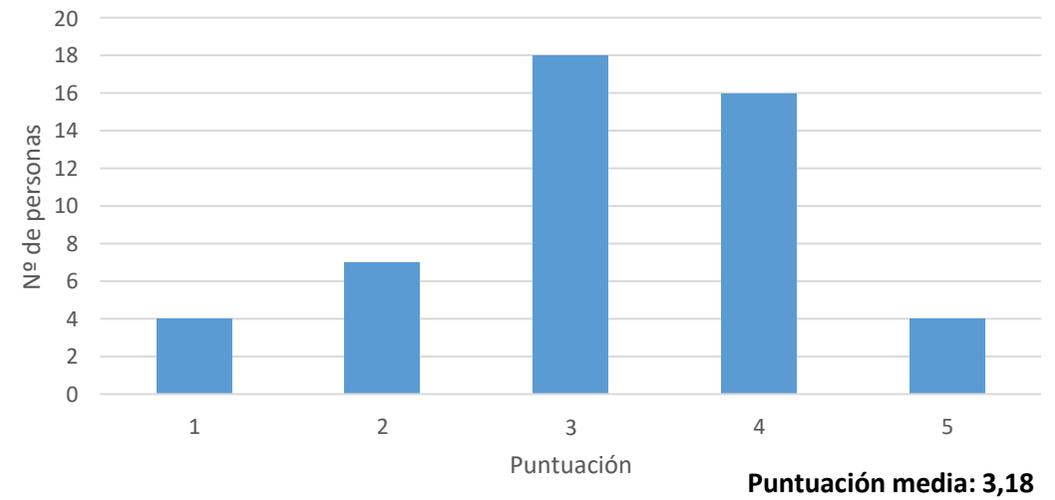
Los contenidos estudiados en el juego me han resultado interesantes.



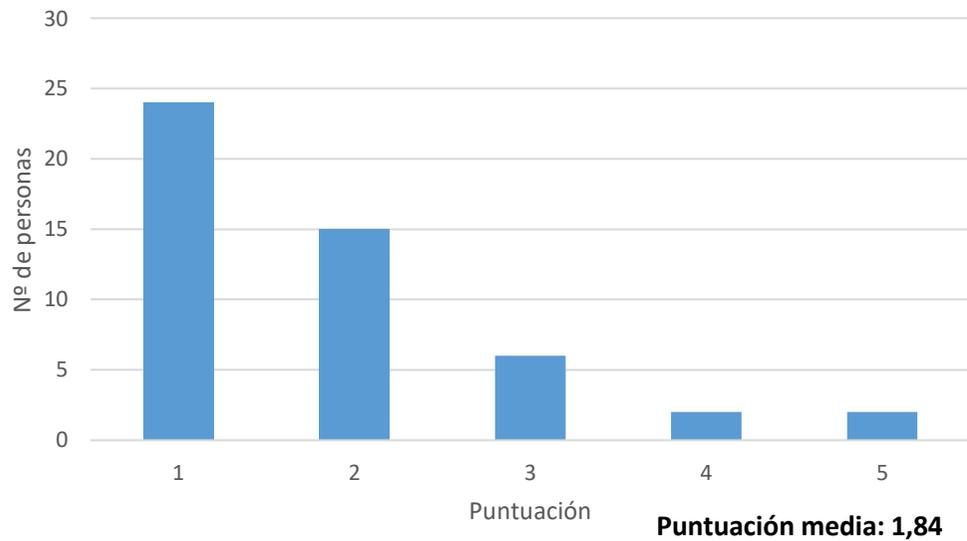
La actividad con juego me ha parecido aburrida.



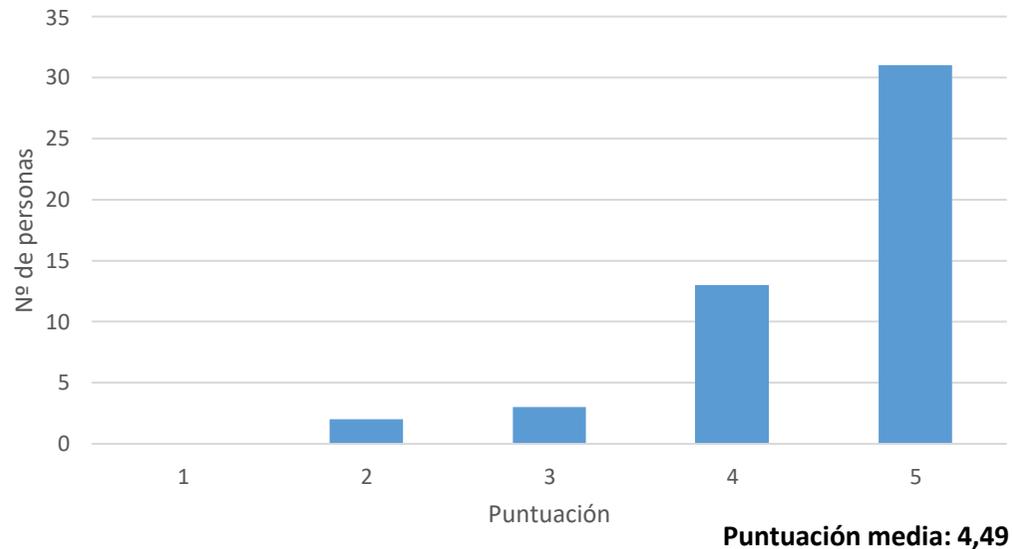
El juego ha contribuido a que, en adelante, vea la física y la química como algo importante.



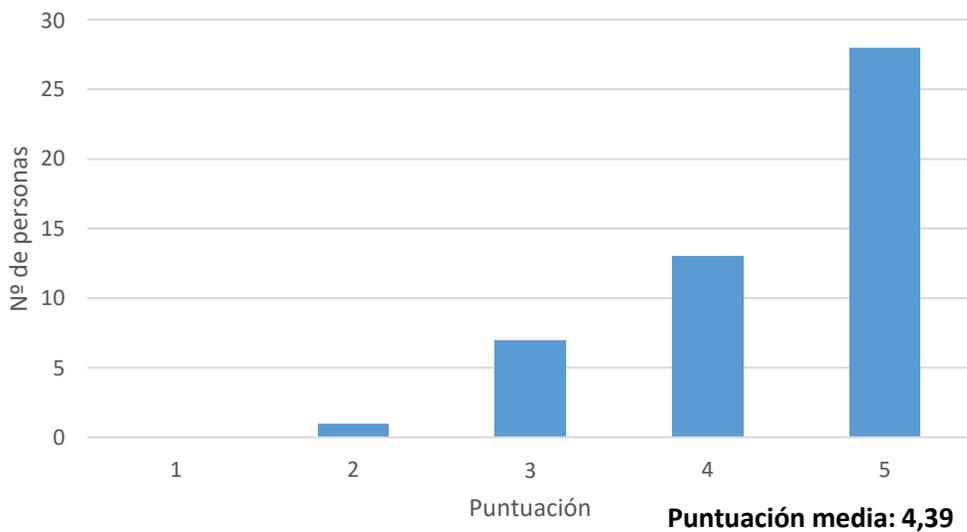
El día que hay juego participo menos.



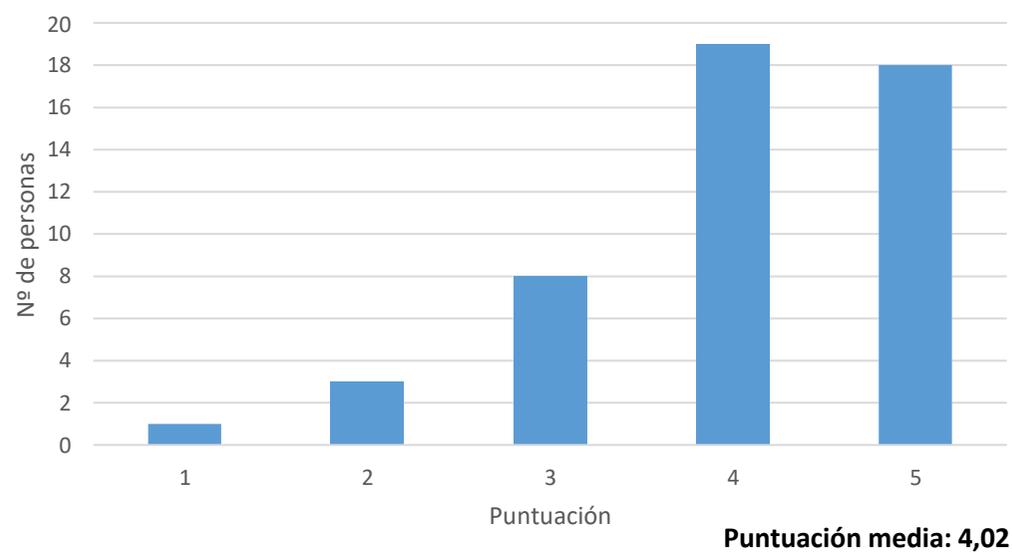
Jugar fue divertido



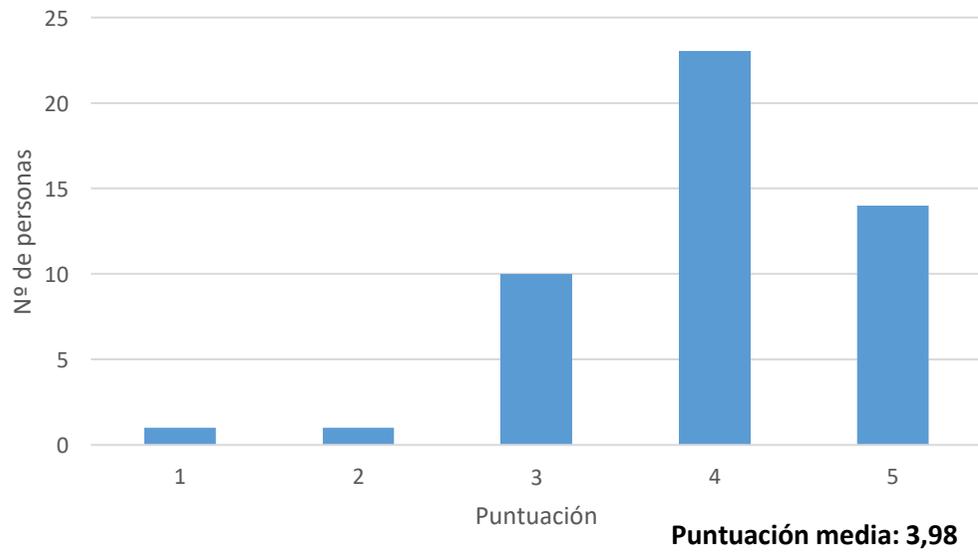
Me gustó jugar.



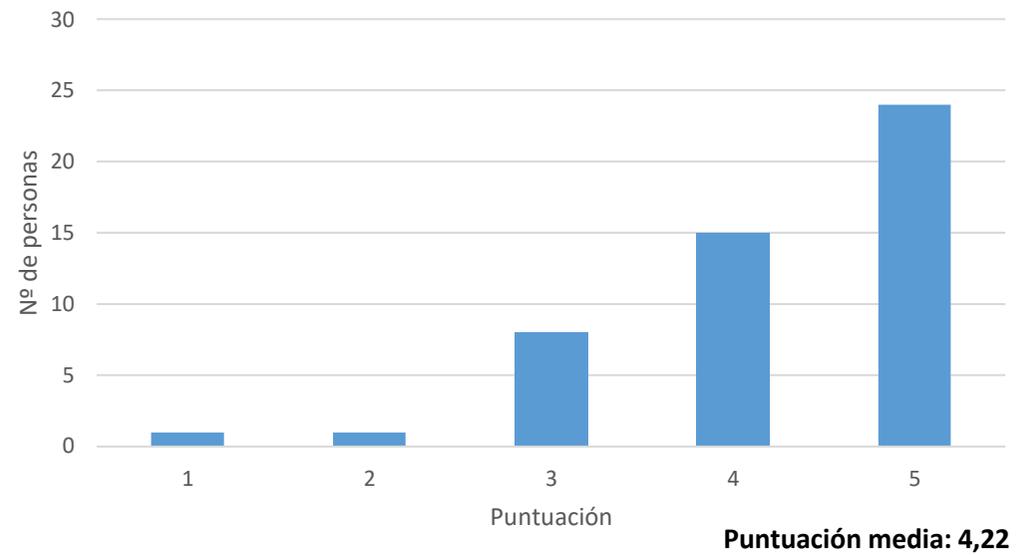
Disfruté mucho jugando.



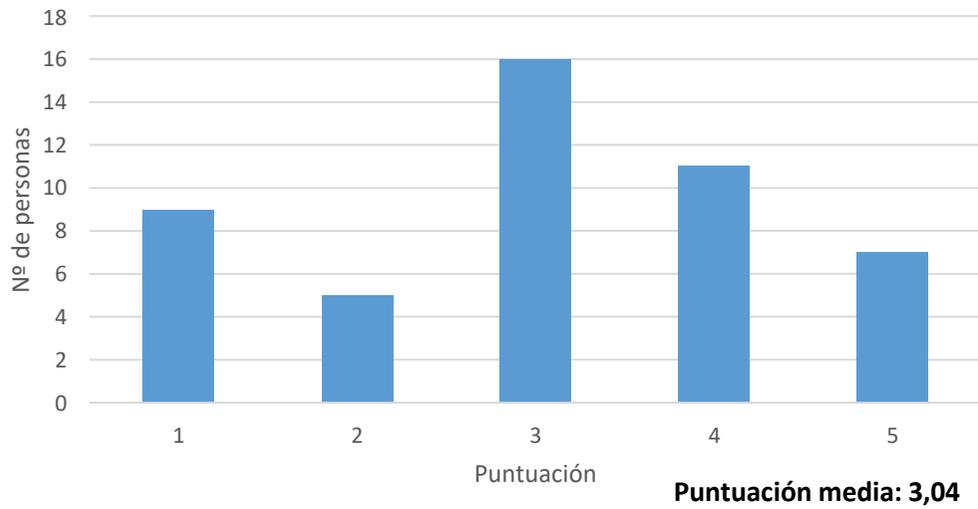
Mi experiencia con el juego fue placentera.



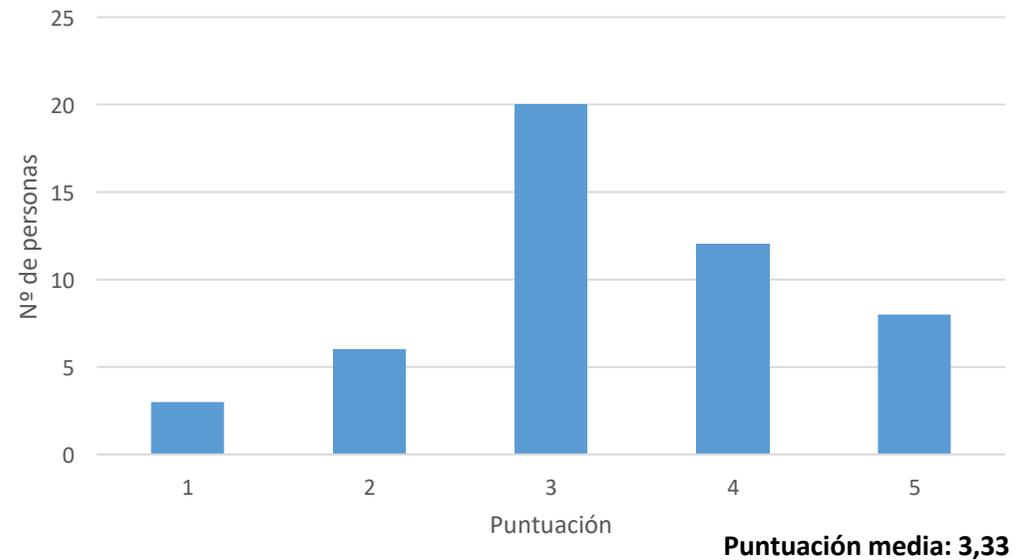
Creo que jugar es muy entretenido.



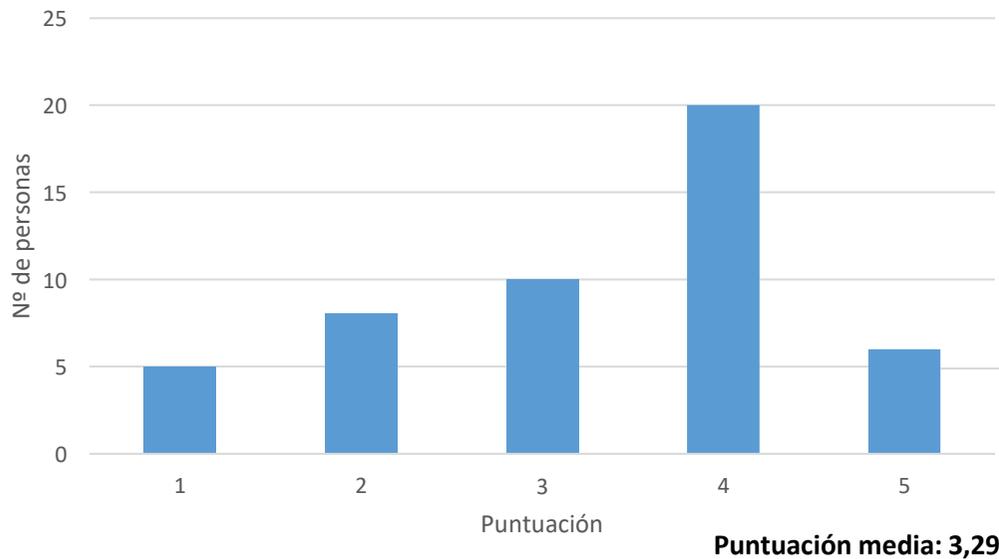
Jugaría a este juego por mí misma, no solo cuando se me pidiera



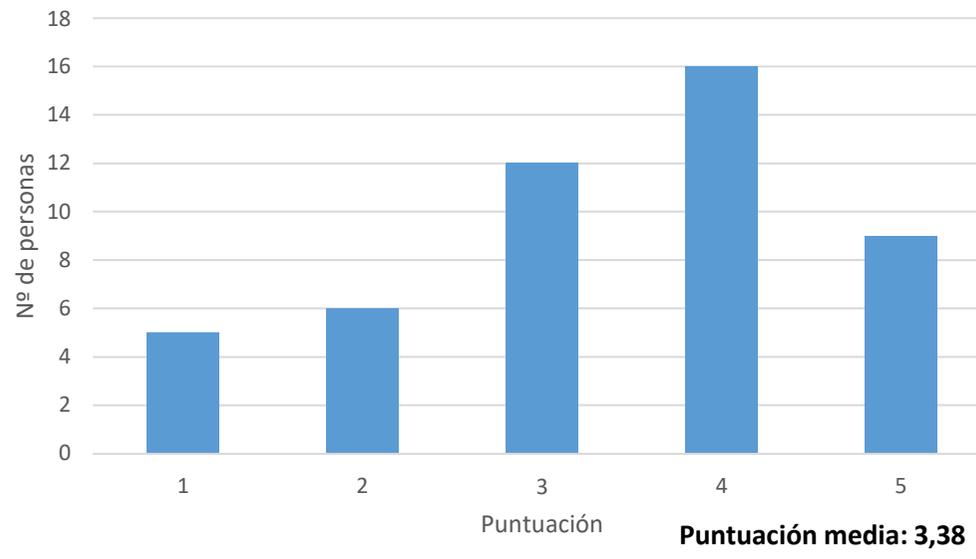
Jugar despertó mi imaginación



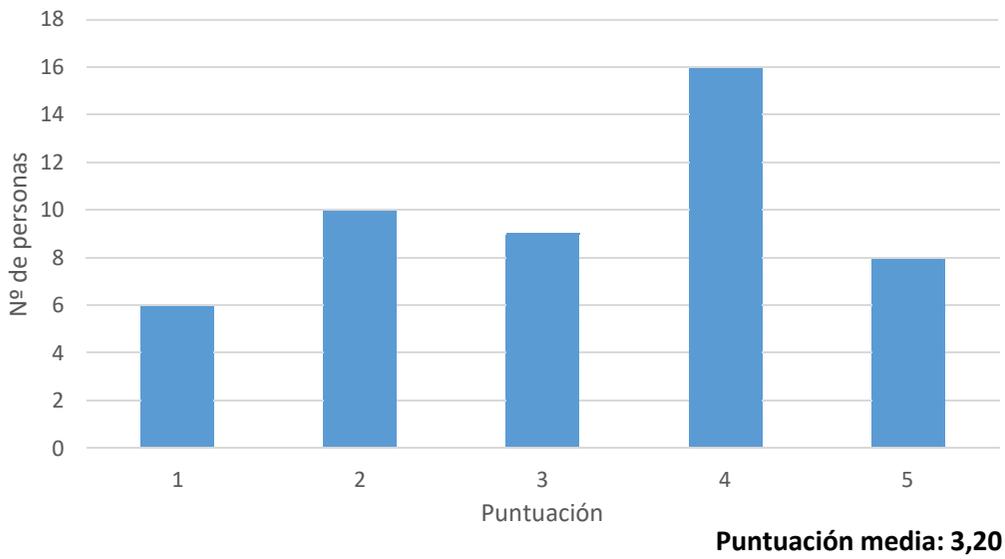
Mientras jugaba me sentí creativa



Mientras jugaba sentí que podía explorar cosas.

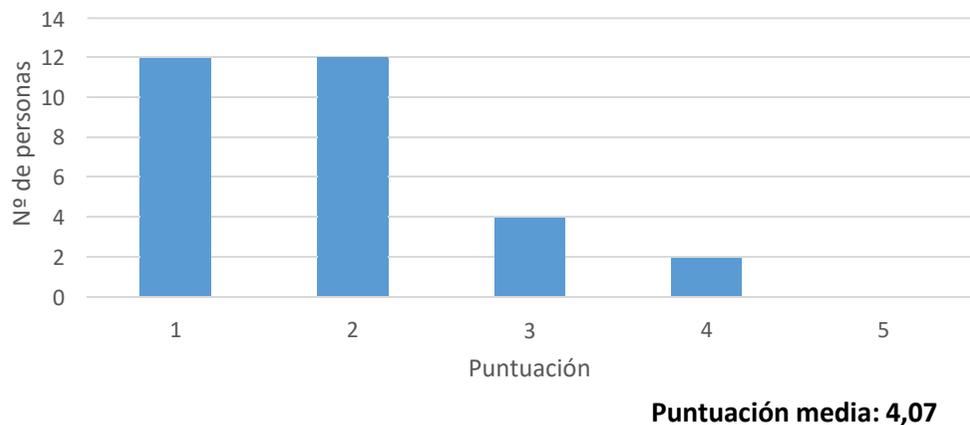


Mientras jugaba me sentí aventurera.

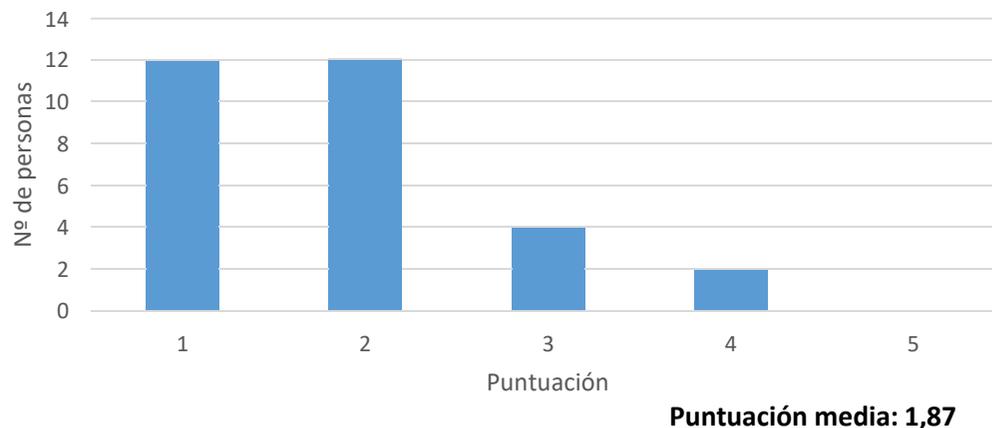


Anexo XX. Resultados de valoración por el profesorado.

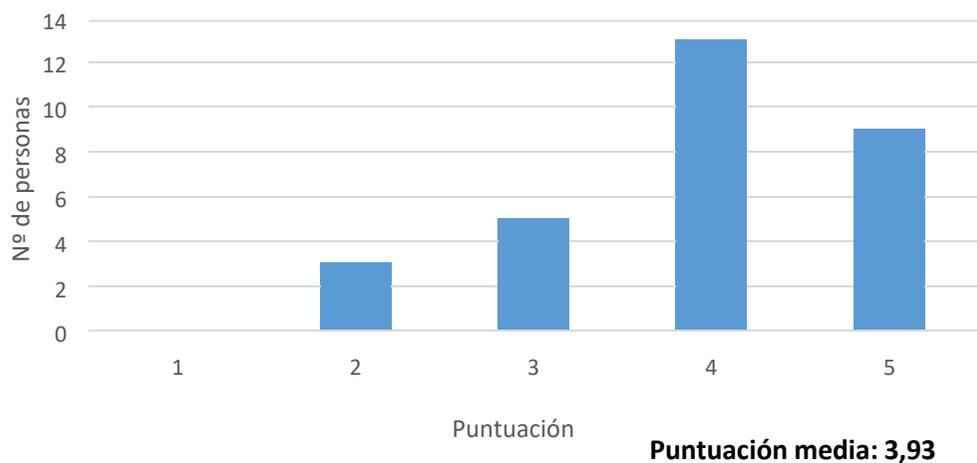
1. Creo que me gustaría usar Colapso Energético con frecuencia (cada curso).



2. Encontré Colapso Energético innecesariamente complejo.



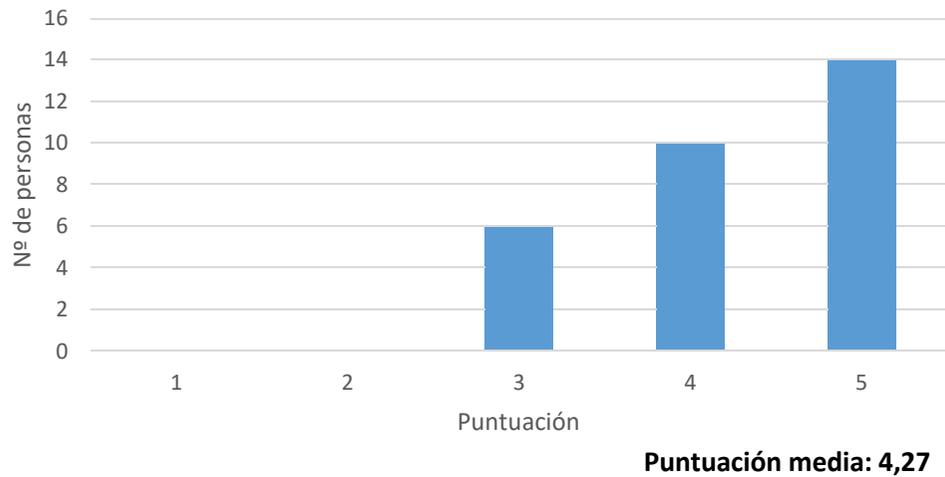
3. Pensé que Colapso Energético era fácil de usar.



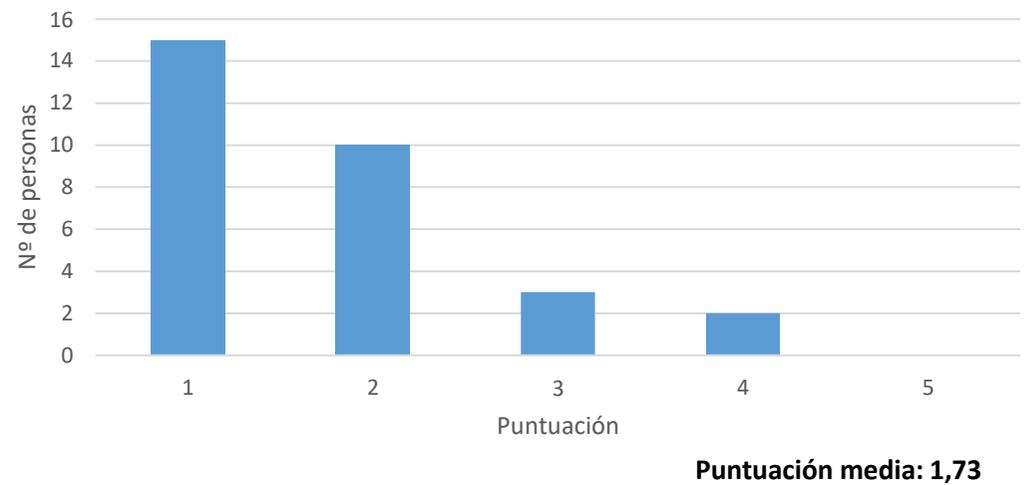
4. Creo que necesitaré una persona que me ayude o me dé soporte para la utilización de Colapso Energético.



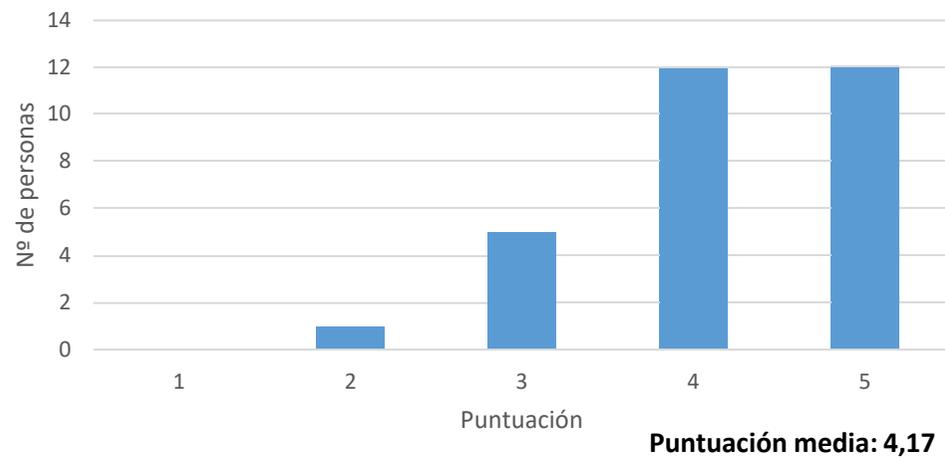
5. Encontré que las diversas funciones de Colapso Energético estaban bien integradas.



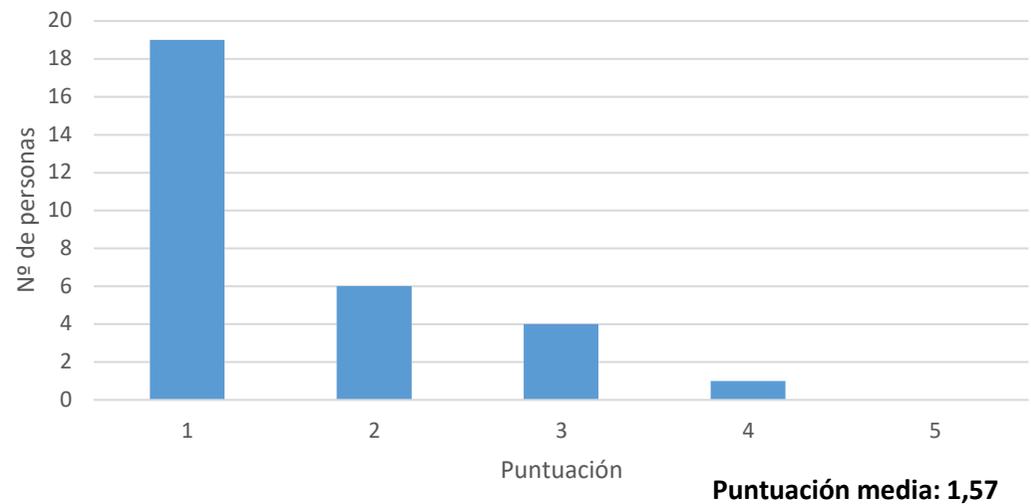
6. Pensé que hay demasiada inconsistencia en Colapso Energético.



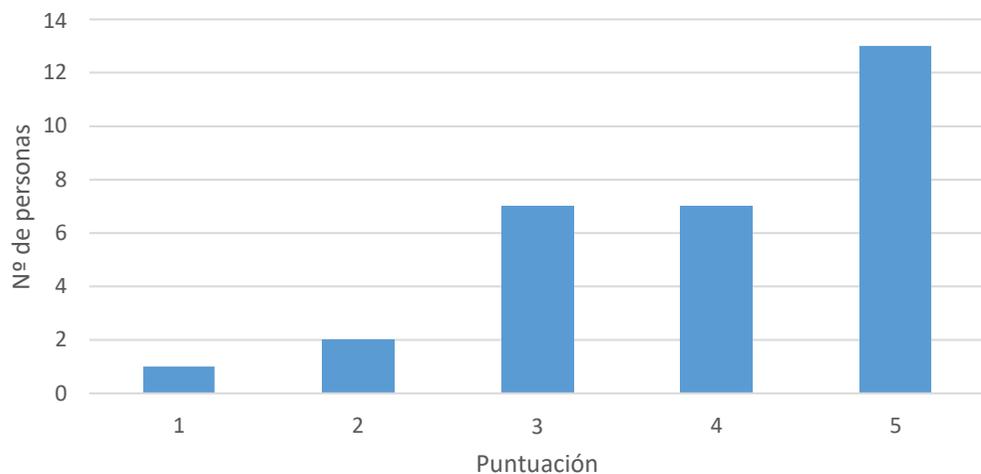
7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar Colapso Energético muy rápidamente.



8. Encontré Colapso Energético muy engorroso (incómodo) de usar.

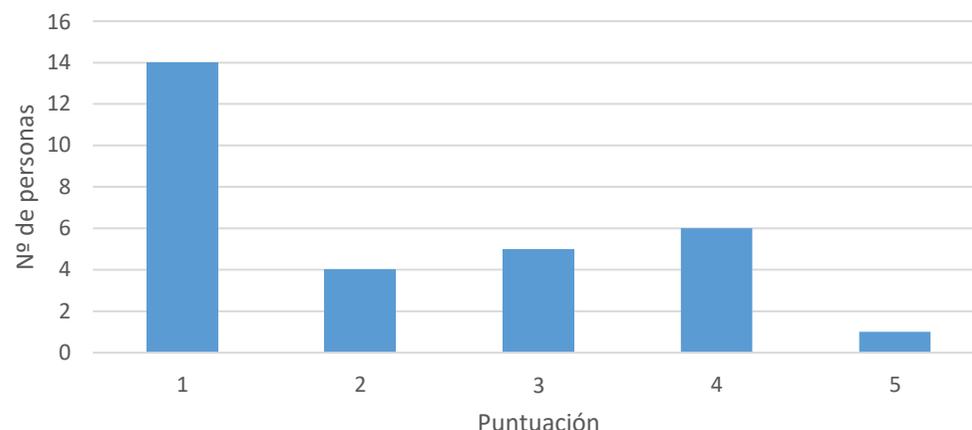


9. Me sentiría muy seguro usando Colapso Energético.



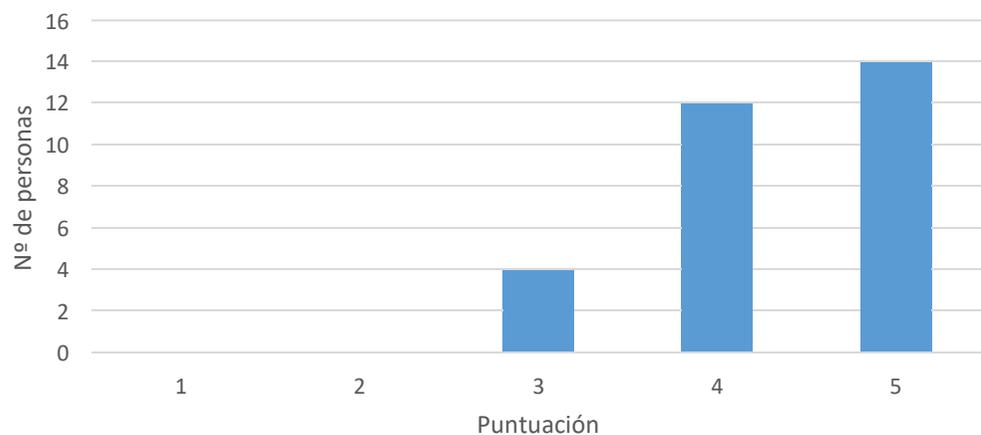
Puntuación media: 3,97

10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de empezar con Colapso Energético.



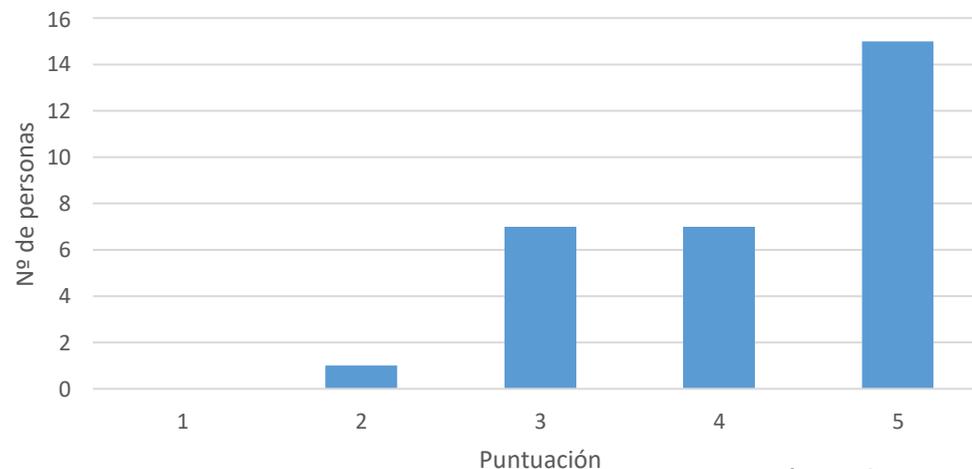
Puntuación media: 2,20

11. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado desarrollar su pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.



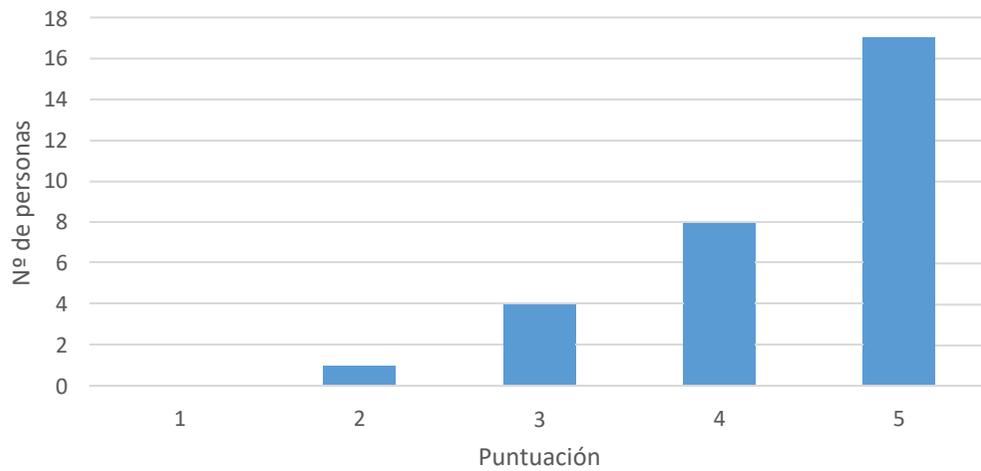
Puntuación media: 4,33

12. El empleo de Colapso Energético ayudará al alumnado en la elaboración de síntesis personales sobre los contenidos.



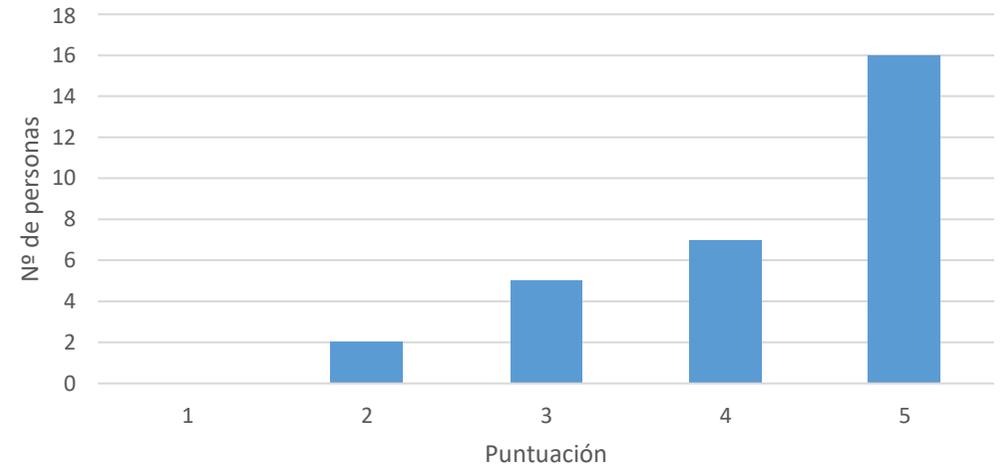
Puntuación media: 4,20

13. El empleo de Colapso Energético permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.



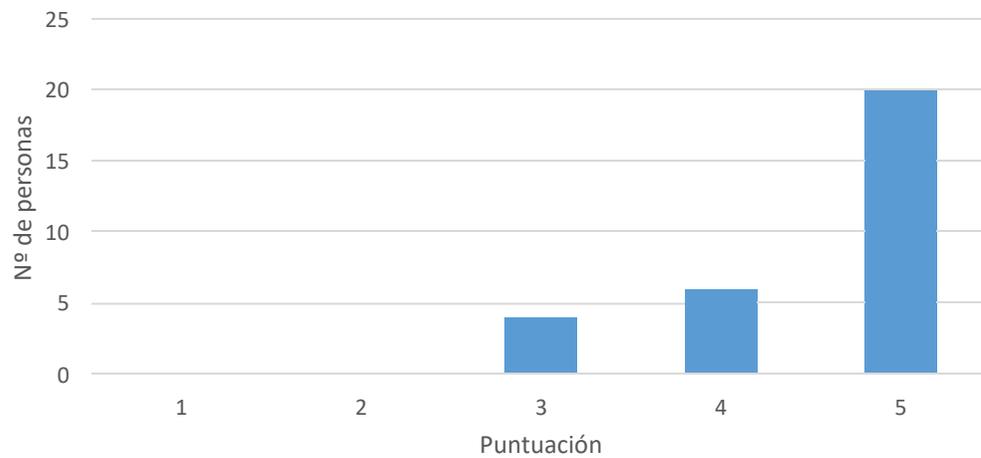
Puntuación media: 4,37

14. El empleo de Colapso Energético ayudará a resolver problemas prácticos.



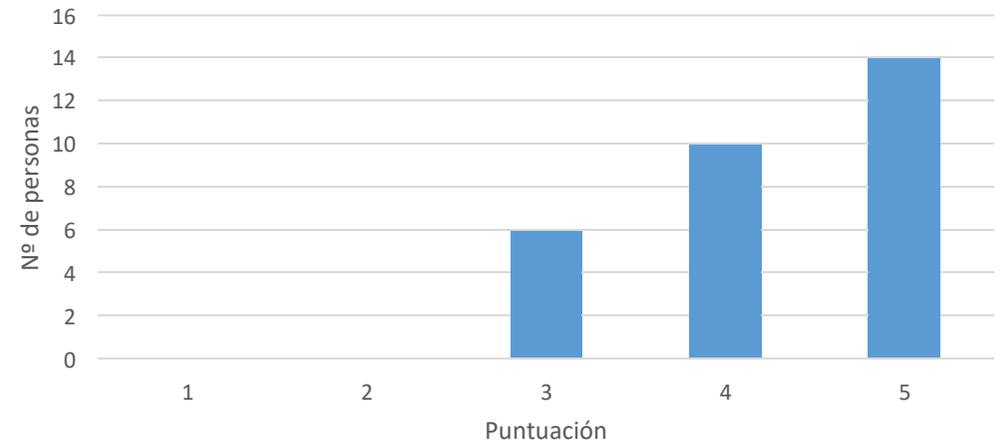
Puntuación media: 4,23

15. El empleo de Colapso Energético facilitará la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.



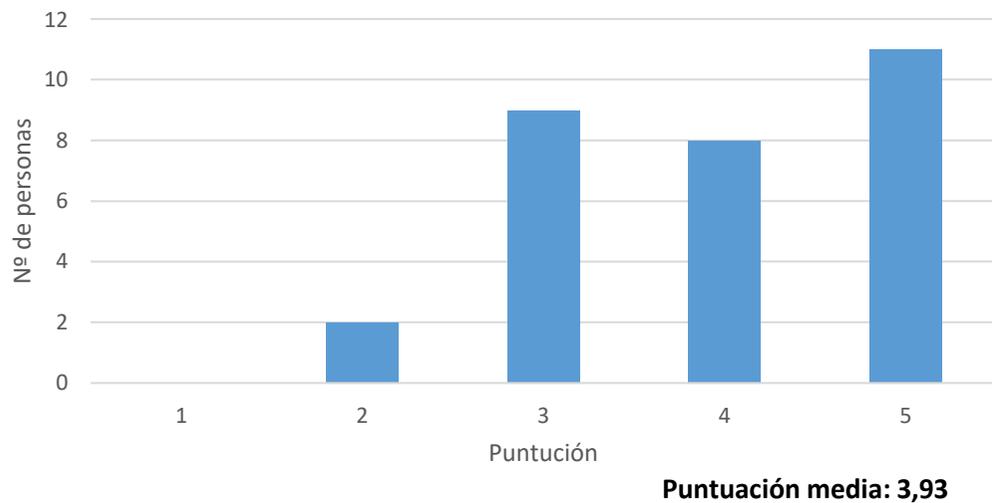
Puntuación media: 4,53

16. El empleo de Colapso Energético facilitará el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.

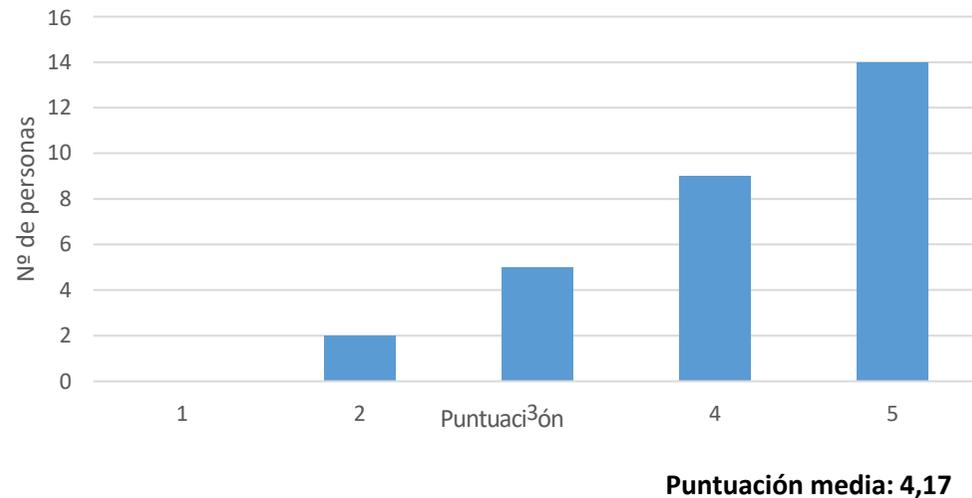


Puntuación media: 4,27

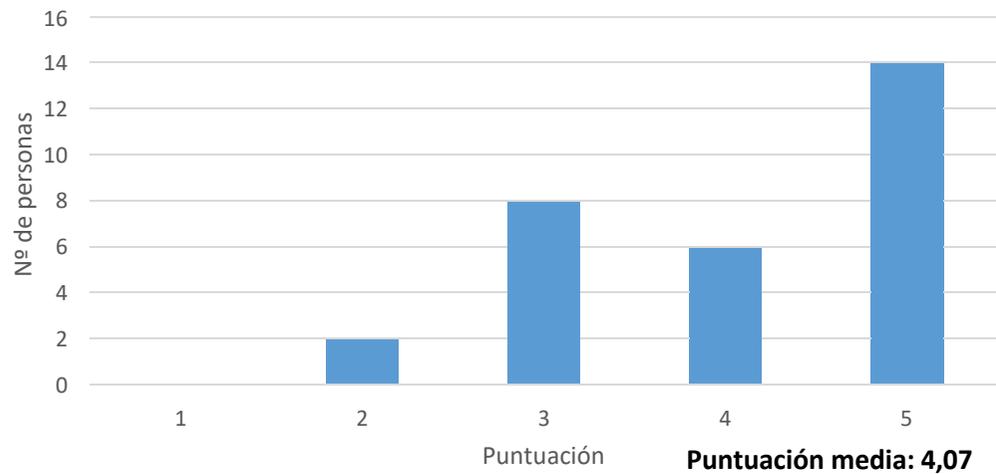
17. El empleo de Colapso Energético facilitará la memorización de los contenidos de la asignatura.



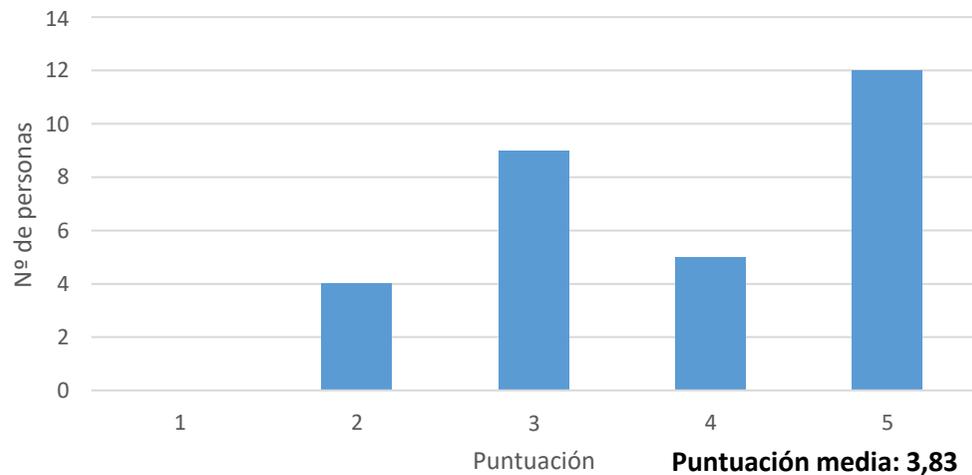
18. El empleo de Colapso Energético permitirá emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.



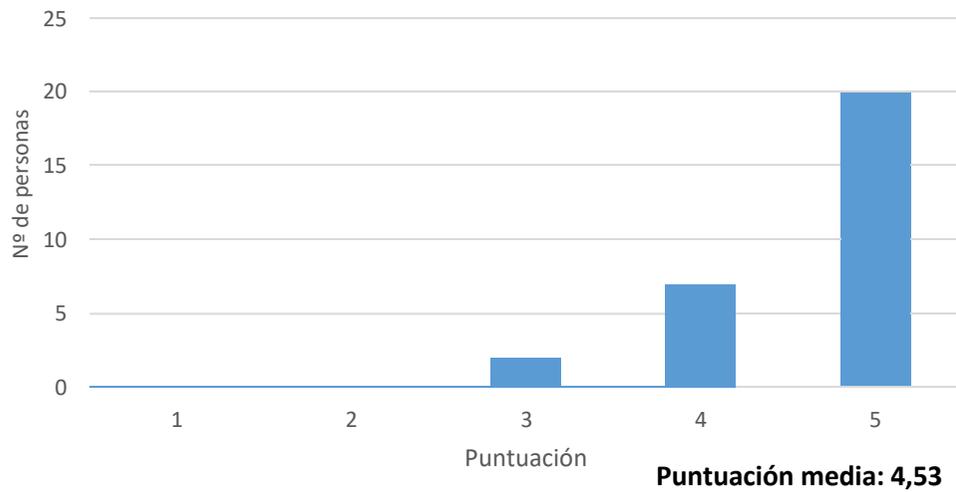
19. El empleo de Colapso Energético permitirá al alumnado autoevaluar su aprendizaje en la asignatura.



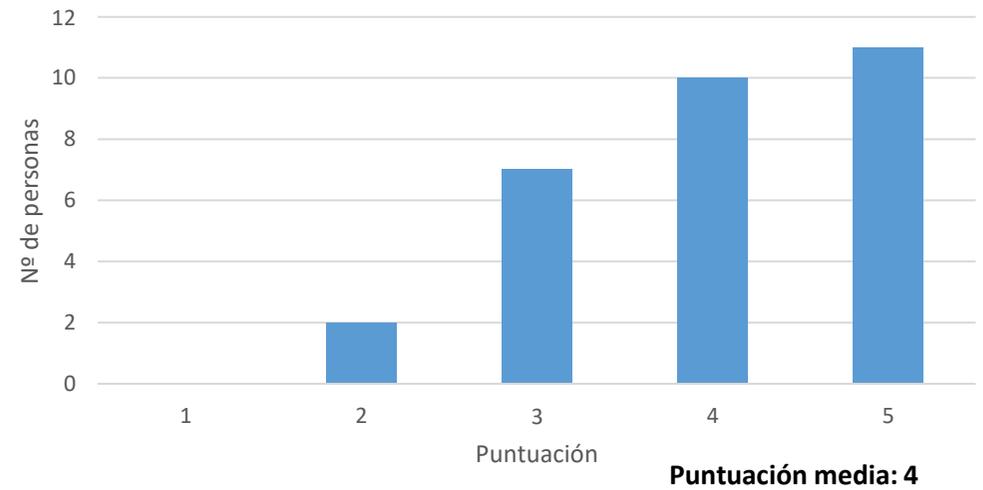
20. El empleo de Colapso Energético facilitará la organización del estudio.



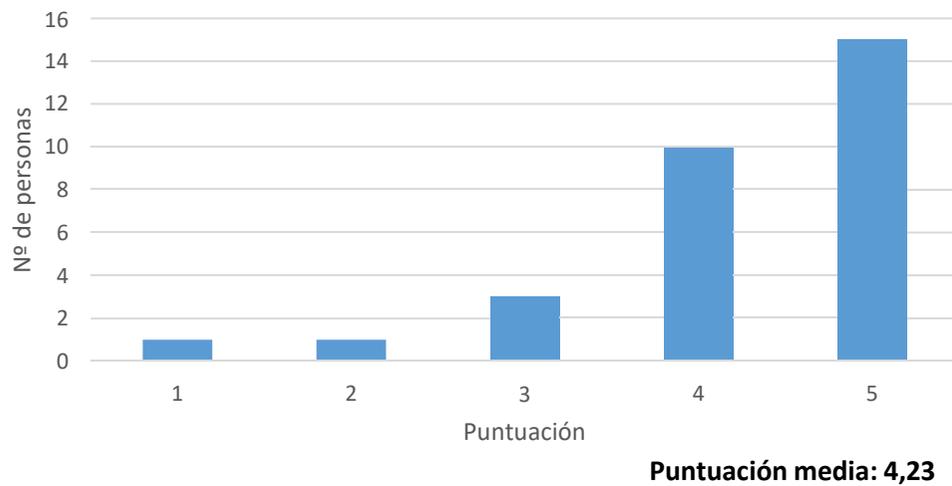
21. Creo que al alumnado le gustaría utilizar Colapso Energético para el estudio de la asignatura.



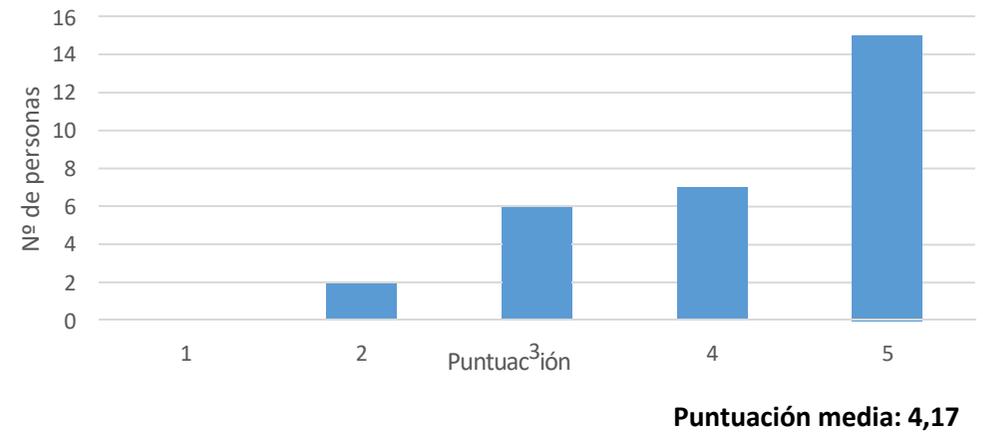
22. Gracias a Colapso Energético, como docente, conseguiré incorporar el juego a la enseñanza.

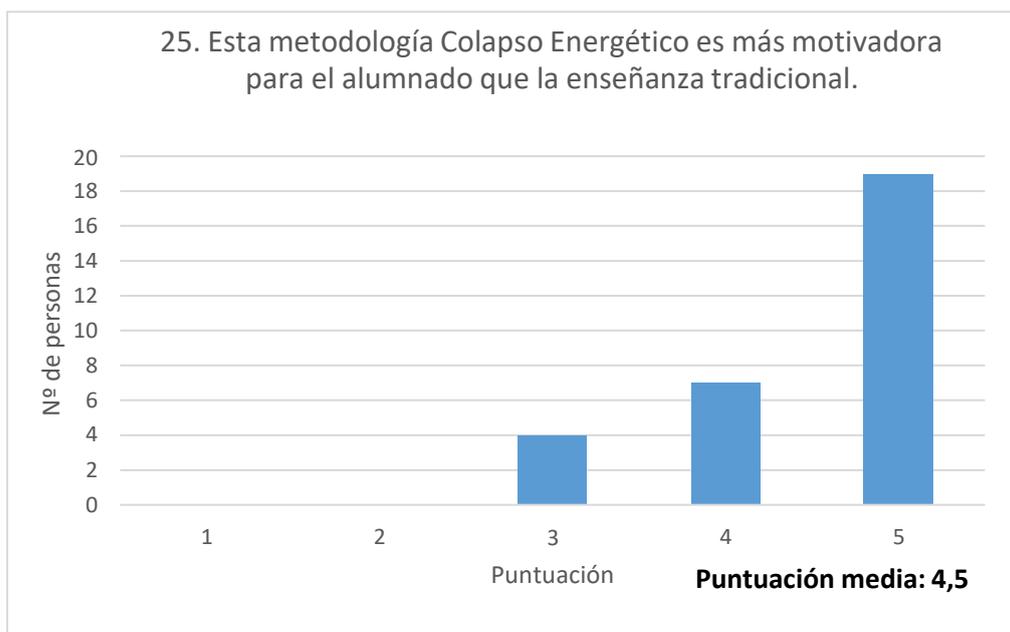


23. En el futuro me gustaría emplear Colapso Energético como docente.



24. Esta metodología de Colapso Energético es más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.





Anexo XXI. Competencias clave trabajadas en el juego

Durante el desarrollo del juego se trabajan diversas competencias clave como son:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL), donde las alumnas y alumnos desarrollan diversas habilidades de comunicación tanto mediante lenguaje escrito como oral, razonando las respuestas a las distintas preguntas de forma oral y tomando nota en el cuaderno de los conceptos trabajados. Además, se realizan lecturas en voz alta de diversos textos científicos.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), donde el alumnado razona conceptos y ejemplos, analiza gráficos y datos, y resuelve diversos problemas científicos que se van planteando a lo largo del juego.
- Competencia digital (CD), donde se desarrolla el empleo de recursos tecnológicos de forma responsable y segura, participando de forma autónoma en plataformas digitales, utilizando herramientas como son los códigos QR, videos y simulaciones digitales.
- Competencia para aprender a aprender (CPAA), trabajando en el juego la fomentación en los alumnos y alumnas para que aprendan y construyan por sí mismos los conocimientos, tratando que el aprendizaje sea significativo y eficaz, motivándose para aprender y desarrollando la curiosidad por conocer nuevos conceptos. Además, la competencia de aprender a aprender está relacionada con

el aprendizaje autorregulado, que el enfoque metodológico de esta propuesta educativa.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE), fomentando desarrollar la innovación y la creatividad, diseñando un plan e implementándolo acerca el uso racional de la energía y que puede realizar cada persona individualmente, realizar una evaluación y auto-evaluación y concienciarse sobre valores y habilidades para convertir ideas en actos.
- Competencias sociales y cívicas (CSC), trabajando la necesidad de desarrollar habilidades para comprender el bienestar mental y físico de cada persona y el entorno que nos rodea, desarrollando empatía y respeto, siendo consciente de la necesidad de cuidar el planeta entre todos realizando un uso racional de la energía. Además de trabajar en equipo desde el respeto hacia los demás, con empatía, justicia e igualdad.