

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE GAMIFICACIÓN PARA
LA ASIGNATURA ‘ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES’
DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

(Gamification project for the
‘Energy and Telecommunications’ course
of the University of Cantabria)

Para acceder al Título de

*Graduado en
Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación*

Autor: Adrian Díaz Fernández

Octubre - 2018



E.T.S DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

GRADUADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Realizado por: Adrián Díaz Fernández

Director del TFG: Jesús María Mirapeix Serrano

Título: “Proyecto de Gamificación para la asignatura “Energía y Telecomunicaciones” de la Universidad de Cantabria”

Title: “Gamification project for the subject “Energy and Telecommunications” of the University of Cantabria”

Presentado a examen el día: 11 de Octubre de 2018

para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

Composición del Tribunal:

Presidente (Apellidos, Nombre): Ruiz Robredo, Gustavo

Secretario (Apellidos, Nombre): Mirapeix Serrano, Jesús

Vocal (Apellidos, Nombre): Conde Portilla, Olga

Este Tribunal ha resuelto otorgar la calificación de:

Fdo.: El Presidente

Fdo.: El Secretario

Fdo.: El Vocal

Fdo.: El Director del TFG
(sólo si es distinto del Secretario)

VºBº del Subdirector

Trabajo Fin de Grado Nº
(a asignar por Secretaría)

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Resumen

Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación

por *Adrián Díaz Fernández*

La gamificación y las energías renovables son conceptos con los que, probablemente, conviviremos en un futuro próximo. Es de gran importancia que las actuales y futuras generaciones se formen adecuadamente a través de técnicas docentes remodeladas. Para esta remodelación la gamificación puede jugar un papel fundamental desarrollando nuevas técnicas y modelos de enseñanza a través de las mecánicas y dinámicas de los juegos.

Este proyecto se centra en la formación en las energías renovables. Entre los aspectos tratados en esta parte de la asignatura de “Energía y Telecomunicaciones”, están la situación actual de las energías renovables en el mundo, el posible agotamiento de los combustibles fósiles, el cambio climático (antropogénico), las tecnologías de acumulación de energía a gran escala y, por supuesto, los fundamentos de tecnologías renovables clave como la solar fotovoltaica o la eólica.

Precisamente, el objetivo principal de este proyecto se centra en la unión de los conceptos de gamificación y energías renovables para lograr una adecuada formación de los alumnos reforzando el proceso de aprendizaje. Este procedimiento se llevará a cabo en las aulas de la Universidad de Cantabria mediante el desarrollo de dos actividades o juegos que tendrán participación en la asignatura de “Energía y Telecomunicaciones” impartida en el Grado Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones. De esta forma, el objetivo que en el proyecto se plantea se soluciona basándose en la unión de los dos conceptos planteados.

Palabras clave — Gamificación, Energías Renovables, Unity3D, Alta Tensión, Kahoot!, “C#”

UNIVERSITY OF CANTABRIA

Abstract

Degree in Telecommunication Technologies Engineering

by *Adrián Díaz Fernández*

Gamification and renewable energies are concepts which we probably live in the near future. It is of great responsibility that current and future generations will be adequately taught through remodeled teaching techniques. According to this remodeling, gamification plays a fundamental role in developing new teaching techniques and models through the mechanics and dynamics of games.

This project is focused on teaching of renewable energies. Among the aspects discussed in this part of the subject “Energy and Telecommunications”, are included the current situation of renewable energies in the world, the possible depletion of fossil fuels, climatic change (anthropogenic), large-scale energy accumulation technologies and, of course, the fundamentals of key renewable technologies such as solar photovoltaic or wind energy.

Finally, the main target of this project is focused on the relation of the gamification and renewable energies concepts to achieve an adequate education of students supporting the learning process. This procedure will be carried out in the University of Cantabria classrooms through the development of the activities, or games, that will have tested in the subject “Energía y Telecomunicaciones” taught in the Telecommunication Engineering degree. In this way, the target of the project is solved based on the union of the proposed concepts.

Key Words — Gamification, Renewable Energies, Unity3D, “Power Grid”, Kahoot!, “C#”

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Estructura del Trabajo

Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación

por *Adrián Díaz Fernández*

Este trabajo puede dividirse, desde un punto de vista de contenido, en tres partes: introducción del concepto de la gamificación y definición de sus elementos, breve revisión actual de las energías renovables y por último, diseño de actividades para reforzar el aprendizaje en la asignatura “Energía y Telecomunicaciones”. Las primeras dos partes compuestas de los Capítulos 1, 2 y 3 se dedican a la introducción y definición de los conceptos de gamificación y las energías renovables. Por otro lado, la parte del diseño de actividades y contribuciones se refleja en el Capítulo 4 acompañado de las conclusiones finales y líneas futuras del proyecto en el Capítulo 5. De esta forma, a continuación se describe de forma superficial el contenido de cada uno de los capítulos que conforman el trabajo, pertenezcan estos a la parte teórica o práctica:

► **Capítulo 1**

El primer capítulo se corresponde con la introducción y motivación que a llevado a realizar este proyecto. Asimismo, se resumen los objetivos de manera superficial que se pretenden conseguir por medio de técnicas de gamificación así como su introducción en las aulas universitarias.

► **Capítulo 2**

El segundo capítulo está destinado a la explicación del concepto de gamificación y todos los componentes y metodologías actuales que la componen. Se recorre mediante explicaciones diferentes técnicas empleadas actualmente y se finaliza con un ejemplo de gamificación en el Grado de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria.

► **Capítulo 3**

El tercer capítulo aborda el tema de la situación actual de las energías renovables a nivel global y nacional. Se detallan valores y resultados energéticos de los últimos años. También se realiza una investigación del estado actual de las principales tecnologías empleadas en la generación de energía de origen renovable.

► **Capítulo 4**

Este cuarto capítulo se dedica a confinar una relación de los conceptos explicados en los capítulos anteriores mediante la implementación de diferentes juegos y actividades para el refuerzo y apoyo del aprendizaje en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones del Grado Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria.

► **Capítulo 5**

Con este capítulo de conclusiones y líneas futuras se da por finalizado el trabajo. En él se detallan las conclusiones extraídas a partir del proceso de investigación llevado a cabo durante todo el proyecto así como de las soluciones proporcionadas en el último capítulo. Adicionalmente, se presentan algunas líneas de mejora futura para mejorar e implementar los servicios y soluciones presentados en este proyecto.

Agradecimientos

Debo agradecer en primer lugar el apoyo constante de mi tutor Jesús que cuando he tenido dudas o problemas me las ha resuelto prácticamente al instante. Debo destacar su disponibilidad, que es de admirar, permitiendo que nos reunamos varias veces y debatamos sobre las mejores opciones para el proyecto a la vez que involuntariamente me trataba de introducir al curioso mundo de su afición a los juegos de mesa. Le agradezco todo lo que me ha enseñado y motivado para llevar a cabo este peculiar proyecto.

También agradecer todo el apoyo a lo largo del curso a los profesores que durante estos 4 años he aprendido tanto de ellos. Ha sido un placer haber tenido la oportunidad de ser vuestro alumno.

Por supuesto, agradezco a mis amigos y compañeros por todo el apoyo que me han dado, por permitirme compartir esta etapa de mi vida con ellos y también, empujarme de alguna manera a llegar a ser la persona que soy hoy en día.

Finalmente, y no menos importante, agradecer a mi familia que me ha apoyado incondicionalmente desde que tengo uso de razón, educándome y dándome la posibilidad de haber llegado a esta etapa de mi vida en la que decidí hace 4 años realizar esta carrera y que involuntariamente han llegado a formar parte de este proyecto final de grado.

MUCHAS GRACIAS

Índice general

Índice general	I
Índice de figuras	III
Acrónimos	VI
1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.2. Objetivos	2
2. Gamificación y Educación	3
2.1. ¿Qué es la Gamificación?	3
2.2. Elementos típicos de Gamificación	6
2.3. Algunos ejemplos y ámbitos de Gamificación	7
2.4. Motivación: Intrínseca y Extrínseca	8
2.5. Gamificación en la educación Superior: Modelos para la gamificación de asignaturas	10
2.6. Ejemplo de Gamificación en el Grado de Telecomunicaciones (UC): Energías Renovables	14
3. Breve revisión actual de las energías renovables	18
3.1. Situación general a nivel global	18
3.2. Situación a nivel nacional	23
3.3. Revisión de las tecnologías renovables	27
3.3.1. Energía Hidráulica	27
3.3.2. Energía Eólica	28
3.3.3. Energía Solar	29
3.3.4. Biomasa	33
3.3.5. Geotermia	35

3.3.6. Energías derivadas del Mar	37
4. Contribuciones y diseño de juego como elemento complementario al proceso de aprendizaje en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones	42
4.1. Motivaciones y objetivos a conseguir	42
4.2. Punto de partida: Juego de mesa “Alta Tensión”	43
4.2.1. Objetivo del Juego	43
4.2.2. Componentes	43
4.2.3. Mecánica del Juego	44
4.3. Adaptación a la asignatura de Energía y Telecomunicaciones	50
4.4. Implementación y <i>Feedback</i> de los Alumnos	54
4.5. Solución a la propuesta anterior	56
4.5.1. Contexto del juego	56
4.5.2. Componentes y <i>set up</i>	56
4.5.3. Mecánica del Juego	58
4.5.4. Secuencia ejemplo del Juego	59
4.6. Demo digital del Juego	62
4.6.1. Introducción al entorno Unity3D	62
4.6.2. Código y asignación de funciones	63
4.6.3. Secuencia de la Demo	68
5. Conclusiones y líneas futuras	73
5.1. Evaluación del trabajo	73
5.2. Líneas de Mejora	74

Índice de figuras

2.1. Diferencias y similitudes de la Gamificación, el juego y los “serious games”	4
2.2. Relación entre los diferentes conceptos relacionados con el juego y sus objetivos de diseño	4
2.3. Elementos fundamentales de la gamificación	6
2.4. Pirámide de las Necesidades según Abraham Maslow	8
2.5. Modelo jerárquico SAPS	10
2.6. Diagrama de la Técnica ConcepTest	11
2.7. Transmisión bidireccional entre el profesor y los alumnos en el <i>Just in time teaching</i>	12
2.8. <u>Diagrama del modelo Team Based Learning (TBL)</u>	14
2.9. Plugin Level up! de Moodle.	15
2.10. Ejemplo de la pregunta del tema Introducción a las Energías Renovables	15
2.11. Ejemplo de la pregunta del tema Energía Eólica	15
2.12. Ranking de Puntos de Experiencia (XP) en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones del año 2016	16
3.1. Capacidad global de energía renovable 2007-2017 [1]	19
3.2. <u>Parte estimada de la energía renovable del TFEC en 2016</u>	20
3.3. <u>Consumo de Total Final Energy Consumption (TFEC) dividido en sectores</u>	21
3.4. <u>Evolución de la Dependencia energética de España periodo 2000-2016</u>	23
3.5. <u>Producción neta (GWh) España 2017 [2]</u>	24
3.6. Evolución de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO ₂) asociadas a la generación eléctrica peninsular (Mill.tCO ₂) [3]	25
3.7. <u>Potencia instalada (MW) España 2017 [2]</u>	25
3.8. <u>Evolución de la potencia instalada de energías renovables</u>	26
3.9. <u>Esquema Central Hidroeléctrica</u>	27
3.10. <u>Esquema Aerogenerador</u>	29
3.11. Captación de energía térmica de baja temperatura	30

3.12. Captación de energía térmica de media temperatura mediante heliostatos	31
3.13. Captación de energía térmica de alta temperatura. Central solar térmica	32
3.14. Parking comercial con tejavana cubierta de paneles fotovoltaicos	33
3.15. Esquema de uso doméstico de la biomasa	34
3.16. Esquema de una central geotérmica de reinyección. Fuente: <u>Energía Geotérmica</u> . .	36
3.17. Esquema Central Mareomotriz. Fuente: <u>Energía Mareomotriz</u>	37
3.18. Prototipo sistema Undimotriz en Santoña, localidad Cántabra [4]	38
3.19. Sistema de captación de energía Mareomotérmica. [5]	39
3.20. <u>Sistema de captación de energía de las corrientes marinas</u>	40
3.21. Esquema funcionamiento de una Central Osmótica [6]	41
4.1. Contenido del juego “Alta Tensión”	44
4.2. Tablero España “Alta Tensión”	45
4.3. Cartas centrales eléctricas	46
4.4. Fase Burocracia “Alta Tensión”	49
4.5. Tutoriales y reglas en la plataforma <u>Moodle</u> Unican	50
4.6. Web de creación de Kahoot!	51
4.7. Web de acceso a la actividad de Kahoot!	52
4.8. Ejemplo inicio de Sesión en Kahoot!	52
4.9. Ejemplo de actividad tipo “quizz” en Kahoot!	53
4.10. Opciones de respuestas durante actividad tipo quizz en Kahoot!	53
4.11. Alumnos durante la Partida “Alta Tensión”	54
4.12. El uso del Kahoot! es importante para el desarrollo de la actividad	55
4.13. Encuesta de la experiencia con la actividad	55
4.14. Preparación e inicio de la partida	59
4.15. Desarrollo de la partida	60
4.16. Fin de la partida	61
4.17. Interfaz de Unity3D	62
4.18. Menú Principal	68
4.19. Sala de Cartas Vacía	69
4.20. Primera Pregunta	69
4.21. Respuesta incorrecta	70
4.22. Respuesta Correcta	70
4.23. Entrega de Carta recompensa	71
4.24. Final de la Partida	71

4.25. Sala de Cartas parcialmente completa	72
5.1. Página de acceso a la plataforma	74
5.2. Página principal de la plataforma	75

Acrónimos

FC	Flipped Classroom
PI	Peer Instruction
JITT	Just in Time Teaching
TBL	Team Based Learning
XP	Puntos de experiencia
MDA	Mechanics-Dinamycs-Aesthetics
MDE	Mecánicas-Dinámicas-Estéticas
MDC	Mecánicas-Dinámicas-Componentes Estéticos
GW	Gigavatio
CO2	Dióxido de Carbono
TFEC	Total Final Energy Consumption
AIE	Agencia Internacional de la Energía
BGG	Board Game Geek

CAPÍTULO 1

Introducción

Este primer capítulo sirve como introducción del trabajo. Trataremos de contextualizar el tema principal el cual se detallará: implementar una metodología basada en la Gamificación sobre un grado superior de Ingeniería de Telecomunicaciones mediante un juego de mesa “híbrido” en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones. En este capítulo se explicará el contexto y los objetivos que tratamos de conseguir.

1.1. Contexto

Diversos expertos¹ aseguran que la educación tradicional se encuentra en un estado de crisis desde la educación primaria hasta las aulas universitarias debido a métodos de enseñanza obsoletos y desgastados.

La tecnología se ha desarrollado recientemente mucho más rápido que la docencia, dejando a las técnicas de educación obsoletas. Los conocimientos deben traspasarse de generación en generación y la forma de transmitirlos determinan el correcto aprendizaje de los mismos.

Los profesores cada vez se enfrentan más a alumnos de “natividad digital” con nuevos métodos de motivación basados en la tecnología actual para mantener la atención sus estudiantes.

Actualmente, en un constante crecimiento, los videojuegos se están convirtiendo en una de las formas más populares de entretenimiento para todas las edades y géneros. La mayoría de los videojuegos requieren que los jugadores aprendan y adquieran complejas habilidades por lo que se demuestra que promueven el desarrollo de habilidades y procesos cognitivos.

Las técnicas de gamificación aplicadas a la educación poseen el potencial de tener un rol cada vez más decisivo en la formación de las personas. Está demostrado que las estrategias de enseñanzas basadas en el juego contribuyen al desarrollo de competencias, tanto específicas como transversales, que al mismo tiempo generan motivación en las personas. Esta motivación facilita que las personas adquieran un nivel de conocimientos superior al de la enseñanza tradicional y de una forma más agradecida y amigable tanto como para el docente como para el alumno.

El ser humano se rige por el modelo esfuerzo-recompensa. Mediante los juegos y técnicas de gamificación se pretende conseguir que el esfuerzo del aprendizaje sea más entretenido y di-

¹ Alfredo Prieto Martín, Ruth S. Contreras Espinosa y Jose Luis Eguia, Carlos Lopez Ardao

vertido, sin darnos cuenta de que se obtienen constantes recompensas como es el aprendizaje y adquisición de conocimientos.

1.2. Objetivos

En este trabajo se presenta una implementación práctica de un modelo de gamificación aplicada en la docencia universitaria en el grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, en concreto, en la asignatura de “Energía y Telecomunicaciones”. Para ello se ha llevado a cabo la creación de actividades “híbridas” que combina educación y tecnología, especializándose en el tema de las energías renovables, energías fósiles y técnicas de almacenamiento de la energía así como su situación a nivel global y nacional.

El juego se presentará durante las sesiones docentes con la intención de mostrar una manera innovadora de reforzar el proceso de aprendizaje en las clases pero sin perder la verdadera esencia, la enseñanza a los alumnos.

Con estas actividades se persigue el aprendizaje por parte de los alumnos en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones, concretamente, en la parte de energías renovables. El juego contiene un banco de preguntas dirigidas a los jugadores donde se tratarán temas de energía eólica, solar, hidráulica, energías fósiles, almacenamiento de energía... así como ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Una de las actividades que se presenta viene acompañada de una demo digital, lo que acerca al alumno a la tecnología que hoy en día es una parte imprescindible de nuestras vidas.

La mecánica del juego es la de un juego de mesa tradicional combinada con las cuestiones de tipo “quiz” que aparecerán en los dispositivos de los alumnos o jugadores. La aplicación web permite mantener la interactividad de todos los jugadores durante todo el transcurso de la partida.

Para lograr la victoria en el juego, se requiere una cierta estrategia a desarrollar durante las partidas, además de los conocimientos para responder correctamente a las preguntas planteadas y poder seguir con la estrategia establecida por cada participante. Los jugadores deben de estudiar la manera de llegar a ser los vencedores de las partidas siendo recompensados finalmente, dependiendo de los resultados, con una bonificación (explicada más adelante) en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones.

Durante todo estos procesos, los jugadores habrán adquirido los conocimientos de las respuestas a las preguntas planteadas durante las partidas. Esto es el verdadero propósito de este proyecto, reforzar el aprendizaje a través de un juego, o en otras palabras, un ejemplo de gamificación aplicado a la educación.

CAPÍTULO 2

Gamificación y Educación

Este capítulo se dedicará a la explicación del concepto de gamificación junto con sus elementos típicos y algunos ejemplos para apoyar la definición. También dedicaremos un espacio para explicar los tipos de motivación en las personas y como se puede canalizar en un componente emocional imprescindible para que el aprendizaje resulte significativo. Para finalizar pondremos algunos ejemplos de los ámbitos actuales donde se usa la gamificación, más en concreto, algunos ejemplos de gamificación en las aulas universitarias.

2.1. ¿Qué es la Gamificación?

Podemos definir la gamificación como el uso de técnicas de juego en entornos no lúdicos como en nuestro caso, una Facultad de Ingeniería. No cabe duda que los juegos forman parte de nuestra cultura desde tiempos inmemoriales, y tienen una gran aceptación en todas las civilizaciones y culturas. El juego nos hace pensar, desarrollar estrategias, analizar situaciones, entornos y problemas para buscar soluciones, crear y ser creativos, todo con el objetivo de salir victoriosos.

La gamificación persigue la adquisición de conocimientos usando técnicas de juego y motivación con las personas, haciendo que se impliquen en las actividades a desarrollar y obteniendo una recompensa independientemente de los resultados obtenidos.

Gamificación y juego no son lo mismo. El juego es una actividad libre y voluntaria, que busca el entretenimiento del usuario y donde se puede ganar o perder. Por su parte la gamificación selecciona aquellas mecánicas y dinámicas del juego que se pueden aprovechar para desarrollar determinadas destrezas, entrenar en determinadas tareas o reforzar o cambiar comportamientos. Además la gamificación es un proceso activo donde nunca se pierde, porque realmente esta orientado a la práctica y mejora de un contenido o competencia. En definitiva, desarrolla experiencias con elementos de juego para progresar hacia un objetivo.

Igualmente, a diferencia del juego, la libertad para jugar no es tal aunque el proceso gamificado cuente con la flexibilidad para introducir elementos de azar que concedan esa falsa libertad que hace que el recorrido se convierta en un camino hacia el objetivo que se ha propuesto. La siguiente imagen resume las diferencias entre cada uno de esos conceptos de forma gráfica:



Figura 2.1. Diferencias y similitudes de la Gamificación, el juego y los “serious games”

Existen diversas figuras con las que la gamificación tiene similitudes, más en concreto, los “serious games”, el diseño gamificado, las simulaciones y los juegos. Para la explicación de dichos conceptos nos apoyaremos en la Figura 2.2.



Figura 2.2. Relación entre los diferentes conceptos relacionados con el juego y sus objetivos de diseño

Como hemos dicho antes, los juegos son actividades lúdicas con un objetivo único de entretenimiento. En ellos predomina el elemento diversión y de ellos se pueden derivar efectos colaterales como la socialización o capacidades motrices. En la representación de nuestro gráfico aparece en el cuadrante que se compone de jugabilidad y diversión.

En el cuadrante superior derecho tenemos los “serious games” o “juegos con un propósito”. La principal característica es que el elemento de entretenimiento se junta con un propósito normalmente educacional o formativo, es decir, en este tipo de juegos el elemento educacional es tan importante como el entretenimiento. También existen las simulaciones, que difieren poco de la categoría de “serious games”. En las simulaciones se trata de recrear mediante un juego, una situación que se produce en la vida real. Esto tiene como objetivo formar a los participantes en un entorno libre de riesgos.

En el diseño gamificado se utilizan elementos gráficos propios de los juegos. Se asume el riesgo de la simplificación, se trata de una gamificación menos presente, ya que a diferencia de esta los propósitos no son explícitos y organizados. Debido a sus objetivos el diseño gamificado se coloca en el cuadrante inferior izquierdo de nuestro gráfico.

La gamificación utiliza las técnicas de los juegos, sin ser un juego, para obtener un propósito. Estas características la hacen colocarse en el cuadrante superior izquierdo donde las técnicas con algún carácter de juego tienen un propósito específico.

La gamificación presenta beneficios en el campo educativo¹. Existe un aumento de la motivación por parte de los participantes y como consecuencia tienen una mayor inmersión en los contenidos a aprender. Se trata de un proceso activo donde el alumno es el protagonista de su propio aprendizaje. Mediante ciertas motivaciones el aprendizaje resulta significativo y facilita el entrenamiento de cuestiones complicadas. Se convierte en un método integral, que permite la implementación paralela de otras metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos y problemas, el aprendizaje colaborativo o cooperativo... El fracaso se contempla como un paso más hacia el aprendizaje, por lo que fomenta la iniciativa y el emprendimiento. La gamificación atiende a la diversidad del aula proporcionando un entorno seguro donde explorar y donde dará lugar a inferencias en la vida real. También se planifica en función de los participantes con los que se cuenta y se establecen distintos niveles en función a las habilidades de cada uno.

A pesar de los beneficios que reporta la gamificación podemos encontrarnos con algún inconveniente. Por un lado, el coste inicial de recursos humanos y materiales es elevado. La planificación lleva un tiempo que generalmente los docentes no tienen. En cualquier caso, resulta similar a la programación de las clases rutinarias y, por tanto, con la práctica y optimización se reduce significativamente este coste. Además, el mundo de la gamificación cuenta con numerosas comunidades de aprendizaje muy activas que facilitan la formación en este tipo de técnica. Por otro lado, el efecto del juego puede dar lugar a una mala interpretación de los objetivos y convertirlo en un simple juego, cuando, en realidad, hay un claro objetivo didáctico en el. Se deben marcar claramente los límites hacia los participantes y enfocar la actividad como lo que es, un proceso de aprendizaje en el que se han incluido elementos y estrategias propios a los juegos.

¹“Gamificación en el Aula”

2.2. Elementos típicos de Gamificación

Para entender los elementos que forman los pilares de la gamificación, se han desarrollado varios marcos enfocados formalmente para la comprensión de juegos. Todos estos marcos denominados con siglas Mechanics-Dynamics-Aesthetics (MDA), Mecánicas-Dinámicas-Estéticas (MDE), Mecánicas-Dinámicas-Componentes Estéticos (MDC)... al final siempre tienen los tres componentes básicos. Con estos marcos se realiza un enfoque formal para la comprensión de los juegos que trata de cerrar la brecha entre el diseño y desarrollo del juego, crítica del juego, y la investigación técnica del juego. Se cree que con esta metodología se aclarará y fortalecerá los procesos iterativos de desarrolladores, académicos e investigadores por igual, haciendo más fácil para todas las partes descomponer, estudiar y plantear una amplia clase de diseños y dispositivos de juego.

En nuestro caso, nos centraremos en el marco MDC (Mecánicas-Dinámicas-Componentes Estéticos). Este marco lo forman estos tres elementos fundamentales. Podemos ver estos elementos formando una estructura piramidal dependiendo si el elemento es táctico o conceptual.

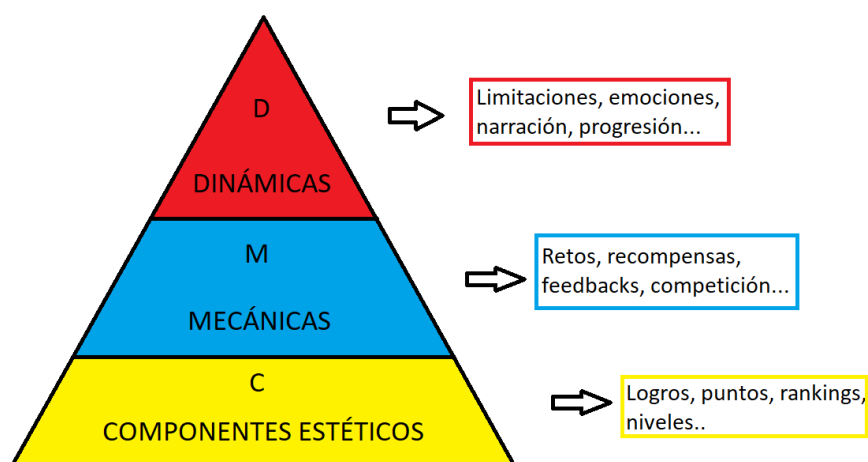


Figura 2.3. Elementos fundamentales de la gamificación

El elemento de las **dinámicas** son el concepto y la estructura implícita del juego. Las dinámicas entran en contacto directo con la respuesta emocional de los jugadores y su interacción con el sistema de juego. Serán las emociones de la audiencia las que favorecerán el aprendizaje y es un factor a tener en cuenta si queremos tener éxito. Es importante realizar una profunda reflexión sobre el elemento emocional, averiguar que tipo de motivación es la mejor para los participantes.

Las **mecánicas** son los procesos que provocan el desarrollo del juego y que describen los componentes particulares del juego, a nivel de representación de datos y algoritmos. Pueden ser de distintos tipos:

- **Mecánicas sobre el comportamiento:** Se centran en el comportamiento y la psicología humana.
- **Mecánicas de retroalimentación:** Se relaciona con el ciclo de retroalimentación en la mecánica del juego, es decir, lo que nos hace continuar con el juego.
- **Mecánicas de progresión:** Se trata de acumulación de habilidades, bonos y características a lo largo de la partida.

Los **componentes estéticos** son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: avatares, insignias, puntos, colecciones, rankings, niveles, equipos, bienes virtuales, etc. Los componentes estéticos más populares son los puntos e insignias. Cabe destacar que los elementos no son el juego, lo que hace el juego es cómo estos elementos se entrelazan para que el jugador se divierta y aprenda.

Para resumir los componentes básicos de la gamificación hacemos referencia a esta fórmula:

$$\text{Gamificación} = \text{Fidelidad} + \text{Implicación} + \text{Entretenimiento}$$

- **Fidelidad:** Se trata de buscar participantes recurrentes que participen de manera regular en las actividades que se crean.
- **Implicación / Interacción:** Se busca que los usuarios se impliquen en nuestra actividad y participen en la misma. El participante deja de ser un usuario pasivo, y se convierte en parte del proceso o actividad. Las acciones de los participantes tienen respuesta por parte del proceso, lo que provoca nuevas acciones sucesivas de dichos participantes.
- **Entretenimiento:** Con el objetivo de conseguir la implicación y motivación de los participantes, se intentan crear actividades con carácter lúdico de manera que los participantes vean el proceso no como una obligación si no como una fuente de satisfacción.

2.3. Algunos ejemplos y ámbitos de Gamificación

La gamificación no tiene ningún ámbito en concreto y puede aplicarse a casi todo tipo de procesos. De hecho, cada día surgen nuevos ejemplos de éxito en ámbitos totalmente insospechados. No obstante, sí que existen algunos frecuentes donde la gamificación es más habitual:

- **La educación:** En la educación cada vez es más frecuente que se practiquen técnicas de gamificación. Con las nuevas generaciones de profesores aparecen nuevas técnicas para encontrar las motivaciones en aspectos variados de los alumnos desde colegios de enseñanza básica hasta en centros universitarios.
- **Mundo laboral:** Se utilizan técnicas de gamificación para aumentar la motivación de los empleados y como consecuencia, su productividad. Se beneficia tanto la empresa como a los empleados ya que se puede salir de la rutina mediante diferentes técnicas.
- **Fomentar el consumo:** Debido a la competencia las empresas físicas y digitales han hecho uso de técnicas de juego para conseguir una diferenciación y llegar a los consumidores.
- **En la sociedad:** También en las calles de una ciudad, pueblo, playas... en la sociedad en general se utilizan técnicas para aumentar la motivación a realizar algunas acciones para beneficio tanto del participante como de la sociedad. Un ejemplo es "The dancing traffic light".¹

¹"The dancing traffic light"

2.4. Motivación: Intrínseca y Extrínseca

Antes de empezar este apartado vamos a realizar una breve introducción para describir las necesidades humanas. Para esta descripción nos apoyaremos en la teoría psicológica de Abraham Maslow. Este psicólogo desarrolló una pirámide para explicar las necesidades del ser humano y su importancia.



Figura 2.4. Pirámide de las Necesidades según Abraham Maslow

La pirámide de Maslow explica la jerarquía de las necesidades humanas. Esta teoría defiende que conforme se satisfacen las necesidades más básicas (la parte más baja de la pirámide) los seres humanos desarrollan necesidades y deseos más elevados (parte alta de la pirámide). Esta pirámide se compone de 5 niveles, de más bajo a más alto:

1. **Necesidades Fisiológicas:** Alimentación, respiración, descanso, sexo...
2. **Necesidad de Seguridad:** Seguridad Física, de empleo, de recursos, moral, familiar, de salud, propiedad privada...
3. **Necesidad de Pertenencia y Amor:** Necesidad de pertenecer a un grupo y ser aceptado socialmente. Amistad, afecto, intimidad sexual...
4. **Autoestima:** Autorreconocimiento, confianza, respeto, éxito...
5. **Plenitud:** Escalón más alto donde tenemos capacidades plenas como la moralidad, creatividad, espontaneidad, falta de prejuicios, aceptación de hechos, resolución de problemas...

En este proyecto tendremos en cuenta la importancia de esta teoría que está estrechamente vinculada a las maneras de motivar a las personas.

Motivar, en el ámbito docente, es despertar la pasión y el entusiasmo de las personas para contribuir con sus capacidades y talentos al objetivo colectivo, es decir, el refuerzo del aprendizaje. Si se quieren utilizar técnicas de gamificación, necesitamos conocer las claves de las motivaciones para poder diseñar actividades que llamen la atención a los distintos tipos de participantes.

Cuando hablamos de motivación debemos destacar dos tipos, intrínseca y la extrínseca: [7]:

- La **motivación intrínseca** es la que nos impulsa a realizar acciones por el simple gusto de hacerlas, por satisfacción personal, y sin necesidad de un refuerzo, e decir, la propia ejecución de la tarea es una recompensa.
- La **motivación extrínseca** se da cuando el motivo que impulsa a la persona a realizar la acción es algo externo, bien de forma positiva o negativa. En gamificación se materializa con las recompensas externas (calificaciones, medallas, insignias, premios, etc). El interés, al contrario que la motivación intrínseca, no está en realizar la acción, sino en el beneficio a corto, medio o largo plazo. El refuerzo y el castigo son las técnicas más usadas para motivar extrínsecamente.

Dentro del aprendizaje significativo, la motivación intrínseca es imprescindible mientras que la motivación extrínseca es usada para reforzar dicho aprendizaje.

Existen diversas teorías sobre motivación y sus tipos que ayudan a describir cada uno de los elementos que las forman, en este proyecto, describiremos algunas de ellas:

- **El modelo ARCS** [8] diseñado por John M. Keller expone como características principales para motivar:
 - Atención: Se puede lograr incentivando la curiosidad a través de la incorporación de elementos sorpresa o de incertidumbre.
 - Relevancia: Incorporar los intereses y necesidades de los participantes, para que hagan de la actividad, su propia experiencia.
 - Confianza o seguridad: Es importante que los participantes se sientan cómodos en la resolución de ese conflicto, conociendo los objetivos y requisitos previos y proporcionando el feedback adecuado que les haga sentir exitosos.
 - Satisfacción: La experiencia debe ser gratificante y eso se consigue proponiendo retos asequibles para todos los tipos de participantes de acuerdo a sus habilidades.
- **El modelo RAMP** de la motivación intrínseca resume en cuatro los elementos motivadores clave que pueden usarse como base del sistema gamificado: [7]:
 - Relaciones: Deseo de estar conectado con otros, de ser reconocido socialmente, pertenecer a un grupo... equivale al 3 nivel de la pirámide de Maslow. Figura 2.4.
 - Autonomía: Es importante conceder cierta flexibilidad al jugador, que no sienta que está totalmente controlado o dirigido.
 - Maestría o Competencia: Proceso de adquirir destreza o competencia en algo a través de logros o hitos intermedios. Es importante para el jugador sentir que su habilidad aumenta en proporción directa al nivel de desafío, también es interesante que se conozca hasta donde puede llegar cada participante.
 - Propósito o Sentido: Es la necesidad de dar un sentido a lo que estamos realizando con nuestra actividad. El jugador quiere sentir que existe una razón y que puede tener un significado mayor.

- **El modelo SAPS** de la motivación extrínseca: Se identifican cuatro tipos de recompensas de tipo extrínseco, ordenadas según la prioridad de los jugadores en los estudios realizados por Zichermann y Cunningham. [7]. Este modelo se conoce como SAPS (por sus iniciales en inglés):



Figura 2.5. Modelo jerárquico SAPS

- Prestigio (Status): Una posición con respecto a otros jugadores otorga respeto, autoridad...
- Acceso (Access): Acceso a información, contactos, recursos y elementos a los que otros no tienen acceso.
- Poder (Power): Es la capacidad de ejercer poder de algún tipo sobre otros jugadores, o de disfrutar de algún tipo de ventaja.
- Cosas (Stuff): Recompensas que pueden ser tangibles o no.

La motivación es un factor de gran importancia para la gamificación. Saber conectar con los participantes es imprescindible para que el aprendizaje de conocimientos sea significativo.

2.5. Gamificación en la educación Superior: Modelos para la gamificación de asignaturas

A día de hoy, estudios demuestran [9, 10] que los alumnos dedican menos tiempo del que deberían al estudio y al trabajo autónomo invirtiendo mucho tiempo en clase a escuchar “tediosas” explicaciones que simplemente se memorizan para aprobar los exámenes.

Expertos ¹ denuncian las ponencias donde los profesores utilizan una presentación de diapositivas y simplemente se dedican a explicar lo mismo y de la misma manera año tras año. Asegura que los estudiantes llegan a cansarse de la monotonía de las clases, sin disfrutar de lo que hacen y como consecuencia, no absorbiendo los conocimientos de una manera significativa.

¹ Alfredo Prieto Martín en su blog [Profesor3.0](#) y Alfredo Prieto Martín, David Díaz Martín, Jorge Monserrat Sanz, Eduardo Reyes Martín en [este artículo](#).

Para mejorar el aprendizaje se ha desarrollado el modelo **Flipped Classroom (FC)**. Mediante este modelo se transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera de las clases y utiliza el tiempo de clase para potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula. (Flipped classroom)

Este modelo logra un mayor compromiso por parte del alumno y profesor para conseguir mejorar los resultados del aprendizaje.

Se disponen de numerosas herramientas con coste prácticamente nulo¹ con las que los profesores podrán realizar una implementación de este modelo. Con estas actividades fuera de el aula, los alumnos se introducirán en el contenido del temario de la asignatura antes de ser impartido en clase con lo que el docente tendrá más tiempo en las clases para dedicarlo a breves explicaciones, dudas, discusiones y otro tipo de actividades para potenciar la adquisición de conocimientos. Mediante este modelo, los alumnos son los protagonistas activos de las aulas participando y aportando un *feedback* instantáneo a los docentes.

Se han desarrollado varios métodos para incrementar la participación en las clases docentes.

El primer método que se presenta se conoce como **Peer Instruction (PI)** o instrucción por pares. PI es una estrategia de enseñanza en la que dos o tres alumnos discuten y explican su forma de pensar en relación a un tema concreto. El objetivo de este método es la comprensión más profunda del tema o problema de la discusión. Mediante este conflicto los alumnos logran interiorizar y recordar el concepto produciendo, en definitiva, un aprendizaje de más calidad.

Un ejemplo de una sesión de aprendizaje con PI y ConcepTest podría ser el siguiente²:

1. Primero realizamos una breve explicación del concepto en clase de unos 5-10 minutos
2. A continuación, realizamos un test para valorar el nivel de conocimientos de los estudiantes utilizando herramientas como Socrative, Kahoot...
3. Por último, según los resultados del test de conceptos, podemos actuar de diferentes maneras en función del porcentaje de aciertos:



Figura 2.6. Diagrama de la Técnica ConcepTest

¹correo electrónico, videos, pdfs, plataformas tipo quiz....

²<https://www.theflippedclassroom.es/peer-instruction-y-concept-test-una-buena-combinacion/>

En el diagrama de la figura 2.6 se representan 3 tipos de acciones en función del porcentaje de acierto:

- Porcentaje Acierto $<30\%$: Se debe volver a repasar el concepto de la explicación, trabajando más sobre los ejemplos, explicaciones e ilustraciones.
- Porcentaje Acierto $30-70\%$: Se iniciaría una actividad del tipo PI para que los estudiantes dialogando, se replanteen sus respuestas. Al final de esta actividad se realizaría una breve explicación y se continuaría con el temario.
- Porcentaje Acierto $>70\%$: Se volvería a repasar brevemente la explicación y pasaríamos al siguiente tema.

Otro método que se tiene presente en las aulas universitarias es **Just in Time Teaching (JITT)**. Es una técnica que combinada con **FP!** (**FP!**) utiliza retroalimentación entre las actividades del aula y el trabajo que realiza el alumnado en casa para preparar la sesiones que se dan en el aula. Por medio de cuestionarios de comprobación el profesor recibe información justo a tiempo de los problemas de comprensión de sus alumnos. Con los resultados de los cuestionarios el profesor rediseña su clase en función de las dudas y demandas.

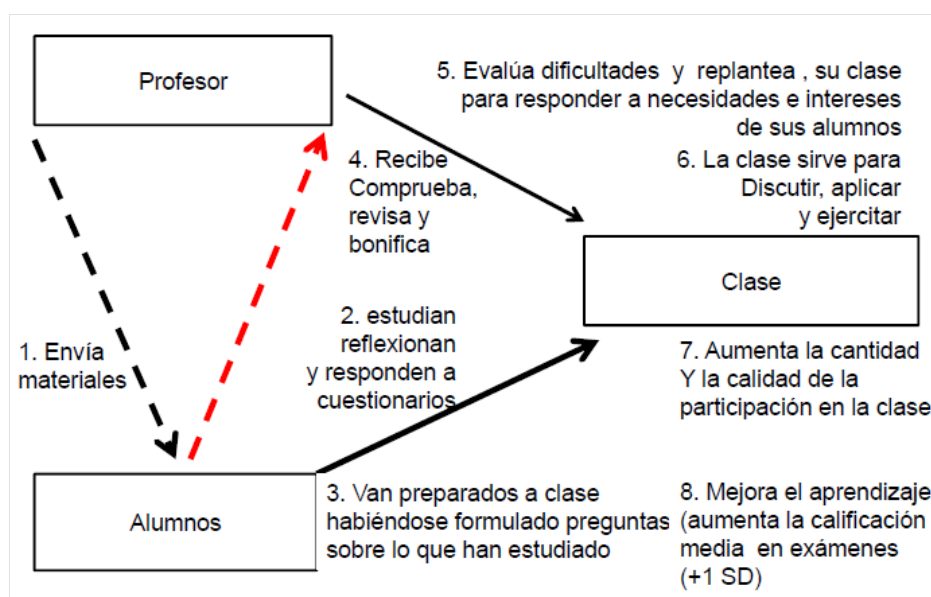


Figura 2.7. Transmisión bidireccional entre el profesor y los alumnos en el *Just in time teaching*.

En la figura 2.7 podemos ver la implementación práctica del modelo JITT. El profesor diseña unas actividades y las envía a sus alumnos antes de la clase. Los alumnos realizan las actividades y plantean dudas y preguntas al profesor. El profesor evalúa y replantea la clase para cubrir las necesidades planteadas por sus alumnos. Existe una retroalimentación colectiva donde el profesor crea una lista con las preguntas urgentes de cada alumno que necesitan respuesta temprana, las responde y envía las respuestas a la lista de correos electrónicos de sus alumnos.

Según la experiencia de los expertos, este método aumenta la cantidad y calidad de la participación en clase a la vez que mejora el aprendizaje.

Por último en este proyecto se presenta el modelo **Team Based Learning (TBL)**, un método de aprendizaje basado en el pensamiento. Es un método de enseñanza activo centrado en el alumno al contrario que los métodos tradicionales que por lo general se centran en el profesor. TBL requiere una enseñanza de procedimientos para realizar ágilmente diferentes tipos de razonamientos “superiores” (toma de decisiones, comparar y contrastar, predecir, etc.), además de importantes rutinas de pensamiento (como escuchar con atención las ideas de los demás para aceptarlas, discutir y descartar). El profesor posteriormente solicita a los alumnos que utilicen dichas rutinas para reflexionar sobre los contenidos importantes que están aprendiendo. Se enseña a los alumnos a utilizar varias herramientas de pensamiento mientras participan en el TBL.

TBL consiste en un aprendizaje basado en equipos donde mediante el trabajo colaborativo se consigue la mezcla de la docencia tradicional con los beneficios del trabajo en pequeños grupos. Es factible de realizar en aulas numerosas y además no requiere más recursos docentes ni infraestructura extra para llevar a cabo este proceso. [11]

Para implantar este método el profesor debería dedicar mayor tiempo en la planificación didáctica general y en la preparación de las actividades TBL de cada una de las unidades del curso. En concreto, el docente se debería centrar en:

- Selección del material de lectura orientado hacia los aprendizajes del contenido de la asignatura.
- Elaboración de pruebas cortas para retroalimentar estos aprendizajes.
- Acortamiento del número y tiempo total dedicado a las clases tradicionales, dejando para estas, los temas más complejos y relevantes.
- Preparación de casos y problemas prácticos a ser resueltos por los equipos de alumnos en clases.

Con estos requisitos se pretende gestionar la carga de trabajo de los alumnos para forzar en el aula y con los equipos de estudiantes, la aplicación de conocimientos para la resolución de problemas prácticos y significativos, alineados con los resultados de aprendizaje del curso. Se trata de que los alumnos queden inmersos en la práctica, con una secuencia específica de trabajo que se inicia con actividades individuales antes de clase, luego se continua en el aula con el desarrollo de pruebas individuales y grupales sobre las actividades. Después se resuelven dudas y se realiza una breve explicación de conceptos seguida finalmente por el desarrollo en el aula de actividades de aplicación a lo aprendido, como un pequeño test o prueba para verificar que los conceptos se han entendido.

La estructura TBL típica incluye: ¹

1. Proceso de aseguramiento del aprendizaje inicial que incluye:

- a) Lecturas pre-clase
- b) Prueba individual de Aseguramiento de Aprendizaje inicial
- c) Prueba grupal de Aseguramiento de Aprendizaje inicial
- d) Apelación grupal de las respuestas incorrectas
- e) Una breve explicación de los conceptos

2. Actividades de Aplicación y resolución de problemas

¹<https://portafolioareapedagogia.files.wordpress.com/2013/06/tbl-apzbasadoequipos.pdf>

En la figura 2.8 podemos observar el diagrama del modelo TBL con los procesos que lo componen:

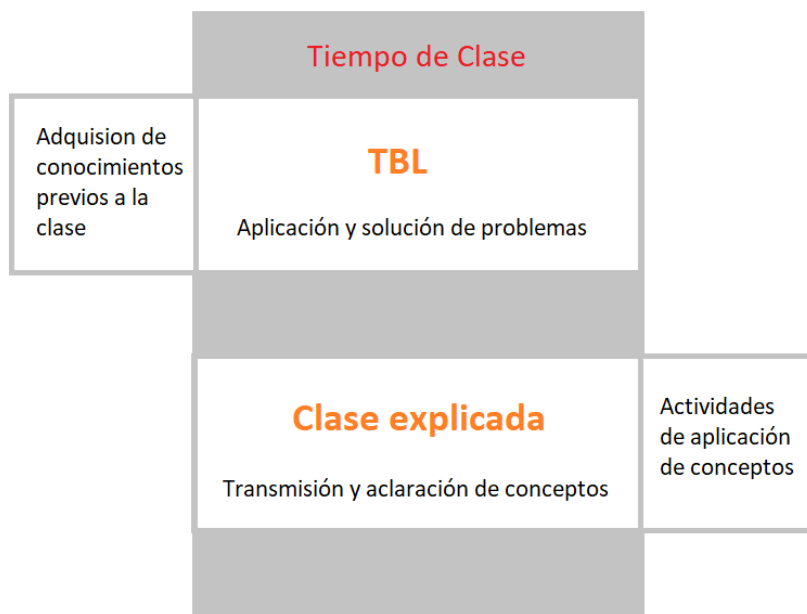


Figura 2.8. Diagrama del modelo TBL

Se ha demostrado [11, 12] con el modelo TBL la mejora del proceso de aprendizaje de los estudiantes, realizando un trabajo en grupos que promueve una frecuente retroalimentación entre pares, y cuando el funcionamiento de los grupos es efectivo se permite responder a más altos desafíos que lo que se logra normalmente con el trabajo individual.

2.6. Ejemplo de Gamificación en el Grado de Telecomunicaciones (UC): Energías Renovables

Este último apartado del capítulo 2 se dedicará a la descripción del ejemplo de gamificación que se está usando en la asignatura Energía y Telecomunicaciones, concretamente, en la parte de Energías Renovables. Esta parte de la asignatura a fecha de la presentación de este proyecto es impartida por el profesor Jesus Mirapeix.

En esta parte de la asignatura se utilizan técnicas de gamificación como TBL, FP!, PI y JITT explicados en el apartado anterior.

El profesor se apoya en la plataforma “**Moodle**” que utiliza la universidad ayudándose del plugin **LevelUp!**. Con este servicio la plataforma permite calificar a los alumnos con XP.

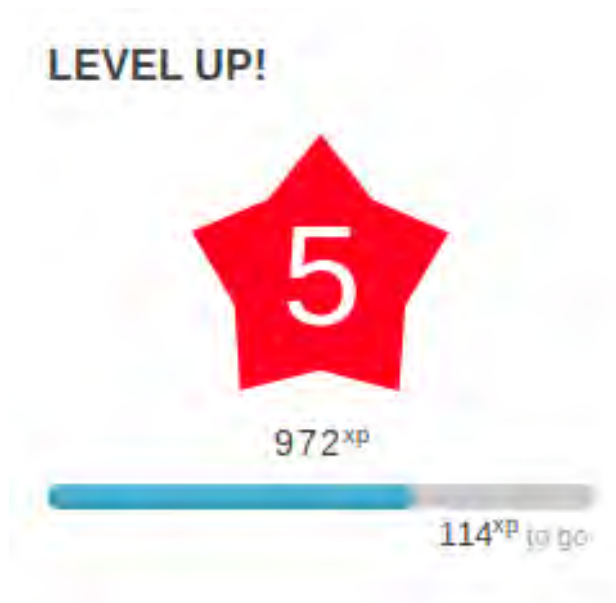


Figura 2.9. Plugin Level up! de Moodle.

Es un sistema simple en los que los alumnos consiguen puntos realizando actividades y suben de nivel, que podríamos considerarlo como una pequeña recompensa a corto plazo por el trabajo realizado.

Para que los alumnos obtengan estos puntos el profesor les propone varias actividades de varios tipos durante todo el transcurso de la asignatura. Desde responder preguntas simples o ejercicios de los apuntes de la asignatura, hasta realizar presentaciones de algún tema relacionado con el contenido de la asignatura o participar en actividades de aprendizaje colaborativo en el aula.

Estos son algunos ejemplos de preguntas recompensadas con XP:

Cuestión 1.1: Energía Primaria y Energía Eléctrica

Un dato interesante: ¿Sabrías estimar el tanto por ciento de energía primaria que, a escala mundial, es convertida a energía eléctrica? Trata de encontrar este dato por medio de alguna fuente fiable.

Figura 2.10. Ejemplo de la pregunta del tema **Introducción a las Energías Renovables**

Cuestión 3.1: Ejemplo de Cálculo de Cizalladura

Supón un rotor de 40 metros de diámetro. La velocidad de viento a una altura $h = 20$ m es conocida (7,7 m/s). Se desea conocer la velocidad del viento a una altura de 60 m y para una longitud de rugosidad de 0.1 m. **Determina la velocidad de viento a una altura de 60 m.**

Figura 2.11. Ejemplo de la pregunta del tema **Energía Eólica**

Los XP de las actividades se establecen en función de la carga de trabajo y dificultad de cada actividad. Por ejemplo, la exposición oral es de las actividades con más valor, 4000XP. En este [enlace](#) se puede ver un ejemplo de presentación, en concreto sobre el grafeno y sus propiedades y aplicaciones a las energías renovables. La actividad propuesta del profesor que tiene más valor es la explicación de contenido de la asignatura en clase, es decir, un alumno se prepara el contenido de la asignatura programado para la fecha de la clase y realiza una breve explicación de los conceptos. Posteriormente deberá responder a las preguntas del resto de alumnos.

También durante el transcurso de las clases el profesor se apoyaba frecuentemente en la plataforma **Kahoot!**. Resulta bastante eficiente para realizar los test de conocimientos en técnicas de gamificación como PI y TBL.

Otra actividad frecuente que utiliza el método de aprendizaje colaborativo tipo “puzzle”. Se forman equipos y cada miembro del equipo, debe leer antes de clase (FC), la parte correspondiente del texto que se le ha asignado. Una vez en clase se agrupan por equipos y los alumnos ponen en común las ideas y conocimientos sobre sus partes en el texto y discuten sobre ellas(TBL). Para finalizar la actividad el profesor realiza un pequeño test de conocimientos (PI) y posteriormente realiza una breve explicación para aclarar los conceptos.

Todas estas actividades están recompensadas con XP. La gran motivación de los alumnos para la obtención de estos puntos se concentra en su utilidad en el control parcial. Los alumnos pueden “comprar” preguntas o “posibilidad de equivocarse” con los puntos de experiencia obtenidos a lo largo del curso con un máximo del 40% de la nota del examen.

Ranking





Información Ranking Reporte Registro Niveles Reglas Visuales Configuraciones				
Página: 1 2 3 (Siguiente)				
Ranking		Nombre completo	Nivel	Puntos de experiencia
1		RICARDO L. GUTIERREZ HERNANDEZ	10	34300
2		ANDREA FERNANDEZ SIERRA	10	33200
3		ADRIAN DIAZ FERNANDEZ	10	31325
4		SIMON ANTONY STILL PUEBLA	10	28800
5		MARIA JESUS PEREZ SAIZ	10	28475
6		JUAN GARCIA ALVAREDO	10	28000
7		ELENA GOMEZ GOMEZ	10	27725
8		ALVARO FOMBELLIDA GOBANTES	10	27600
9		ALFONSO FERNANDEZ GUTIERREZ	10	27375
10		ALBA RUIZ GOMEZ	10	27350

Figura 2.12. Ranking de XP en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones del año 2016

En la figura 2.12 tenemos el ranking de puntos de los alumnos en la asignatura de Energía y

Telecomunicaciones del año 2016. Este ranking se encuentra accesible para los alumnos durante todo el curso. Con este sistema se genera una competitividad en los alumnos que necesitan más puntos para quedar en la mejor posición, y para conseguir esos puntos necesitan realizar las actividades. Se consigue que los alumnos quieran hacer las actividades esforzándose para obtener la máxima puntuación, con esto obtenemos una gran calidad de aprendizaje.

El objetivo que se persigue es el aprendizaje significativo de los conceptos de la asignatura. Que los alumnos no memoricen los contenidos solo para el examen final y más adelante se olviden prácticamente de ellos, si no que se acuerden al realizar actividades durante todo el curso de la asignatura, asimilando conceptos y entendiendo el significado real de lo que están estudiando.

CAPÍTULO 3

Breve revisión actual de las energías renovables

Este capítulo se dedicará a realizar un repaso a nivel global y nacional sobre el estado de las energías renovables. También, en el último apartado del capítulo, nos centraremos de manera más específica en las tecnologías empleadas actualmente para la generación de energía renovable.

3.1. Situación general a nivel global

Es difícil establecer una línea de tiempo exacta de cuando nos dimos cuenta que se podía utilizar los recursos naturales y virtualmente inagotables para usarlos en el transporte, industria o simplemente bienestar común. Unas de las aplicaciones más lejanas del empleo de estas fuentes de energía inagotable es el transporte, cuando los barcos utilizaban velas para aprovechar la energía eólica y poder navegar. Otra aplicación muy común era el uso de molinos para moler el grano. Años más tarde el progreso de las energías renovables se vio frenado por el fenómeno de la revolución industrial y la mayor utilización de combustibles fósiles para los mejorados motores térmicos que en sus primeros años contaban con una fuente inagotable de recursos. A día de hoy la sociedad se ha ido haciendo poco a poco consciente de que estos combustibles fósiles son limitados y que los métodos de obtención y uso de energía deben cambiar.

A lo largo de los últimos años se ha demostrado con el incremento de su uso que las fuentes de energía renovables son el futuro. Su impacto mediambiental es muy bajo y hacen uso de recursos que se renuevan con el tiempo. Los combustibles fósiles son limitados y su uso tiene consecuencias demostradas como la aceleración del cambio climático.¹

Ya existen varios países que apuestan desde hace varios años por las energías renovables². Países como Dinamarca, Egipto, Perú México o India obtienen energía de fuentes renovables a un precio inferior que la procedente de los combustibles fósiles y de la nuclear.

¹<http://www3.inecol.edu.mx/maduver/index.php/cambio-climatico/2-factores.html>

²<https://es.weforum.org/agenda/2017/06/asi-estan-las-energias-renovables-en-el-mundo>

Y es que la capacidad implantada de los últimos 10 años es la demostración de las afirmaciones anteriores. [1]

Global Renewable Power Capacity, 2007-2017

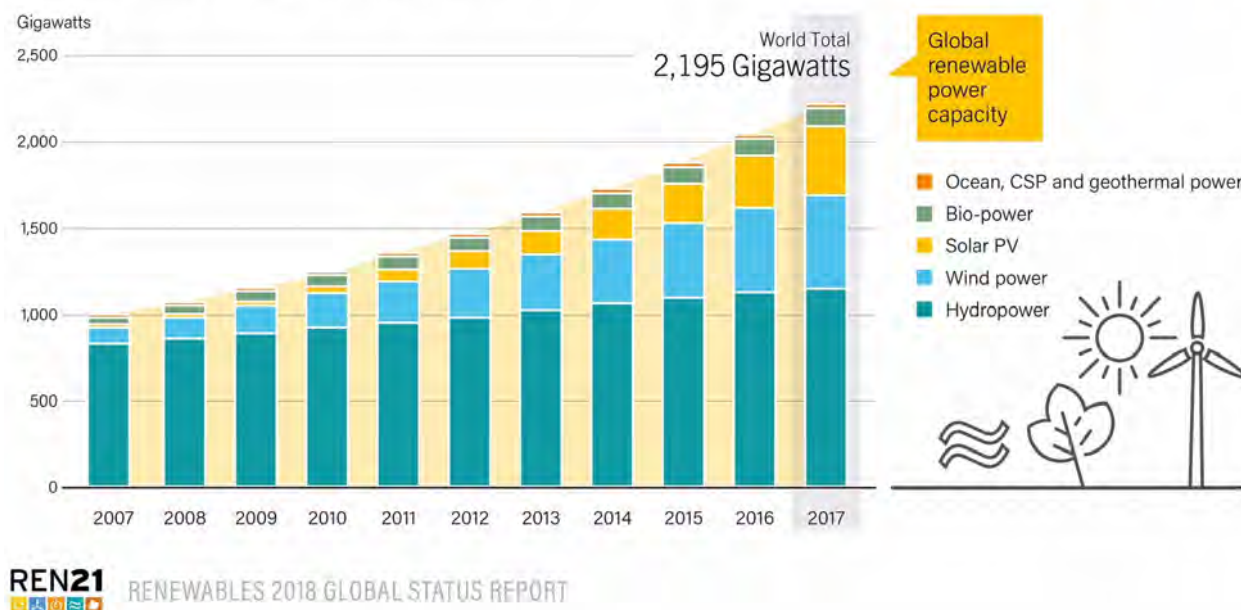


Figura 3.1. Capacidad global de energía renovable 2007-2017 [1]

En la Figura 3.1 se puede observar el crecimiento de la capacidad de la energía renovable a nivel global. Y es que, año tras año, se bate el récord de gigavatios (GW) añadidos. En 2016 se añadieron 161 GW superando en 9 % la capacidad implementada en 2015. En 2017 se han añadido 178 GW superando, de nuevo, un 9 % a la capacidad añadida en 2016 y llegando hasta los 2195 GW de capacidad totales.

Según **Renovables 2018** [13] Informe sobre la situación mundial REN21 (GSR), las energías renovables representaron el 70 % de la ganancia neta de capacidad mundial de generación de energía eléctrica en el año 2017, el mayor incremento de energía renovable de la historia moderna.

Este despliegue de las energías renovables se debe a muchos factores, que incluyen la reducción de costes para la producción de energía solar y eólica en varios países, el aumento de la digitalización, mayor atención a la electrificación del transporte, numerosas contribuciones para acabar con la dependencia de los recursos fósiles, nuevas políticas y convenios sobre la fijación de los precios de los recursos fósiles y objetivos establecidos por los gobiernos a todos los niveles.

Un factor importante a tener en cuenta es el fuerte crecimiento económico mundial que condujo a un aumento del 2,1 % aproximado de la demanda de energía total en el 2017, más del doble del aumento promedio de los cinco años anteriores. En relación con la energía producida por los recursos fósiles, las emisiones de CO₂ aumentaron entorno al 1,4 % en 2017 por primera vez en 4 años. En algunos casos, las jurisdicciones que se alejan del carbón se han cambiado al gas natural en lugar de cambiarse a las energías renovables.

A pesar de que las energías renovables siguen ganando terreno a nivel mundial, el progreso es desigual en los distintos sectores y regiones. En muchos países en desarrollo, como en la África Subsahariana, las subvenciones de acceso a la energía siguen siendo pobres, mientras en Asia están mejorando sustancialmente. Aunque se está realizando una expansión rápida de la capacidad de

energía renovable y la producción, en especial de la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, los combustibles fósiles siguen representando la gran mayoría del consumo mundial de energía total, o su acrónimo en inglés, “Total Final Energy Consumption” (TFEC).

FIGURE 1. Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2016

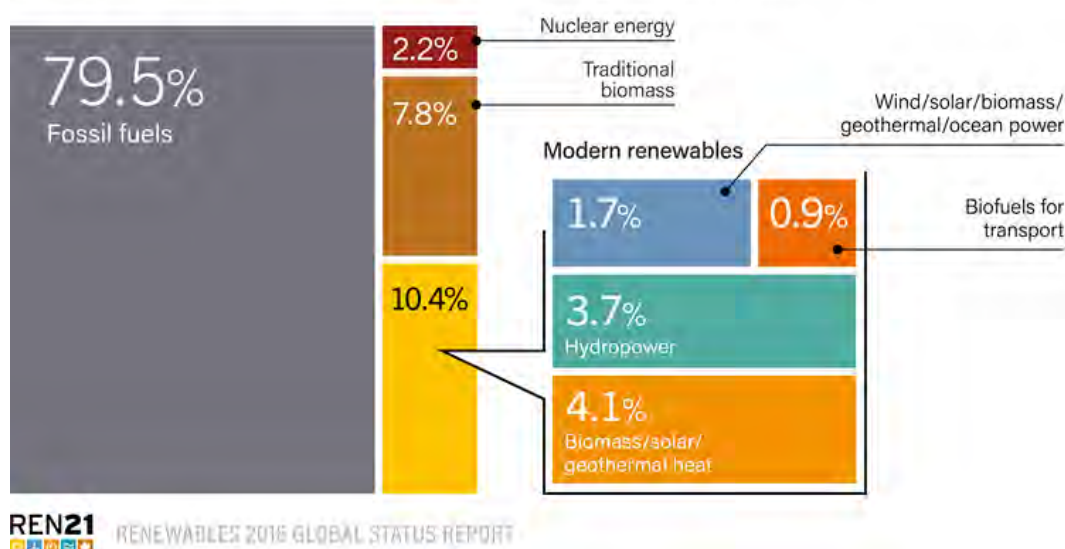


Figura 3.2. Parte estimada de la energía renovable del TFEC en 2016

En 2016, las energías renovables modernas (sin incluir el uso tradicional de la biomasa) representaron aproximadamente el 10,4% de TFEC. El uso tradicional de la biomasa, principalmente para cocinar y calefacción en los países en desarrollo, representó un 7,8% adicional de energía renovable. El uso combinado representa un 18,2% de TFEC. En el sector de la energía, la transición a las energías renovables está en marcha, con progresos más lentos de los deseables. Un compromiso adquirido sobre el clima en el Acuerdo de París 2015 para limitar el aumento de la temperatura mundial 2 grados centígrados por encima de los niveles pre-industriales hace que la naturaleza del desafío sea mucho más clara.

Para lograr los objetivos establecidos en el Acuerdo de París los sectores energéticos calefacción y refrigeración, y transporte deberán seguir el mismo camino que el sector de la energía eléctrica. El progreso en estos sectores continua siendo relativamente lento, a pesar de las numerosas iniciativas para potenciar el papel de las energías renovables.

Estos razonamientos son compartidos por expertos, por ejemplo, en el informe de Estado Renovables REN21 Global, **Arthouros Zervos**, Presidente REN21, ha añadido:

“Para hacer la transición energética es necesario que haya un liderazgo político de los gobiernos – por ejemplo, poniendo fin a los subsidios a los combustibles fósiles y nucleares, la inversión en la infraestructura necesaria, y el establecimiento de objetivos y la política duros para la calefacción, refrigeración y el transporte. Sin esta dirección, será difícil para el mundo para cumplir con los compromisos climáticos o de desarrollo sostenible”.

En la siguiente figura aparecen los porcentajes de uso de los sectores sobre el TFEC.

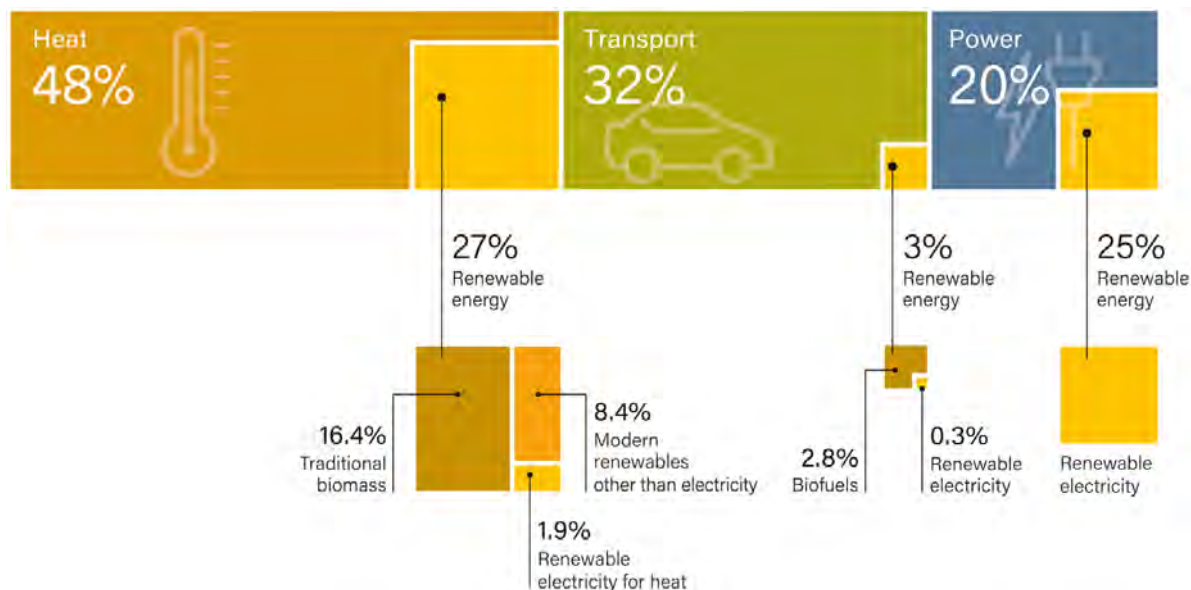


Figura 3.3. Consumo de TFEC dividido en sectores

La energía para la **calefacción y refrigeración** consta de casi la mitad de todo el TFEC. Se divide prácticamente en partes iguales entre los servicios para procesos industriales y para su uso en edificios. La demanda de refrigeración de espacios, alimentados principalmente por electricidad a través de acondicionadores de aire, representa aproximadamente el 2% de TFEC pero está creciendo rápidamente, especialmente en las economías emergentes. El consumo de calefacción se sustenta en gran medida basada en los combustibles fósiles. La mayor parte de las energías renovables está asociado con la biomasa tradicional para cocinar y calefacción en los países en desarrollo, lo que representa aproximadamente el 16,4% de la demanda de calor global. Este uso tradicional de la biomasa conduce a importantes problemas de salud y, a menudo está vinculada a niveles insostenibles de recolección de madera. Principalmente en los países en desarrollo, los esfuerzos de acceso a la energía se centran en proporcionar soluciones de cocina para reemplazar este tipo de prácticas. Como vemos en la figura 3.3, solo el 10,3% del calor utilizado en 2015 fue producida a partir de fuentes renovables modernas.

El uso directo de las energías renovables modernas en el sector de la calefacción y refrigeración implica el uso de combustión bioenergética más eficientes, y el uso directo de calor solar y energía geotérmica. El calor se puede utilizar directamente en los procesos industriales, edificios individuales o para un mayor número de usuarios a través del uso de sistemas de calefacción generalizados. Los mayores contribuyentes a la generación de calor después de la combustión bioenergética, son la energía solar térmica y la energía geotérmica.

Este sector ha recibido mucha menos atención por parte de los responsables políticos que la generación de la energía renovable y se reconoce¹ que tiene mucho terreno por explorar y existe un gran potencial en la energía renovable para cubrir estas necesidades. Aproximadamente el 10% de la producción total de calor en 2015 es suministrada por la energía renovable moderna.

Existen 48 países de todo el mundo con objetivos nacionales para las energías renovables en

¹<http://www.iea.org/newsroom/news/2018/january/commentary-more-policy-attention-is-needed-for-renewable-heat.html>

calefacción y refrigeración, mientras que 146 países tienen objetivos para incluir las renovables en este sector de la energía. Los pequeños cambios están en marcha, en la India por ejemplo, las instalaciones de colectores solares térmicos aumentaron aproximadamente un 25% en 2017 en comparación con 2016. China se propone tener un 2% de las cargas de refrigeración de sus edificios con energía solar térmica para el año 2020, pero un ejemplo claro de progreso en este sector se encuentra en Islandia, donde el 85% de la energía es de origen geotérmico y se utiliza, entre otros servicios, para calentar y refrigerar ciudades y pueblos.

El sector del **transporte** representa casi un tercio del TFEC. Este sector se divide en varios sub-sectores, que incluyen el transporte por carretera, marino, aviación y transporte ferroviario. A pesar de los avances en tecnologías más eficientes de transporte, la demanda del sector de transporte aumentó un 39% entre 2000 y 2016. Este incremento se debió al mayor movimiento de carga a nivel mundial y al aumento global de la demanda de transporte en los países en desarrollo, entre otros factores.

El acuerdo de París 2015 ayudó a poner el transporte en la agenda climática y estableció un objetivo más serio para reducir las emisiones de CO₂ en el sector. Se crearon 21 iniciativas voluntarias de las partes interesadas en el transporte para reducir las emisiones del CO₂ y en 2017 se formó la “Alianza para la descarbonización del transporte”, una alianza formada por múltiples países, ciudades, regiones y entidades del sector privado comprometidos con la necesitada acción sobre el transporte y el cambio climático. Además se inició un plan Internacional en 2017 para la reducción de emisiones en los sub-sectores marítimo y aéreo, los cuales se basan casi exclusivamente en el uso de combustibles fósiles¹.

En el sector de vehículos ligeros, los fabricantes de automóviles libran una batalla por reducir las emisiones contaminantes² en todos los frentes. La iniciativa de realizar vehículos eléctricos es el frente más visible, pero no el más significativo por el momento. La tecnología aún no es madura y le falta camino que recorrer para la sustitución completa de los vehículos de combustión. Sin embargo, los fabricantes controlan más las emisiones producidas por los procesos de fabricación y recepción de los componentes y la distribución de los vehículos ya terminados. Todo ello ha permitido reducir significativamente las emisiones generadas y emitidas a la atmósfera en los últimos años. Entre 2016 y 2017, las emisiones de CO₂ durante la fabricación de coches cayeron en Europa un 24,5%, y un 25,8% por cada vehículo producido, según los datos de la patronal Europea de fabricantes, ACEA³, gracias fundamentalmente, al mayor uso de fuentes de energía renovable para alimentar las fábricas. Además, se ha reducido un 31,9% la cantidad de agua utilizada, y el 12% la energía empleada en el proceso de manufactura.

El 92% de las necesidades energéticas mundiales en el sector del transporte, sigue siendo cubierto por el petróleo, con pequeños porcentajes en biocombustibles (2,8%) y electricidad (1,3%). A pesar del dominio de los combustibles fósiles, el aumento de la electrificación está ofreciendo captación de energía renovable. De un 1,3% de las necesidades energéticas del transporte, aproximadamente un 25% es de origen renovable. Sin embargo, solo 42 países tienen objetivos nacionales para el uso de las tecnologías renovables en el transporte. Este sector, se ha trabajado mucho en los últimos años, pero al igual que la calefacción y refrigeración tiene un gran potencial para el uso de las energías renovables.

¹Informe REN21 2018 Renovables

²ABC, La batalla por reducir las emisiones de los fabricantes de automóviles más allá de hacer coches eléctricos

³Datos ACEA

3.2. Situación a nivel nacional

La política española y europea tienen como bases la seguridad del suministro, el respeto por el medio ambiente y la competitividad económica, así lo refleja el **Plan de Energías renovables** [14]. España ha tenido que afrontar retos energéticos particulares: un consumo energético por unidad de producto interior bruto más elevado que la media europea, una elevada dependencia energética del exterior y las elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, relacionadas con el crecimiento de los sectores de generación eléctrica y transporte.

Para afrontar estos retos, la política energética española se ha concentrado en **fomentar** la transparencia en los mercados y potenciar su liberación, el **desarrollo** de las infraestructuras energéticas propias y la **promoción** del ahorro, eficiencia energética y de las energías renovables.

España es un país altamente dependiente energéticamente, según los datos del balance energético de los últimos años¹ aproximadamente un 72,3% de la energía que consumimos viene del exterior, mientras que la dependencia energética de la Unión Europea es aproximadamente del 53,5%.

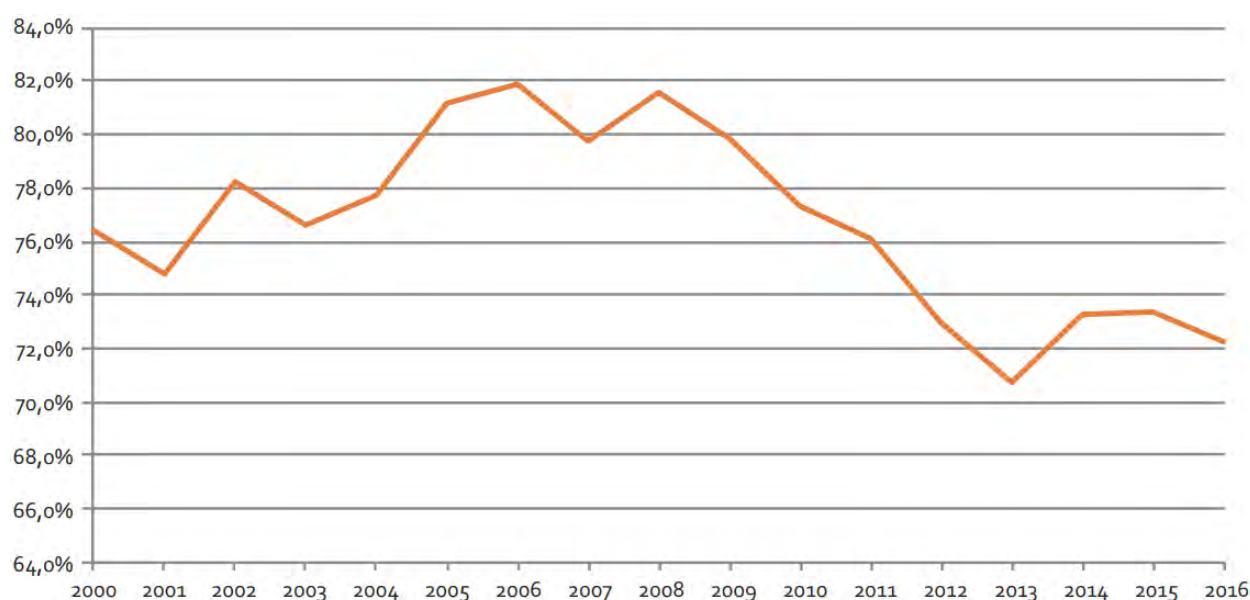


Figura 3.4. Evolución de la Dependencia energética de España periodo 2000-2016

Un grave problema es que España consume mucho petróleo y gas natural. Prácticamente el 100% del petróleo y gas natural que consumimos viene de otros países como Nigeria, Catar o Argelia. Nuestro país carece de yacimientos de petróleo y tampoco tiene bolsas de gas. En los últimos 20 años, el gobierno de España apostó por el gas natural. En 1995 solo el 7,7% de consumo bruto de energía procedía del gas natural, actualmente el mismo porcentaje llega al 22%.² La demanda de los productos petrolíferos ha crecido un 1,8% con respecto a la registrada en 2015, en línea con el crecimiento económico, sostiene *Enerclub*³. En 2016, España ligaba el crecimiento económico y el gasto de energía, mientras en las naciones más avanzadas del mundo la economía crecía más que el consumo de la energía, incluso había sectores en los que la producción

¹ Último balance energético Español, 2016. Fuente Gobierno de España

² Antonio Barrero F, La dependencia energética Española

³ Balance Energético de 2016 y Perspectivas para 2017

crecían a la par que se reducía el consumo gracias a las nuevas tecnologías de optimización de recursos y eficiencia. Hoy en día, según Enerclub, en el balance energético del 2017, España forma parte de esas naciones y la demanda energética se ha incrementado en menor medida que el crecimiento económico.¹

Se destaca el aumento del consumo de gas con tres años consecutivos al alza (+9,1 % respecto al 2016); y de electricidad con un crecimiento por tercer año consecutivo, con un aumento del consumo final respecto del 2016 del 1,1 %. En el año 2017 la demanda de productos petrolíferos se ha mantenido estable respecto al año anterior.

Respecto a la **producción eléctrica**, en el 2016, después de más de 10 años exportando kilovatios, España se convirtió en importadora de electricidad, aunque la demanda apenas creció un 0,8 %. En concreto, el 3,6 % de la demanda eléctrica se ha cubierto con importaciones de otros países². Esto fue debido, entre otros factores, a una reducción del 2,2 % de la producción interna.

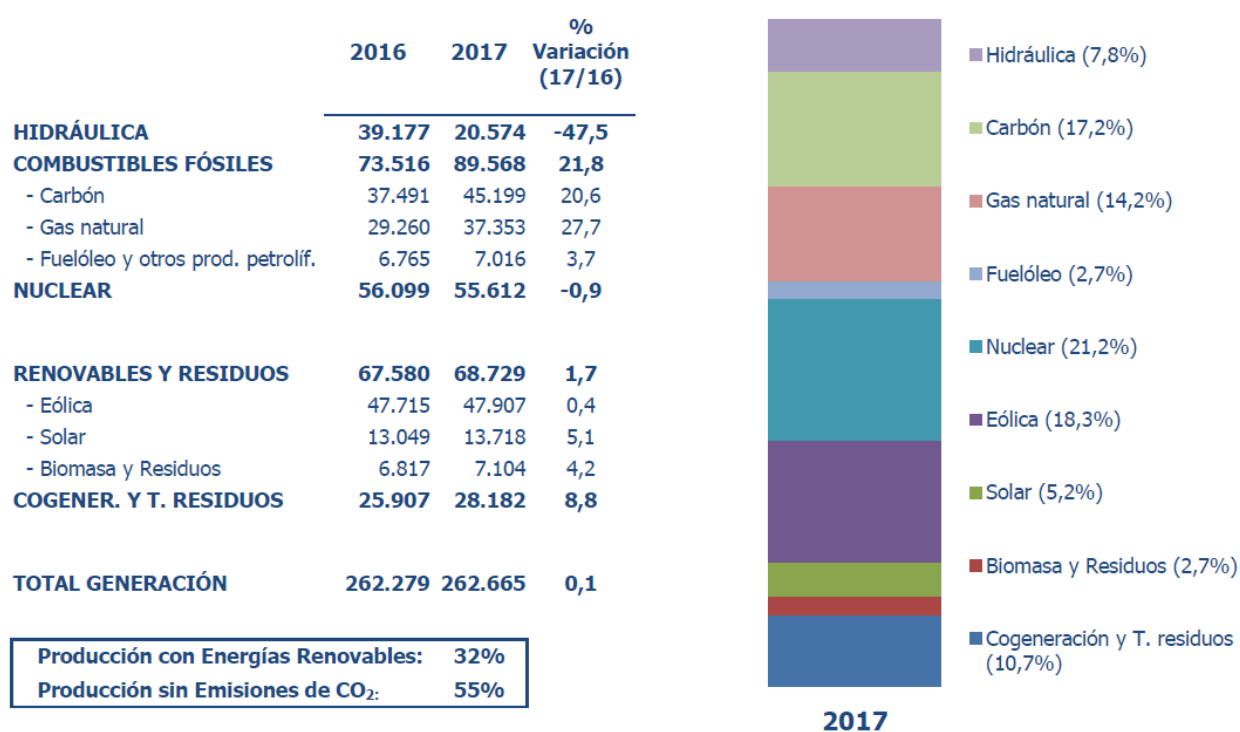


Figura 3.5. Producción neta (GWh) España 2017 [2]

Observamos en la figura 3.5 la **generación de energía eléctrica** del año 2017. El año pasado ha registrado el peor dato de los últimos 5 años reduciendo la generación renovable al 32 % frente al 40,8 % en 2016. El principal motivo ha sido la sequía, que ha hecho que la aportación hidráulica descienda casi a la mitad, pasando de 14,2 % en 2016 a un 7,8 % en 2017. Para sustituir esa generación de electricidad, sin realizar nuevas instalaciones renovables, se ha incrementado el consumo de combustibles fósiles, principalmente el carbón. Se destaca el fuerte crecimiento de la generación eléctrica con centrales térmicas convencionales, con un 17,2 % de generación frente al 13,9 % de 2016.

¹ Balance energético de 2017 y perspectivas para 2018

² Generación eléctrica en España 2017

En cuanto a las tecnologías que más han producido, la nuclear se sitúa nuevamente en primer lugar con una aportación del 21,2%, seguida de la eólica con 18,3%. La solar por su parte, ha contribuido con un 5,1 % (3,1 para la fotovoltaica y 2,1 para la CSP). Como curiosidad, podemos destacar que en un momento puntual, la energía eólica llegó a cubrir el 60,7% de la demanda.

Como consecuencia de la reducción de generación con renovables y el aumento de producción eléctrica mediante combustibles fósiles, se ha producido un aumento de **emisiones de CO₂**.

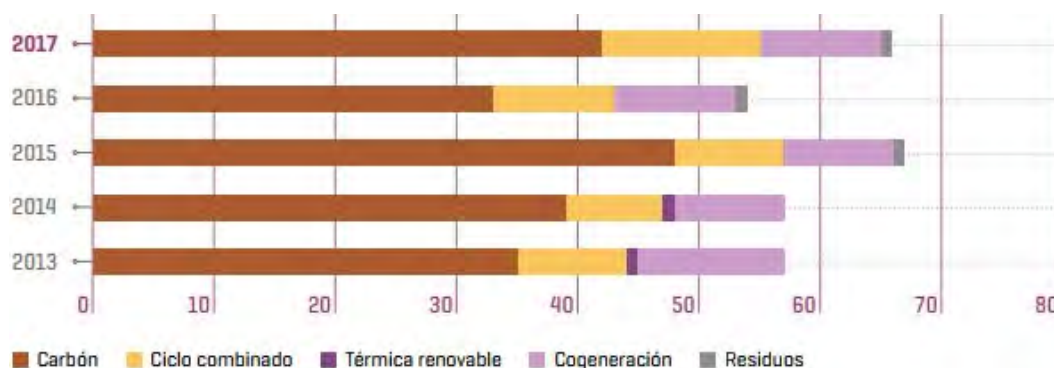


Figura 3.6. Evolución de las emisiones de CO₂ asociadas a la generación eléctrica peninsular (Mill.tCO₂) [3]

2017 fue el segundo peor año desde 2013 con 74,8 millones de toneladas de CO₂ emitidas, solo superado por las 77,8 de 2015. La fuente de generación responsable de emitir prácticamente el 60% del CO₂ es el carbón, tecnología que emite a la atmósfera casi un kilogramo de este gas de efecto invernadero por cada kilovatio hora que produce.

La **potencia eléctrica instalada** ha descendido por segundo año consecutivo. Este descenso se debe mayoritariamente al cierre definitivo de la central nuclear Santa María de Garoña de 455MW, una instalación que permanecía inactiva desde finales del 2012.

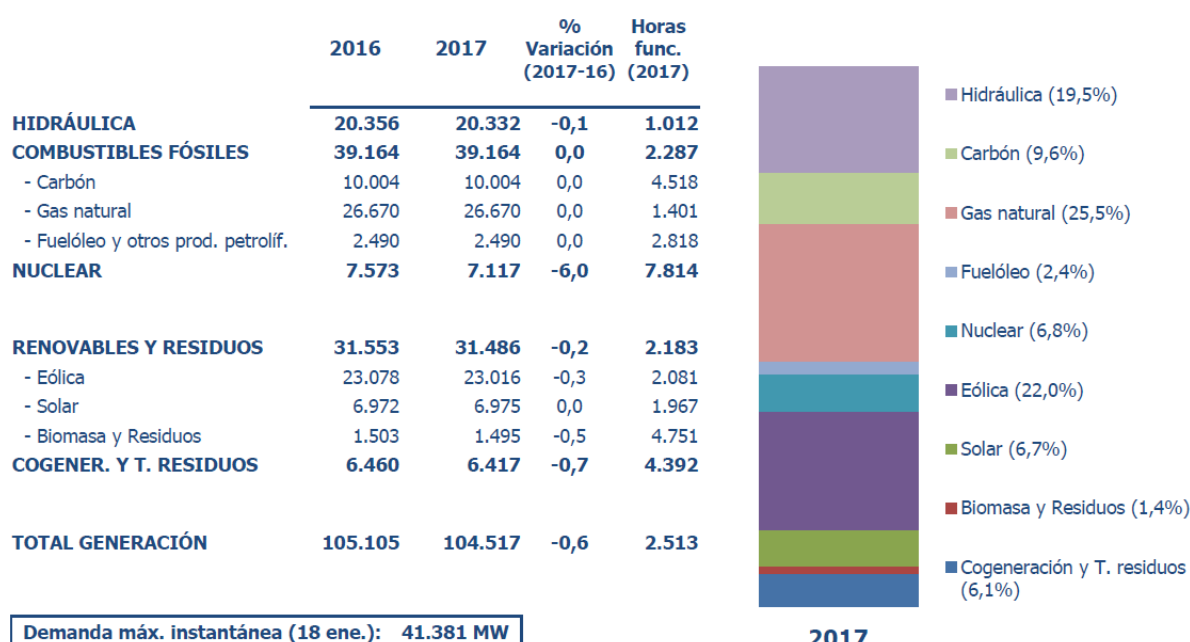


Figura 3.7. Potencia instalada (MW) España 2017 [2]

En la figura 3.7 la potencia instalada ha sufrido un descenso del 0,6%. Mientras, los países en vías de desarrollo están aumentando su potencia instalada significativamente debido al auge de las energías renovables¹.

Desde el año 1984, nuestro país fue uno de los primeros instaladores del mundo de energía eólica y solar. Desde el año 2013, cuando se suspendieron “temporalmente” las primas a las nuevas instalaciones, se detuvo el incremento casi por completo hasta nuestros días.

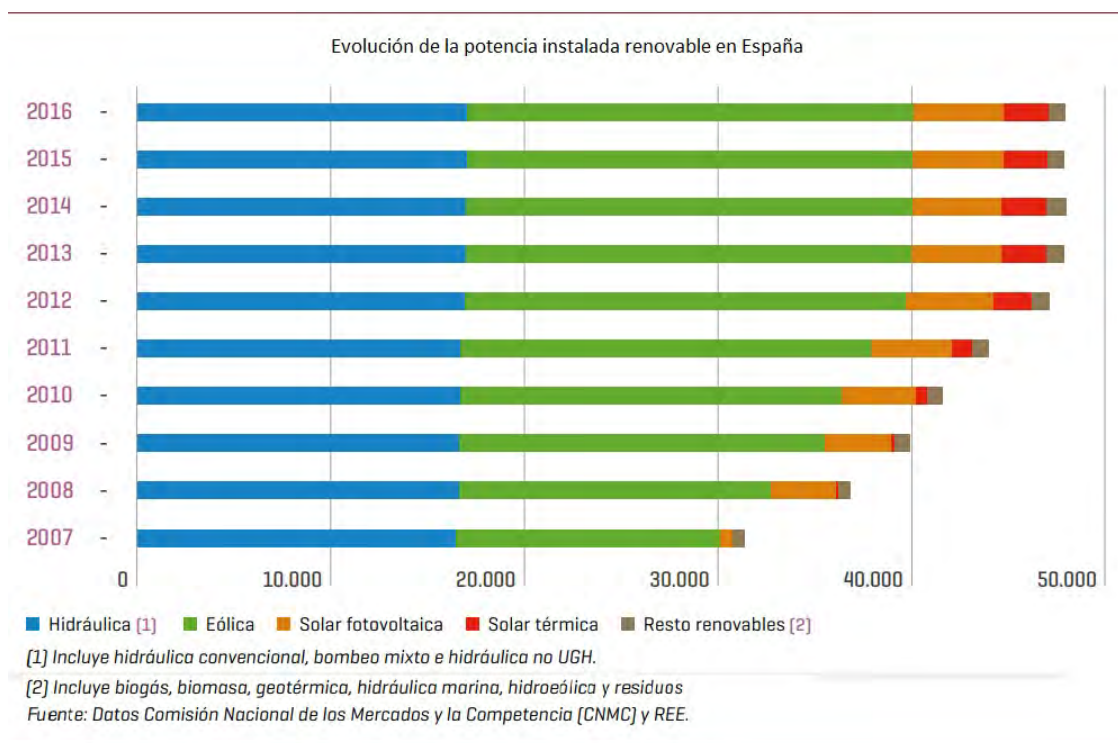


Figura 3.8. Evolución de la potencia instalada de energías renovables

En uno de los países con más radiación solar de Europa, con 5978 Km de costa y amplias zonas de viento, podría pensarse en que estaría justificada una mayor contribución por parte de las energías renovables.

El **plan de Acción Nacional de las Energías Renovables 2011-2020** [14], indica como objetivos para el 2020 alcanzar al menos el 20% del consumo de energía final bruto (TFEC) y una contribución del 10% con fuentes renovables en el sector transporte. El sector de la generación eléctrica tendría dos fuentes principales, las energías renovables y el gas natural que serían capaces de cubrir el 75% de la demanda eléctrica nacional. Para conseguir estos objetivos se tienen en cuenta algunas consideraciones:

- En el sector **transporte** se implantarán medidas concretas, como ayudas al uso del vehículo eléctrico.
- En el caso de los usos **calefacción y refrigeración** se incrementarán las ayudas financieras tanto a la biomasa térmica, como a la energía solar térmica y geotérmica.
- En el sector de la **generación eléctrica**, se necesitará realizar el seguimiento para el cumplimiento de las subastas realizadas.

¹Generación Eléctrica 2017

3.3. Revisión de las tecnologías renovables

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que, en general, no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras los costes de los combustibles fósiles siguen una tendencia alcista ya que son recursos finitos y cada vez quedan menos.

De acuerdo a la **Agencia Internacional de la Energía (AIE)**, la demanda mundial de electricidad aumentará un 70% hasta el 2040 incitado principalmente por regiones emergentes (India, China, África, Oriente Medio y el sureste asiático).

El desarrollo de las energías limpias es imprescindible para combatir el cambio climático y limitar sus efectos más devastadores. En este apartado introduciremos brevemente las principales tecnologías renovables en uso.

3.3.1. Energía Hidráulica

La energía hidráulica se basa en aprovechar la caída del agua desde cierta altura para producir energía eléctrica, suponiendo aproximadamente el 7% del consumo mundial de energía primaria. Se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de agua o los saltos de agua naturales. En el proceso la energía potencial, durante la caída del agua, se convierte en energía cinética y mueve una turbina engranada a un generador de energía eléctrica. Este recurso se puede obtener aprovechando los recursos tal y como surgen de la naturaleza, como una garganta o catarata natural, o bien mediante la construcción de presas.

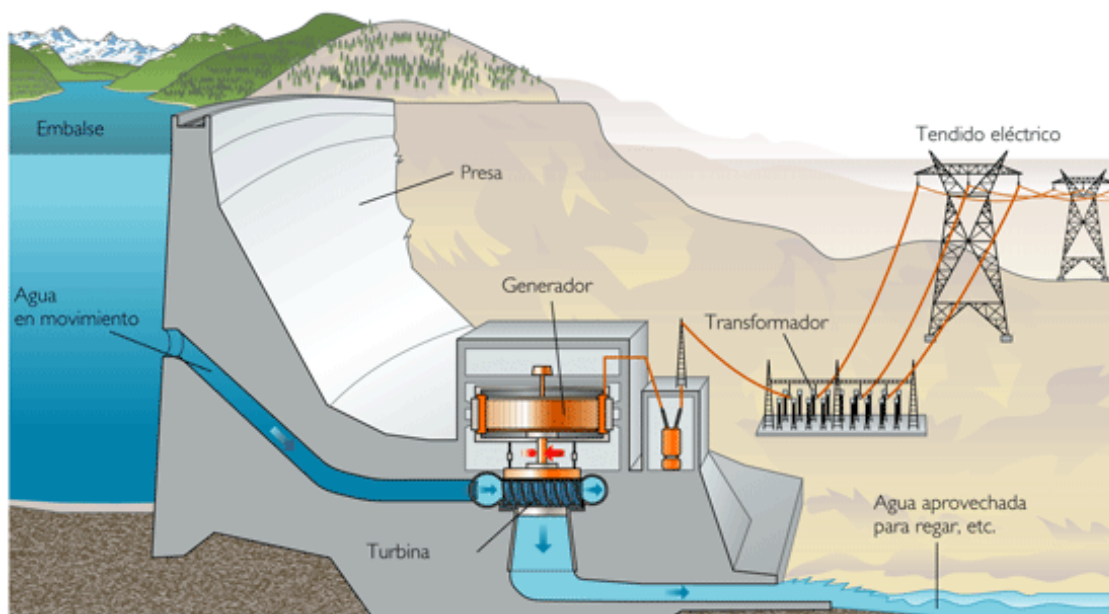


Figura 3.9. Esquema Central Hidroeléctrica

En el aprovechamiento de la energía hidráulica influyen dos factores: **el caudal** y la **altura del salto**. Para aprovechar mejor el agua, se construyen presas para regular el caudal durante las diferentes épocas del año, además, también sirven para aumentar el salto.

Los países con gran potencial hidráulico y que disponen de caudales de ríos constantes y abundantes (como Brasil, Canadá, Noruega...) obtienen la mayor parte de la electricidad en centrales hidráulicas por sus grandes **ventajas**, entre ellas la de utilizar un recurso natural que solo se debe encauzar y no tiene coste económico. Además, después de su uso para la generación de electricidad se puede utilizar para otros fines, como el abastecimiento humano o el riego. Además, se trata del único recurso renovable almacenable (centrales hidráulicas de bombeo), por lo que es muy útil para atender inmediatamente demandas puntuales.

Este tipo de energía también presenta **inconvenientes** por la dificultad de hacer predicciones fiables de los caudales de los ríos, puestos que están sometidos a las variaciones de los ciclos meteorológicos con períodos secos y húmedos y de imposible control, como inundaciones y otro tipo de desastres. Ya que los emplazamientos hidráulicos suelen estar alejados de las grandes poblaciones, es necesario transportar la energía a través de costosas redes de transporte y distribución. Otro efecto negativo que puede tener es la creación de un embalse sobre el entorno, con problemas de alteración de cauces, erosión, incidencias sobre poblaciones, pérdidas de suelos fértiles, etc. [15]

Actualmente, el empleo de la energía hidráulica tiene uno de sus mejores exponentes: la energía minihidráulica, que se considera respetuosa con el medio ambiente, ya que los impactos que genera son pequeños y fácilmente minimizables. En muchos países se han instalado centrales pequeñas, con potencias inferiores a 10 MW.

3.3.2. Energía Eólica

La energía eólica es la energía producida por el viento. Fue una de las primeras fuentes de energía utilizadas por el hombre. Los barcos de vela y los molinos de viento son los primeros usos del aprovechamiento energético de la energía eólica. En la actualidad, es capaz de cubrir el 5 % de las necesidades eléctricas de la población mundial.

Presenta varias **ventajas e inconvenientes** : es inagotable, limpia, no contaminante y su recurso, el viento, es gratuito. Por otro lado, es dispersa, intermitente y se presenta de forma irregular en cuanto a su intensidad. Además los costes de mantenimiento de los sistemas utilizados son significativos

Los países líderes en la producción de energía eólica son China y Estados Unidos representando un 50 % de la capacidad eólica total, mientras que los 5 primeros países (China, Estados Unidos, Alemania, España e India) representan el 79,6 % de la capacidad eólica mundial en 2016. En España, el sector eólico, produjo el 18,3 % de la producción neta de energía eléctrica en 2017.

Actualmente, el principal sistema para la captación de la energía eólica es el **aerogenerador**, que consiste en un molino que convierte la energía cinética del viento, mediante unas palas conectadas a un generador, en energía eléctrica.

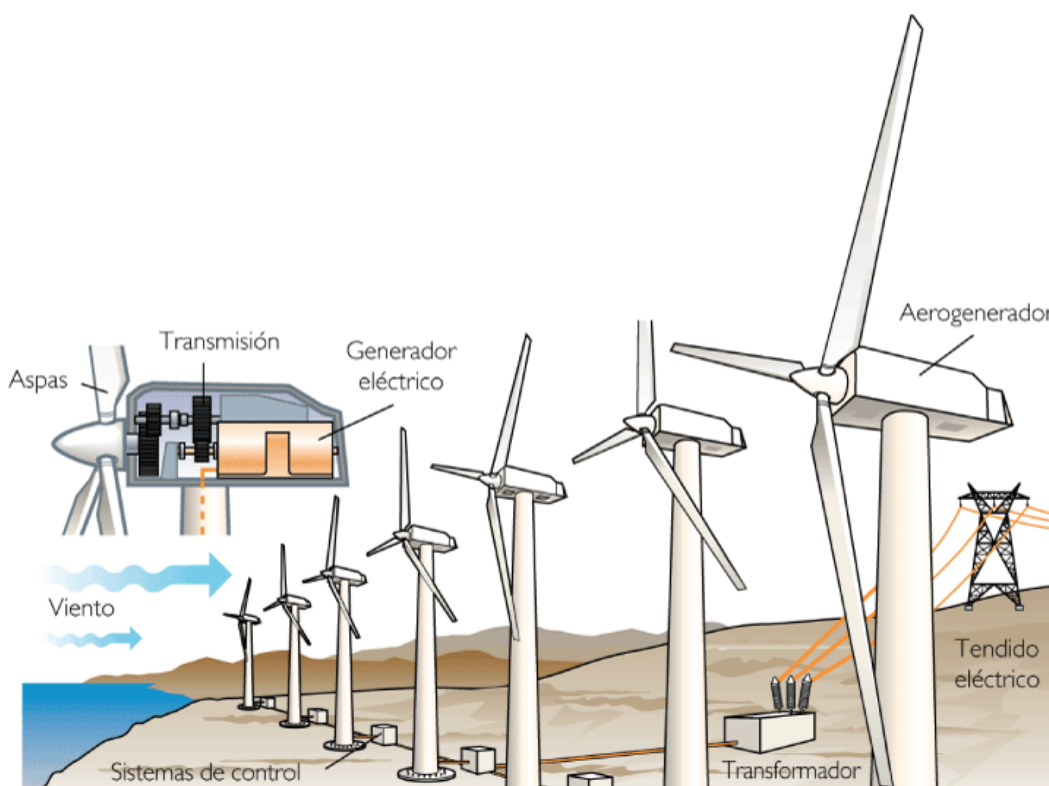


Figura 3.10. Esquema Aerogenerador

Normalmente, con los aerogeneradores, se forman los parques eólicos, compuestas por un cierto número de aerogeneradores. La mayor instalación eólica se encuentra al noroeste de China, el **Complejo Eólico Gansu**, que consta de 100 parques eólicos con una capacidad operativa total de 7965 MW.

El uso de la energía eólica, afecta inevitablemente al entorno y sus efectos negativos, además de la estética y acústica, se notan en el suelo, la flora y la fauna del lugar donde se instalan los parques eólicos. Estos problemas se pueden afrontar y minimizarse mediante estudio y planificación de lugares ideales para las instalaciones. Un parque eólico requiere grandes extensiones de superficie ya que los aerogeneradores deben separarse entre 5 y 10 veces el diámetro de sus rotores (incluyendo las palas). A veces resulta complicado encontrar una extensión grande con las condiciones ideales sobre superficie terrestre, por lo que una opción que se ha llevado a cabo son los parques eólicos offshore, situados en el mar. Reino Unido ha apostado recientemente por esta alternativa y ahora posee el mayor parque Eólico *offshore* del mundo, el **Parque London Array** con 630 MW de capacidad operativa total.

3.3.3. Energía Solar

La energía solar es la que llega a la tierra en forma de radiación electromagnética procedente del sol. En el sol se producen constantemente reacciones nucleares de fusión: los núcleos de los átomos de hidrógeno se fusionan dando lugar a un átomo de helio, liberando una gran cantidad de energía. A la tierra llega una pequeña parte de dicha energía, que además es parcialmente reflejada hacia el espacio exterior por la presencia de la atmósfera terrestre.

La energía solar llega a la superficie terrestre de la Tierra por dos vías diferentes [15]:

- **Radiación directa.** La energía incide sobre las áreas iluminadas.
- **Radiación difusa.** Por la reflexión de la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico.

Este método de obtención de energía presenta numerosas **ventajas**. Es una fuente de energía inagotable y no contaminante ya que proviene del sol y a escala humana no va a desaparecer, al menos, hasta dentro de millones de años. Con el paso de los años y el crecimiento de la industria china, el coste de la tecnología se han ido reduciendo permitiendo realizar instalaciones a las grandes empresas, e incluso a los pequeños consumidores, a un valor asequible. A diferencia de las instalaciones nucleares, cuyos productos de desecho son radiactivos y difícil de almacenar, las instalaciones solares prácticamente no crean ningún tipo de residuo, de hecho, hasta el 95 % de un solo panel puede ser reciclado, por lo tanto, tiene consecuencias muy bajas de impacto ambiental.

La energía solar también tiene grandes **desventajas**. Existe una discontinuidad del recurso, ya que podríamos tener un día nublado y por las noches no se cuenta con la energía del sol. No puede ser almacenada, por lo que tiene que ser inmediatamente transformada en otra forma de energía, como calor, electricidad, etc. Es necesario una gran extensión de terreno para instalación de los sistemas de captación en las plantas solares grandes, a veces, cubre terrenos que podrían utilizarse para otras actividades, como la agricultura. Otro de los mayores inconvenientes es su baja eficiencia. La energía producida por las tecnologías de captación actuales es aproximadamente un tercio de la energía que teóricamente podría producirse.¹

Existen dos tipos de tecnología para el aprovechamiento de la energía solar:

- **Térmica:** Transforma la energía proveniente del sol en energía calorífica. Esta transformación puede realizarse a baja, media y alta temperatura:
 - **Baja temperatura:** Se utiliza principalmente para calefacción doméstica, climatizadores de locales, calentamiento de agua en piscinas, hospitales...



Figura 3.11. Captación de energía térmica de baja temperatura

¹Energía Solar, ventajas y desventajas, Blanca Espada

Se utilizan unos colectores planos que tienen un circuito con un fluido que absorbe la radiación solar y lo transmite en forma de calor al sistema de calefacción. Estos sistemas trabajan con temperaturas que oscilan entre 35 °C y 90 °C.

- **Media temperatura:** Las instalaciones trabajan entre 90 °C y 200 °C utilizando un conjunto de colectores de concentración de dos formas principales.



Figura 3.12. Captación de energía térmica de media temperatura mediante heliostatos

La forma cilindro-parabólica recoge la energía solar y la transmite a un fluido (aceite térmico) en forma de calor. La segunda forma que se utiliza son los heliostatos, formados generalmente por espejos orientables de forma que la radiación incidente sea reflejada en un punto fijo. Los heliostatos son fundamentalmente un tipo de instalación industrial.

- **Alta temperatura:** Estas instalaciones trabajan con temperaturas superiores a 400 °C. Se denominan centrales termoeléctricas y están formadas por una amplia superficie de heliostatos sostenidos por soportes que reflejan la radiación solar y la concentran en un pequeño punto receptor, la caldera. Dentro de la caldera hay un fluido (agua, aire, metales líquidos) que circula por un circuito primario. En un generador de vapor se transmite esa energía a un circuito secundario, produciendo vapor de agua capaz de producir el movimiento en una turbina conectada a un generador y producir energía eléctrica. La eficiencia de este tipo de instalaciones es de aproximadamente el 20%.

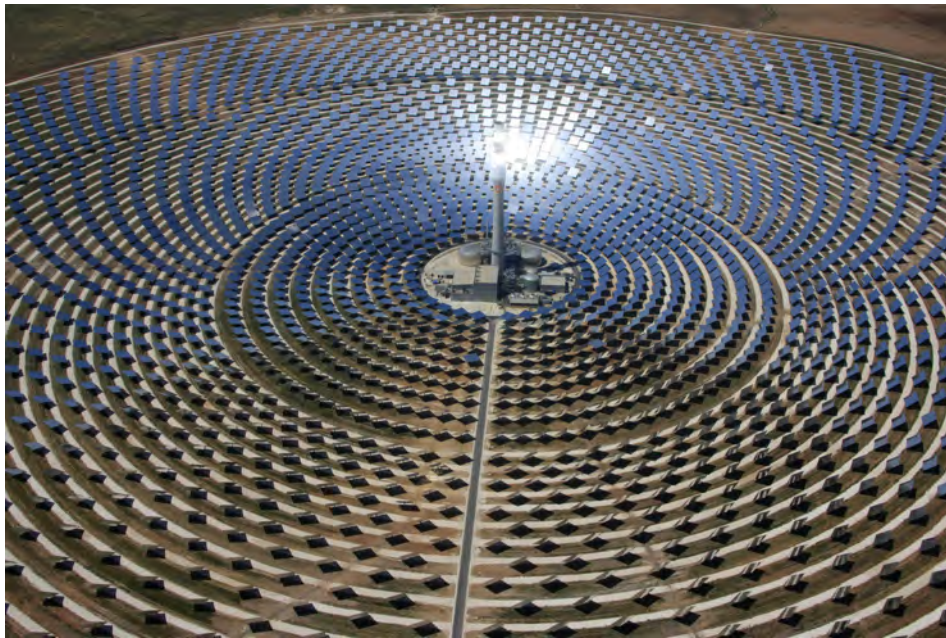


Figura 3.13. Captación de energía térmica de alta temperatura. Central solar térmica

- **Conversión Fotovoltaica:** Los sistemas solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de células solares o fotovoltaicas dispuestas en paneles que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica.

La luz solar transporta la energía en forma de flujo de fotones. Cuando estos fotones inciden en un tipo determinado de materiales, provocan una corriente eléctrica. Es lo que se conoce como **efecto fotoeléctrico**.

Las células fotovoltaicas son pequeños elementos fabricados con un elemento cristalino semiconductor dopado, normalmente, silicio-germanio (Si-Ge). Al incidir sobre ellas, los fotones producen un movimiento de electrones en el interior de la célula y aparece entre sus extremos una diferencia de potencial generando así la corriente eléctrica deseada.

Sus aplicaciones son múltiples, desde instalaciones en pequeñas viviendas y comercios, hasta centrales solares fotovoltaicas de grandes dimensiones y con importantes capacidades operativas. La planta solar más grande del mundo se encuentra en la India, Kurnool Ultra Mega Solar Park con 1000 MW de capacidad operativa.

Actualmente, el desarrollo de esta tecnología sigue avanzando para aumentar el rendimiento de los sistemas, que es de tan solo un 15-20%, y reducir los costes para hacerlos económicamente viables.



Figura 3.14. Parking comercial con tejavana cubierta de paneles fotovoltaicos

3.3.4. Biomasa

La biomasa es materia orgánica que puede ser utilizada como fuente energética. Por su amplia definición, la biomasa abarca un amplio conjunto de materias orgánicas que se caracterizan por su heterogeneidad, tanto por su origen como por su naturaleza.

En el contexto energético, la biomasa puede considerarse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Estos recursos biomásicos pueden agruparse de forma general en agrícolas y forestales. También se considera biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y otros residuos derivados de las industrias¹.

La principal aplicación de la **biomasa cosechable** es la producción de calor en un proceso de combustión. Para este fin se suelen utilizar plantas de tipo herbáceo y leñoso, obtenidas en ecosistemas naturales, o en cultivos destinados a este fin (agroenergética). En la actualidad se trabaja en este tipo de cultivos, pudiendo ser en el futuro, la biomasa cosechable, la fuente más importante del sector para fines energéticos. Sin embargo, la baja capacidad calorífica significa dedicar grandes extensiones de terreno a esos cultivos, lo que podría entrar en conflicto con los usos agrícolas. La biomasa se puede utilizar para la generación de calor a todas las escalas, desde los hogares hasta en grandes centrales de biomasa.

¹Biomasa, Asociación de Empresas de Energías Renovables

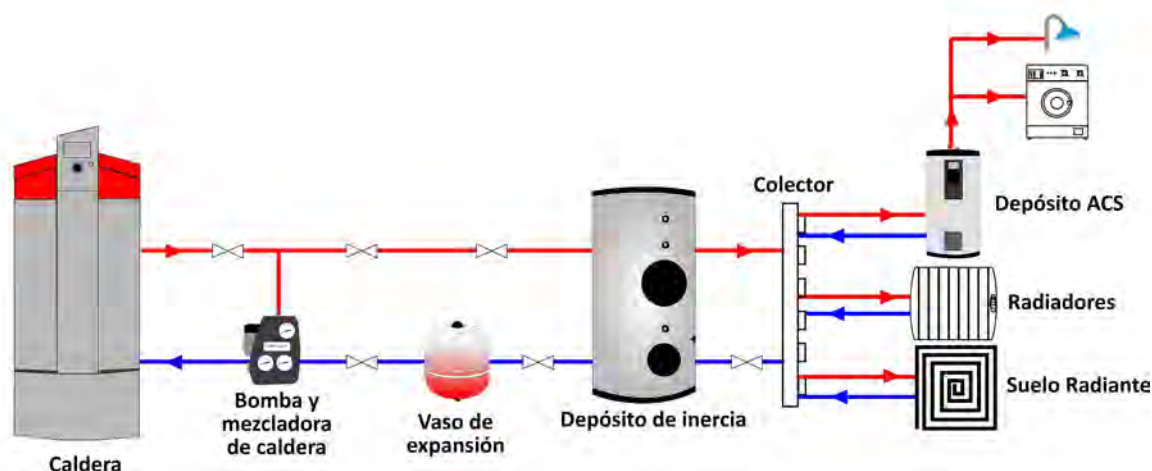


Figura 3.15. Esquema de uso doméstico de la biomasa

La **biomasa residual** también ofrece grandes perspectivas en cuanto a su aprovechamiento energético. En este grupo se incluyen los residuos forestales, agrícolas y ganaderos, así como los producidos en núcleos urbanos. Estas perspectivas quedan limitadas debido a la contaminación que produce la eliminación de estos residuos que en ocasiones no compensa los beneficios de la energía que se puede generar, por lo que este tipo de biomasa se utiliza sobre todo en instalaciones que aprovechan sus propios residuos, como granjas, depuradoras urbanas, o industrias forestales, lugares en los que, además de obtener energía, se ahorra los costes de eliminación de residuos. [15]

La biomasa presenta varias **ventajas** [16]:

- Es una fuente de energía inagotable .
- En algunas situaciones se usan tierras abandonadas para el cultivo, por lo que evita la erosión y degradación del suelo.
- Contribuye a la limpieza de montes y el aprovechamiento de residuos de diferentes industrias.
- Fomenta la creación de puestos en los medios rurales
- Existe una gran variedad de tipos de biomasa y de calderas, con tecnología y rendimientos muy avanzados, las cuales admiten muchos tipos de biomasa como materia prima para su funcionamiento.

No obstante también tiene una serie de **inconvenientes** [16]:

- Muchos de los recursos utilizados a menudo tienen elevados contenidos de humedad, lo que hace necesario un sacado previo, el cual implica una etapa más y un consumo de energía previo.
- Al tener una menor densidad energética, los almacenamientos son mucho mayores.
- Los rendimientos de las calderas de biomasa son, por lo general, inferiores a los de las calderas que usan combustible fósil.
- Presentan bajos índices de contaminación del medio ambiente.

- Los sistemas de alimentación de combustible de las calderas y eliminación de cenizas son más complejos y requieren unos mayores costes de operación y mantenimiento.
- Al ser un recurso de uso “reciente”, las redes y canales de distribución no se encuentran tan desarrollados como los de los combustibles fósiles.

3.3.5. Geotermia

La energía geotérmica es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo de la Tierra, y que ha sido producida fundamentalmente por la desintegración de las sustancias del núcleo terrestre. Este calor tiende a difundirse en el interior hasta escapar por la superficie de la corteza terrestre. Esta energía sería suficiente para cubrir las necesidades mundiales si se aprovechara totalmente, pero a veces es difusa y difícil de tratar.

La temperatura se distribuye de forma irregular según las zonas de la corteza terrestre. Las bolsas de magma que proceden de las zonas más profundas se desplazan hacia zonas de menor presión. Las rocas, en su contacto con el magma, se funden y desprenden grandes cantidades de gases que tienden a salir por las grietas y las fisuras de la corteza, dando lugar a fenómenos de vulcanismo, como las erupciones volcánicas, salidas de gases a altas temperaturas (fumarolas y solfataras), salida de agua hirviendo y vapor (géiseres) y salidas de agua caliente (fuentes termales).

Actualmente, el progreso en los métodos de perforación y bombeo permiten explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del mundo. Mediante estos métodos se intenta aprovechar esta energía que encierra la Tierra en forma de calor y que salvo casos aislados queda desaprovechada o perdida.

En las zonas que reúnen unas condiciones ideales (Islandia o Italia), el aprovechamiento de la energía geotérmica se puede realizar a varias temperaturas: [15]

- **Baja temperatura:** se aprovecha directamente el calor que emerge a menos de 100 °C en varias aplicaciones: calefacción, agua caliente doméstica y sanitaria, piscinas, invernaderos, secaderos, etc. Esta utilización presenta un inconveniente importante, y es que, debido al bajo nivel térmico del fluido, tiene que ser utilizado en aplicaciones directas del calor, por lo que el centro de consumo debe estar cerca del yacimiento.
- **Media y alta temperatura:** Para extraer la energía almacenada en la litosfera necesitamos la presencia de un fluido geotérmico intermedio (amoníaco o freón) que actúe como transportador de la energía calorífica. El fluido geotérmico, una vez alcanzada la superficie, debe someterse a una serie de transformaciones para su utilización. Si la temperatura del fluido está entre los 100 °C y 150 °C, esta energía se utilizará, generalmente, para procesos industriales. Los fluidos geotérmicos con una temperatura superior a 150 °C se emplean para la producción directa de electricidad en centrales geotérmicas.

Las centrales geotérmicas para producir electricidad se establecen en una extensión de tierra con una temperatura superior a la normal llamada, campo geotérmico. Este campo tiene una fuente de calor que es un acuífero confinado, almacenado y limitado por una capa impermeable de la corteza terrestre, que conserva el calor y la presión, llamado reservorio geotérmico.

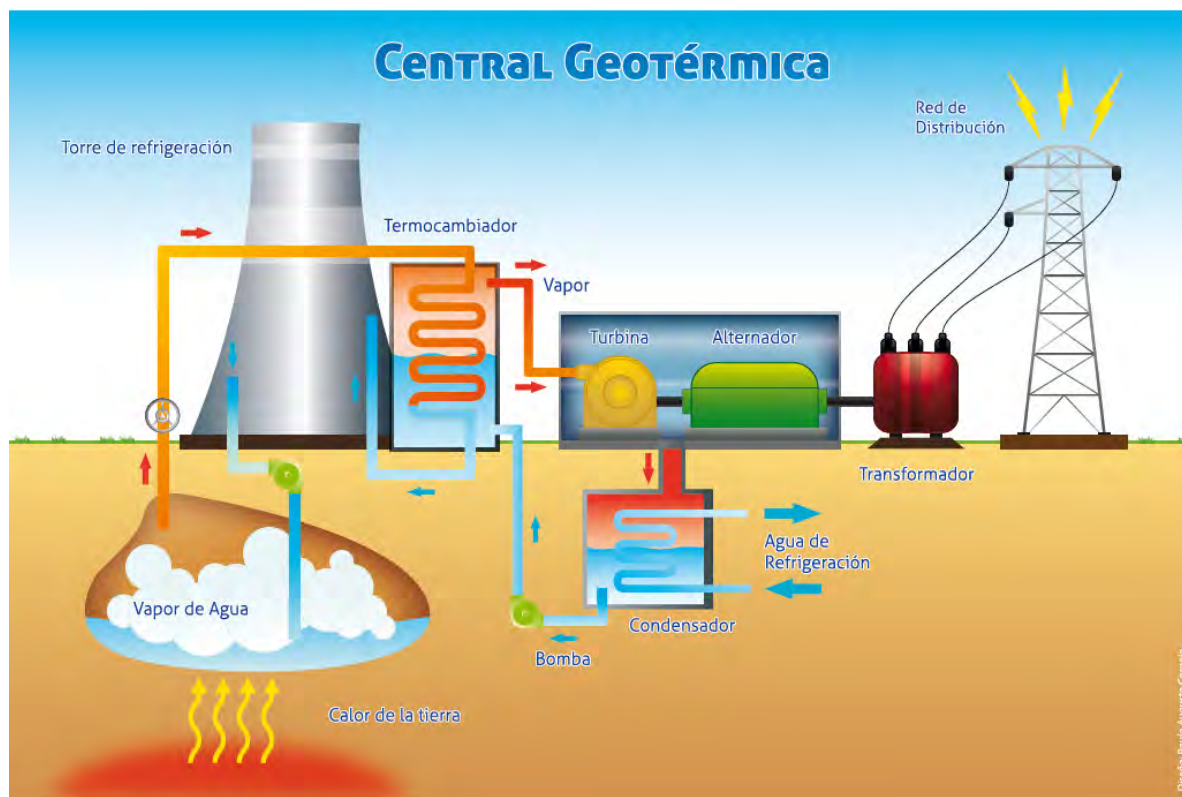


Figura 3.16. Esquema de una central geotérmica de reinyección. Fuente: Energía Geotérmica

El proceso se inicia con la extracción de una mezcla de vapor y agua geotérmica desde el reservorio geotérmico a través de los pozos, en la superficie se separan el vapor del agua geotérmica en el intercambiador de calor. Después de la separación el agua se reinyecta al subsuelo y el vapor de agua pasa por una turbina conectada a un generador eléctrico y produce electricidad que se transporta a través de la red de transmisión. El vapor geotérmico después de ser utilizado es condensado y reinyectado de nuevo al subsuelo, donde mediante un proceso reciclable el agua se puede volver a calentar, convertirse en vapor que puede volver a extraerse para mover la turbina.¹

De esta forma se presentan varias **ventajas**. La geotermia es una fuente de generación de energía eléctrica limpia, cíclica, renovable y sostenible, ya que con la reinyección se logra recargar el recurso, aunque los recursos geotérmicos son prácticamente inagotables a escala humana. Además durante el proceso, no se generan ruidos exteriores, y el área de construcción requerida y los costes para la obtención de energía son mucho menores comparándolo con otras tecnologías.

Este tipo de tecnología también tiene algunos **inconvenientes**. En yacimientos secos se han producido pequeños sismos como resultado del enfriamiento brusco de las piedras calientes. En instalaciones de baja temperatura la energía no se puede transportar. Existen métodos de obtención de energía que no utilizan reinyección, y pueden llegar a contaminar aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco, etc. También emiten ácido sulfhídrico y pequeñas cantidades de CO₂. Además, se produce una contaminación térmica y deteriora los paisajes².

Islandia, actual país referente en esta tecnología, calienta el 89% de sus hogares y genera más del 54% de la energía primaria mediante fuentes geotérmicas.

¹Funcionamiento Central Geotérmica, GrupoCEL

²Energía Geotérmica, ventajas y desventajas, Blanca Espada

3.3.6. Energías derivadas del Mar

La energía marina se refiere a la energía renovable transportada por las olas del mar, las mareas, la salinidad y las diferencias de temperatura de los océanos.

Existen cinco principios o formas de obtención de energía del mar. Todas estas formas de obtención de energía tienen la cualidad de ser renovables, ya que la fuente de energía primaria no se agota por su explotación y es limpia al no producir efectos contaminantes. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener en la actualidad y el coste económico y ambiental de instalar los equipos para su proceso han impedido hasta el momento una evolución notable de este tipo de energías.

A continuación se presentan cinco sistemas en función de los principios de las energías derivadas del mar:

- **Energía Maremotriz:** La Luna y la Tierra ejercen una fuerza que atrae a los cuerpos hacia ellas: esta fuerza gravitatoria hace que la Luna y la Tierra se atraigan mutuamente y permanezcan unidas. Como la fuerza de gravedad es mayor cuanto más cerca se encuentren las masas, la fuerza de atracción que ejerce la Luna sobre la Tierra es más fuerte en las zonas más cercanas. Esta atracción desigual que produce la Luna sobre la Tierra es la que provoca las mareas en el mar. Como la Tierra es sólida, la atracción de la Luna afecta más a las aguas que a los continentes, y por ello son las aguas las que sufren variaciones evidentes de acuerdo a la cercanía de la Luna.¹

La energía mareomotriz es la que se extrae de las mareas producidas en el agua del mar por la gravedad del Sol y de la Luna. Se produce energía eléctrica mediante un alternador conectado a una turbina que es accionada por el movimiento de las mareas.

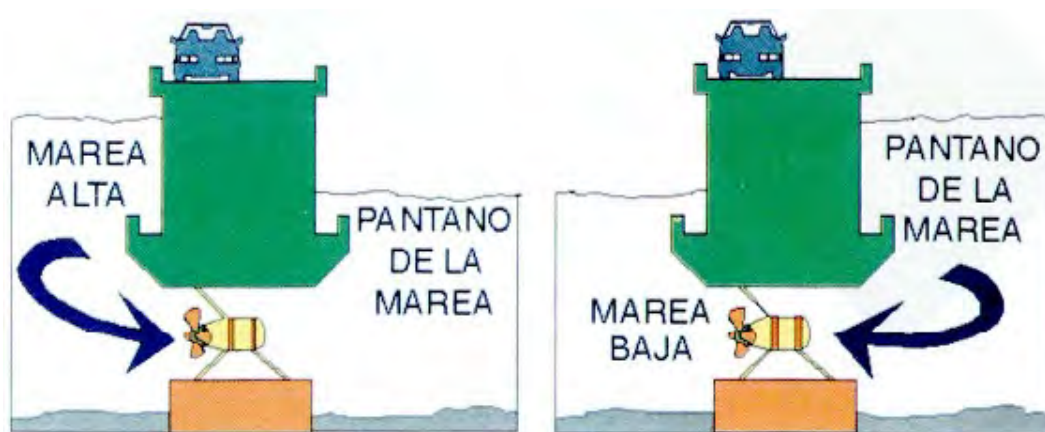


Figura 3.17. Esquema Central Mareomotriz. Fuente: Energía Mareomotriz

Este tipo de tecnología cuenta con varias ventajas. El recurso utilizado es predecible, muy abundante y no tiene coste. La tecnología presenta una larga vida útil, no produce prácticamente ruido y es eficiente a bajas velocidades. Por el contrario, tiene efectos en el medio ambiente, un gran impacto visual, requiere de emplazamientos en lugares específicos y de momento es una tecnología muy costosa.

¹Energía Mareomotriz, Vicente Viñuela Olave e Ignacio Núñez Fuentes

- **Energía Undimotriz:** Es la energía obtenida a través de la captación de la energía cinética contenida en el movimiento de las aguas oceánicas y mares. Las olas son el resultado del efecto del viento sobre la superficie del agua. Este viento se origina a partir de la principal fuente de energía del planeta, el sol. La energía contenida en los movimientos oscilatorios de los océanos es enorme y en ciertos lugares donde la actividad de las olas es abundante, la energía cinética almacenada en este movimiento supera los 70 MW/Km².

En teoría, se podría especular con la construcción de centrales captadores y generadoras de energía eléctrica basadas en el movimiento de las olas, pero existen varios factores que condicionan negativamente su implementación. El principal problema es, al contrario que las mareas, las olas no son tan fácilmente predecibles ni en frecuencia ni en tamaño y esto genera un problema de ajuste entre la oferta y demanda de energía generada. La tecnología de obtención de esta energía se encuentra en fase de desarrollo buscando el generador undimotriz ideal para el máximo aprovechamiento de las olas.



Figura 3.18. Prototipo sistema Undimotriz en Santoña, localidad Cántabra [4]

Este tipo de tecnología presenta varias **ventajas**. Es una fuente renovable con un recurso limpio que no destruye el medio ambiente ni produce gases de efecto invernadero. Además, na vez realizada la instalación tiene unos costes muy bajos.

Desafortunadamente tiene varios **inconvenientes**, el principal, es una tecnología poco trabajada e investigada, por lo que se requiere más inversión económica. El recurso no es del todo predecible por lo que no se garantiza una energía constante. [17]

- **Energía Maremotérmica:** Es un tipo de energía renovable que utiliza la diferencia de temperatura entre las aguas oceánicas más profundas y más frías, y las superficiales, más cálidas, para accionar una máquina térmica y generar electricidad.

En diferentes zonas del mundo el agua tiene distintas temperaturas dependiendo de la pro-

fundidad en que se encuentre, donde se pueden distinguir tres capas térmicas:

- *La superficial*: Entre 100 y 200 metros de espesor, que actúa como colector de calor, con temperaturas entre 25 y 30 grados.
- *La intermedia*: Entre 200 y 400 metros de profundidad, con una variación rápida de temperatura que actúa como barrera térmica entre las capas superior y profunda.
- *La profunda*: La temperatura disminuye progresivamente hasta alcanzar los 4 °C a 1000 metros y 2 °C a 5000 metros.

El funcionamiento de la energía maremotérmica es el siguiente, representado en la Figura 3.19¹. El agua superficial es utilizada para calentar un líquido con un punto de ebullición bajo mediante un intercambiador de calor, el fluido se transforma en vapor que mueve una turbina que genera electricidad. Posteriormente, este vapor se enfría en otro intercambiador de calor en contacto con el agua fría para luego reiniciar el ciclo de generación.

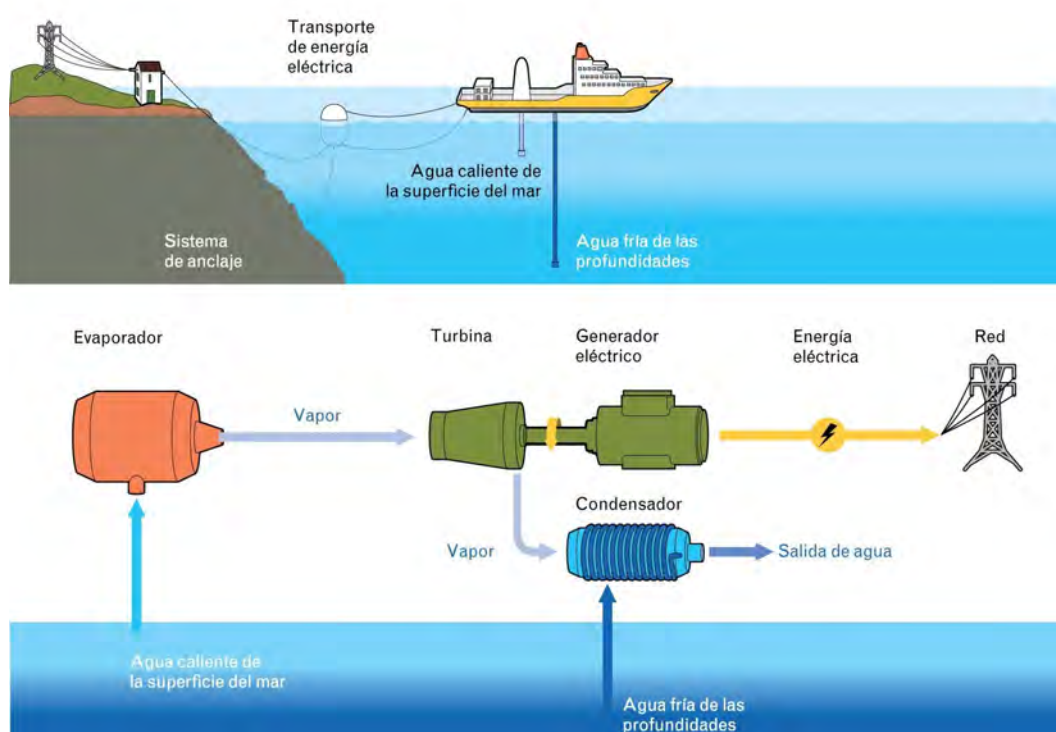


Figura 3.19. Sistema de captación de energía Maremotérmica. [5]

Además de las **ventajas** de ser una energía renovable, limpia, con emisiones prácticamente nulas, el agua fría del fondo oceánico se puede utilizar para sistemas de aire acondicionado de edificios, alimentación de peces, crustáceos, algas y plantas marinas.

De momento, como el resto de energías derivadas del mar, es una tecnología muy joven con varias **desventajas**, y los costes de las plantas maremotérmicas son muy elevados, superando los costes requeridos al emplear combustibles fósiles para la producción de energía. Además, las plantas maremotérmicas deben ser ubicadas en zonas cuya variación de temperatura a lo largo del año sea de 20 °C para reunir las condiciones de producción de energía eléctrica. La

¹Energía Maremotérmica,KN3

ubicación de las centrales y la tuberías requerida para el funcionamiento del sistema puede afectar los arrecifes coralinos y ecosistemas costeros.

En la actualidad, la implementación de ese tipo de centrales esta siendo estudiada por algunos países europeos como Alemania, Francia e Italia. Está en proyecto la construcción de una central 1 MW en la isla de Nauru y proyectan otra de 100 MW.

- **Energía de las corrientes del mar:** La energía de las corrientes marinas aprovecha la energía cinética de las corrientes marinas para la generación de electricidad. Las corrientes marinas tienen un potencial importante para la futura generación de electricidad, además el recurso principal es muy abundante y más predecible que el sol y el viento.

Las corrientes marinas son causadas, al igual que las mareas, como resultado de las interacciones gravitacionales entre la tierra, la luna y el sol. Otros efectos, como las diferencias en la temperatura y la salinidad y el efecto de Coriolis debido a la rotación de la tierra son también influencias principales. La energía cinética de las corrientes marinas se pueden convertir en su mayor parte, de la misma forma que una turbina eólica extrae energía del viento, en energía eléctrica.

El principio de funcionamiento es similar al de los sistemas eólicos. Se coloca en el flujo de corriente marina un molino que es accionado por el movimiento del agua. El rotor esta conectado a un generador y se produce la energía eléctrica.

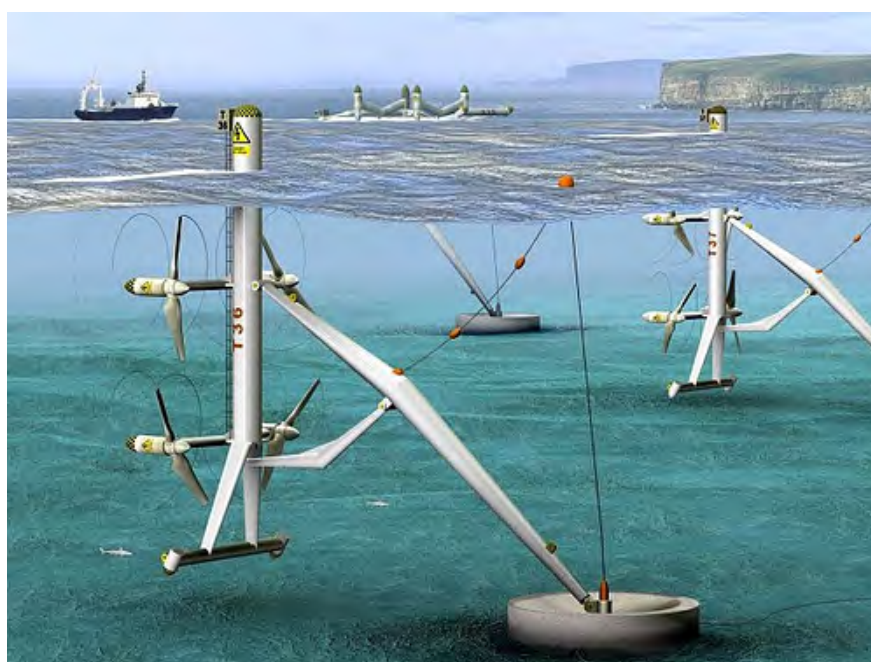


Figura 3.20. Sistema de captación de energía de las corrientes marinas

Además de las **ventajas** de las energías renovables, este tipo de energía tienen sistemas de predicción actuales muy precisos ya que las corrientes provocadas por causas de inercia o la marea, mantienen sus caudales conocidos y prácticamente constantes. También, es un sistema relativamente inmune a las inclemencias meteorológicas al contrario que otros sistemas situados en la costa o que aprovechan la energía de las olas.

Por otro lado, tienen una serie de **inconvenientes**. Presenta un impacto visual y estructural

sobre el paisaje costero, un efecto negativo sobre la flora y la fauna y como toda energía derivada del mar, el traslado de energía es muy costoso.

- **Energía osmótica o Energía azul:** Se trata de la energía obtenida por la diferencia en la concentración de sal entre el agua del mar y el agua del río.

La ósmosis es un fenómeno físico relacionado con el movimiento de un disolvente a través de una membrana semipermeable. Tal comportamiento supone una difusión simple a través de la membrana, sin gasto de energía. La ósmosis del agua es un fenómeno biológico importante para el metabolismo celular de los seres vivos¹

Una planta de energía osmótica pretende copiar a la naturaleza utilizando una membrana artificial que separa dos cámaras, una con agua dulce y otra con agua salada. El agua dulce es capaz de atravesar la membrana incrementando el volumen del depósito de agua salada. Este hecho produce un importante cambio de presión equivalente a un salto de agua de unos 120 metros. Con esta potencia es posible mover una turbina y generar electricidad. [18]

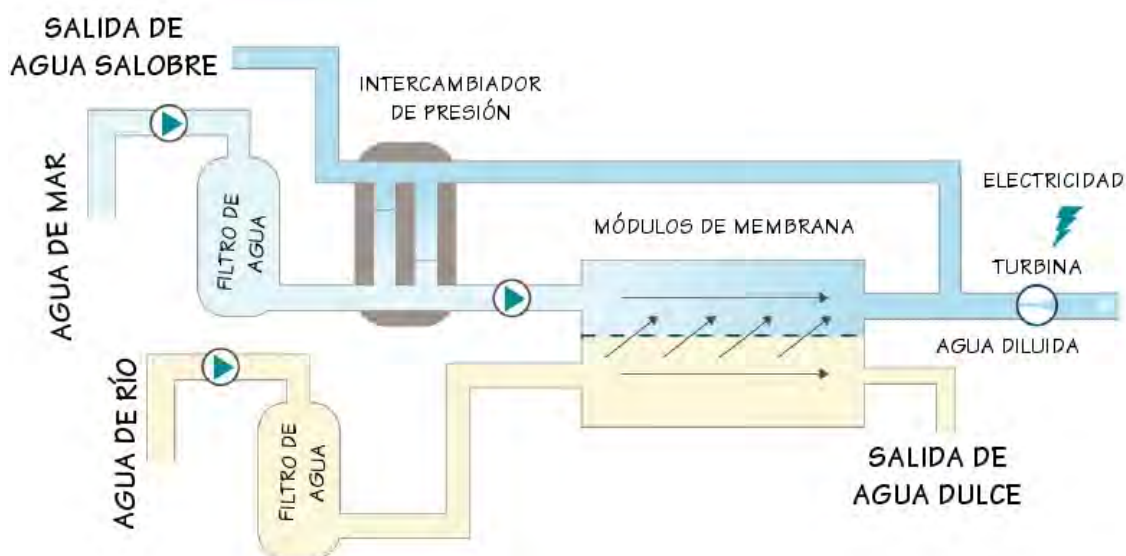


Figura 3.21. Esquema funcionamiento de una Central Osmótica [6]

Por lo tanto esta energía se produce en las desembocaduras de los ríos donde el agua salada del mar entra en contacto con el agua dulce del río. Y es que las diferencias de concentraciones de sal pueden producir energía mediante el fenómeno de la ósmosis. Este tipo de energía tiene un gran potencial, sobre todo en zonas con ríos caudalosos.

Este tipo de energía tiene muchas **ventajas**. Es un proceso natural que se da en todo el mundo, no emite CO₂. Las plantas de energía azul están diseñadas para extraer la energía de este proceso sin interferir en la calidad del entorno del sitio ya que el único residuo que tienen es agua salobre. Además, este tipo de producción eléctrica es estable y predecible.

El mayor **inconveniente** de la energía azul es el coste. Las membranas semipermeables son de costosa producción y, es necesario obtener grandes extensiones para generar la presión necesaria para el movimiento de la turbina.

¹Ósmosis, Wikipedia

CAPÍTULO 4

Contribuciones y diseño de juego como elemento complementario al proceso de aprendizaje en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones

Hemos hablado en los anteriores temas sobre la gamificación y sobre las energías renovables. En este proyecto se ha tratado de unir ambos conceptos con el fin de transmitir conocimientos sobre las energías limpias de una manera más eficiente, mediante el diseño e implementación de juegos que puedan utilizarse en el aula como refuerzo del proceso de enseñanza/aprendizaje. En este capítulo se realiza una descripción de las contribuciones realizadas para la asignatura de Energía y Telecomunicaciones.

4.1. Motivaciones y objetivos a conseguir

La unión de los conceptos de gamificación con las energías renovables se centra principalmente en el ámbito educativo. Para llevar a cabo esta unión se han desarrollado dos juegos educativos diseñados para la asignatura de 3er curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación, “Energía y Telecomunicaciones”, en colaboración con Jesús Mirapeix.

Siguiendo el modelo educativo explicado en la sección 2.6, se ha tratado de implementar una nueva actividad con el fin de conseguir un aprendizaje racional y significativo a la vez que se trata de aumentar la motivación de los estudiantes. La actividad consiste en la adaptación de un

juego de mesa al aula universitaria mediante la incursión de preguntas en sus diferentes fases. Para mantener la motivación de los estudiantes, además de la naturaleza competitiva del juego, se les incentivarán con puntos de experiencia XP que pueden utilizar posteriormente en el examen parcial.

En un doble sentido, se podría decir que se está realizando una evaluación continua libre de una carga de trabajo tradicional ya que se utilizan métodos diferentes para que los estudiantes continúen motivados antes, durante y después de su aprendizaje.

Se ha buscado una propuesta diferente, respetando los contenidos de la asignatura, donde los alumnos adquieran conocimientos y aprendan a gestionar sus recursos para lograr los objetivos. Estas características nos conducen entre otros a los juegos de mesa. Se mezclarán los aspectos tradicionales de los juegos de mesa junto con la tecnología para lograr una actividad de carácter didáctico y de refuerzo del aprendizaje en el ámbito de la docencia universitaria.

4.2. Punto de partida: Juego de mesa “Alta Tensión”

La idea principal se basa en el juego de mesa “Alta Tensión” [19]. Se trata de un juego de tablero, creado por **Friedemann Friese**, con un nivel de complejidad de 3,28/5 según la Board Game Geek (BGG). Se trata de un juego que pueden participar de 2 a 6 personas, con una duración aproximada de partida de dos horas, independiente del número de jugadores.

La elección de este juego se debe a su estrecha relación con los contenidos de la asignatura, tratando directamente con las diferentes tecnologías de generación de energía estudiadas en los contenidos del curso. Además, es un juego donde cada turno se divide en 4 fases, esto proporciona facilidades y una cierta flexibilidad a la hora de introducir modificaciones para conseguir el objetivo propuesto.

4.2.1. Objetivo del Juego

Durante la partida los jugadores compiten por el control en la gestión eléctrica de un país, construyendo centrales eléctricas de diferentes tipos, gestionando los recursos de los que dependen e incluyendo nuevas ciudades en su red. Mediante el juego los participantes toman el papel de las empresas eléctricas que tienen como objetivo principal suministrar electricidad a los habitantes de un país para obtener beneficios. Los participantes se enfrentarán entre ellos donde el vencedor será aquel participante que gestione mejor sus recursos y se convierta en la compañía eléctrica más próspera.

4.2.2. Componentes

Para llevar a cabo la partida el juego se compone de los siguientes elementos:

- Tablero de juego con un país en cada lado (Alemania y Estados Unidos)
- 43 cartas de centrales eléctricas
- 6 cartas de ayuda
- Billetes de 1, 5, 10 y 50 electros
- 24 cubos marrones para el recurso del carbón

- 24 cilindros negros para el recurso del petróleo
- 24 prismas hexagonales amarillos para el recurso de la basura
- 12 prismas hexagonales rojos para el recurso del uranio
- 132 casas que representaran los distribuidores en cada ciudad (22 de cada uno de los 6 colores: rojo, verde, azul, amarillo, negro y violeta)
- Libro de reglas



Figura 4.1. Contenido del juego “Alta Tensión”

4.2.3. Mecánica del Juego

Alta Tensión es un juego, principalmente, de gestión de recursos. Se debe optimizar el dinero (de ahora en adelante, *electro*) disponible, invirtiendo lo máximo posible buscando que la inversión sea rentable.

Antes de introducirnos en la explicación de la mecánica del juego explicaremos algunos **conceptos básicos**.

El **tablero** en la versión estándar del juego tiene dos caras, una cara con Alemania y otra con Estados Unidos, aunque hay más expansiones con otros países. Los países se encuentran divididos en varios sectores. Al principio de la partida, y en función del número de jugadores, debemos elegir con qué sectores se juega.



Figura 4.2. Tablero España “Alta Tensión”

Los *Electros* es la moneda oficial del juego. Cada jugador recibe una cantidad fija al comienzo de la partida. Para poder organizarse adecuadamente tenemos billetes de 1, 5, 10 y 50 *Electros*.

Por otro lado, se dispone de las **cartas centrales eléctricas** con las cuales se suministrará corriente a los distribuidores que instalemos en cada una de las ciudades.

Las centrales tienen varias características:

- El tipo de central, que irá en función del recurso consumido para generar electricidad.
- Cantidad de recursos necesarios que necesita para generar electricidad en un turno.
- Numero de distribuidores para el cual la central puede suministrar potencia suficiente.
- Precio determinado de salida a subasta

Los tipos de centrales disponibles son de carbón, petróleo, mixtas (Carbón y/o Petróleo), basura, uranio y energías renovables. Todas las centrales necesitan sus recursos correspondientes excepto las centrales de energías renovables que no necesitan ningún recurso.



Figura 4.3. Cartas centrales eléctricas

Las centrales salen a subasta a través del *Mercado de Centrales* en la fase correspondiente de cada turno. Este mercado irá variando con las ventas a lo largo de la partida.

En el tablero tenemos una sección para la venta de recursos, esto se conoce como *Mercado de Recursos* (Figura 4.2). Existen huecos disponibles para colocar recursos de cada tipo que van decreciendo en coste (se empieza colocando por el coste más caro y se va descendiendo). A la hora de comprar se adquieren los de coste más barato disponibles.

Para suministrar a las ciudades construiremos distribuidores en ellas, asumiendo un coste en función de si somos el primero, segundo o tercer jugador en suministrar a dicha ciudad. La primera ciudad a la que se escoja suministrar será el punto de partida de nuestra red eléctrica. Una vez tenemos la primera ciudad, si queremos suministrar a otras ciudades deberemos pagar los costes de enlace entre la ciudad que queremos abastecer y en la que ya tengamos nuestra presencia. No es necesario suministrar ciudades adyacentes, es decir, si pagamos los costes de enlace hasta una ciudad no adyacente podremos suministrar a dicha ciudad.

Finalmente, “Alta Tensión” se divide en tres pasos que modifican la forma de gestionar los mercados de centrales y recursos y el número de jugadores que pueden suministrar electricidad a una misma ciudad de forma simultánea. [19]

Preparación de la partida

La preparación de la partida comienza en el paso 1.

1. En función del número de jugadores se deciden que sectores del tablero se van a utilizar, estos deben ser adyacentes.
2. Se prepara el *Mercado de Centrales*: se colocan en dos filas las centrales con coste de 3 a 10. En total 8 cartas. En la fila superior se colocan las centrales eléctricas numeradas 03 a 06, en orden ascendente de izquierda a derecha, empezando por la de número menor: estas cartas formarán el *mercado actual*. En la fila inferior se ponen las cartas nnumeradas de 07 a 10, también en orden ascendente de izquierda a derecha: este será el *mercado futuro*. Cuando los jugadores añaden una nueva central eléctrica al mercado de centrales, hay que reorganizar

todas las tarjetas en orden ascendente de forma que las 4 de número más bajo queden en el mercado actual.

3. Se separa del mazo de centrales la carta de central con coste 13 y la carta de “Paso 3”. El resto de cartas se deben barajar y se coloca al final del mazo la carta “Paso 3” y al principio del mazo la carta central de coste 13.
4. Se prepara el mercado de recursos, colocando 3 fichas de carbón en cada una de las casillas numeradas del 1 al 8, 3 fichas de petróleo en cada una de las casillas 3 a 8, y 3 fichas de basura en cada una de las casillas 7 y 8. Ninguno de estos recursos se coloca jamás en las casillas 10 al 16. También se debe de poner 1 ficha de uranio en cada una de las casillas 14 y 16. Al comenzar la partida, la ficha de carbón más barata costará 1 electro, la de petróleo 3 electros, la de basura 7 electros y la de uranio 14 electros. A lo largo de la partida, los jugadores irán colocando más fichas de carbón, petróleo y basura en las casillas 1 a 8, y un máximo de 1 ficha de uranio por casilla desde la 1 a la 16.
5. Se entrega a cada jugador 50 *Electros* y debe escoger el color de sus construcciones.
6. Se sortea el orden inicial de los jugadores. Una vez comenzada la partida el orden del juego viene determinado por una clasificación indicada en la esquina superior izquierda que afectará de forma significativa a la mecánica del juego. Esta clasificación se rige en función del nivel de suministro de cada jugador, siendo el primero en comenzar el siguiente turno el jugador que más suministro de energía haya conseguido.

Desarrollo de la partida

Cada ronda se divide en 5 fases principales:

1. Determinar el orden del juego: En esta fase se decide el nuevo orden del juego una vez comenzada la partida. El jugador inicial será el que tenga más ciudades en su red eléctrica. Si hay dos o más jugadores empatados a número de ciudades, el jugador inicial será el que posea la central de mayor número. La casa de este jugador se coloca en la primera posición de la zona de orden de juego del tablero. Las posiciones de los demás jugadores se determinan mediante el mismo sistema.
2. Subasta de centrales: En esta fase, cada jugador puede tener la oportunidad de sacar una central eléctrica a subasta. Durante la misma, cada jugador podrá comprar como mucho 1 central eléctrica. El jugador inicial es el primero y debe elegir una de estas opciones:
 - a) *Pasar*: El jugador puede optar por no comenzar ninguna subasta y pasar su turno. Si decide hacerlo, no podrá pujar por ninguna otra central en las posteriores subastas de esta ronda, y por tanto se quedará sin una nueva central eléctrica en esta ronda.
 - b) *Sacar a subasta una central*: El jugador puede elegir 1 de las centrales eléctricas del *mercado actual* y pujar por ella. No se puede pujar por menos de su valor mínimo pero si se podría comenzar la puja con un valor más alto. Siguiendo la dirección de las agujas del reloj, los demás jugadores pueden superar esta puja o pasar. Si un jugador para, no podrá volver a participar en la misma subasta. Los jugadores deben seguir pujando o pasando hasta que solo quede uno de ellos. El ganador de la subasta debe pagar su puja más alta a la banca y coger la central eléctrica. A continuación, los jugadores roban

una nueva tarjeta inmediatamente y la colocan en el mercado para sustituir la central vendida. Deberán reorganizar las centrales por orden ascendente: las 4 centrales de coste más bajo deberán quedar en el *mercado actual*, y las 4 más altas en el *mercado futuro*.

También se debe tener en cuenta las siguientes normas:

- En la primera ronda, todos los jugadores deben comprar una central eléctrica.
 - Cuando el jugador haya adquirido una central eléctrica en una ronda, ya no podrá pujar en ninguna subasta de la misma ronda, ni tampoco podrá sacar a subasta una central.
 - Si el jugador que ha iniciado una subasta consigue la central subastada, cede el turno al siguiente jugador, que podrá elegir otra central para subastarla, siempre que no haya adquirido ya una en esta ronda. De haberlo hecho, será el siguiente jugador quien tenga opción a comenzar una subasta, y así sucesivamente. Si gana la subasta un jugador distinto al que la inició, éste último podrá sacar a subasta otra central eléctrica del *mercado actual* o pasar.
 - Durante la partida, cada jugador sólo puede tener 3 centrales eléctricas en todo momento. Si se quiere una cuarta central, hay que descartar una de las otras. Se puede trasladar los recursos de la central eléctrica descartada a las otras 3 centrales, siempre que sean del tipo que consumen para producir energía. Si ya no les queda capacidad de almacenamiento, o no hay ninguna central que consuma los recursos de la central eléctrica descartada, el jugador propietario deberá devolver dichos recursos a la reserva (y no al *mercado de recursos*).
 - El último jugador en abrir una subasta en una ronda podrá pagar la puja mínima para adquirir la central subastada. Esta es la ventaja de ser el último en esta fase.
 - Si en alguna ronda posterior no se vendiera ninguna central eléctrica, los jugadores deben retirar del mercado la central con el coste más bajo, devolverla a la caja y robar otra del mazo de centrales eléctricas para sustituirla. A continuación se deberá reorganizar el mercado siguiendo las reglas habituales.
 - Dado que el orden del juego se determina al azar al comienzo de la partida, los jugadores tendrán que volver a establecerlo después de subastar las centrales eléctricas. Como en este punto ningún jugador tendrá ciudades, el nuevo orden de juego se deberá determinar exclusivamente por los números de las centrales eléctricas.
3. Adquirir recursos: En esta fase, los jugadores podrán adquirir materias primas para sus centrales eléctricas en el *mercado de recursos*. Un jugador sólo puede adquirir recursos para centrales de su propiedad. Una central no puede producir electricidad a no ser que posea los recursos mínimos necesarios para su funcionamiento. Esta fase se resuelve **invirtiendo el orden del juego**, es decir, empezado por el **último** jugador. Cada central puede almacenar el doble de recursos de los que puede consumir. Las centrales de tipo energías renovable no puede almacenar recursos ya que no los necesita. Cada jugador puede adquirir tantas fichas de recurso como el máximo permitido por todas sus centrales eléctricas.
- Los jugadores adquieren recursos comprándolos en el *mercado de recursos*. Los números impresos en las casillas del mercado indican el precio de 1 ficha de recurso. Si un tipo de recurso está agotado, dejará de estar disponible durante el resto de la ronda actual.
4. Construcción: Al igual que la anterior fase, el orden del juego se invierte y empieza el último jugador. En esta fase los jugadores inauguran una red eléctrica o añaden ciudades a una ya existente sobre el tablero. Para ganar la partida, un jugador debe abastecer de electricidad

a más ciudades que cualquiera de sus oponentes. Por tanto, es necesario que el jugador construya una extensa red de suministro energético. Sin embargo, el ganador de la partida no es necesariamente el jugador que posea más ciudades, sino el jugador que tenga más ciudades abastecidas. Los jugadores deberán gestionar sus centrales, recursos y redes para optimizar su rendimiento y asegurarse la victoria. Al principio de la partida, los jugadores empiezan sin ciudades, por lo tanto, deberán inaugurar su propia red escogiendo cualquier ciudad de las zonas de juego del tablero disponibles y que no haya sido ya escogida. Para indicar que la ciudad elegida forma parte de su red eléctrica, cada jugador coloca una de sus casas en la casilla de dicha ciudad numerada con un 10 (coste de electros de la primera ciudad).

5. **Burocracia:** En esta fase se abastecen las ciudades deseadas haciendo uso de los recursos disponibles. Los jugadores ganan electros, reponen el mercado de recursos y retiran 1 central eléctrica del mercado de centrales, sustituyéndola por una nueva robada del mazo.



Figura 4.4. Fase Burocracia “Alta Tensión”

El reparto de electros comienza por el jugador inicial. Cada jugador va declarando cuántas de las ciudades de su red eléctrica es capaz de abastecer electricidad. Sus ingresos dependerán de la cantidad de ciudades que abastezca, tal y como se indica en la tabla de ganancias. Si un jugador no suministra energía a ninguna ciudad, recibirá 10 electros que es el mínimo garantizado. Los jugadores retiran los recursos necesarios de las centrales eléctricas que hayan producido energía en la ronda y los devuelven a la reserva. Los jugadores pueden optar a abastecer a menos ciudades de las que conformen su red eléctrica. Sólo se cobra por las ciudades abastecidas. Si un jugador produce más electricidad que ciudades en su red eléctrica, el excedente de energía se pierde. Cada jugador puede decidir cuántas y cuáles de sus centrales usará.

Fin de la partida

La partida finalizará en la ronda donde alguno de los jugadores alcancen un número determinado de ciudades construidas. El ganador será aquel que en la fase de burocracia de esta última ronda sea capaz de abastecer el mayor número de ciudades. En caso de empate a ciudades, el ganador será aquel que más electros tenga en su cuenta. Es importante destacar que el ganador es el que más ciudades abastezca y no el que más construya.

4.3. Adaptación a la asignatura de Energía y Telecomunicaciones

Partiendo de la base del juego “Alta Tensión” se han realizado algunas modificaciones para adaptarlo a una actividad para realizar en la asignatura de Energía y Telecomunicaciones del Grado de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria.

Previo a la Partida

Es posible que el primer contacto con juegos de este tipo, para los alumnos de hoy en día sea confuso. Además, el juego escogido no es de los más sencillos según la BGG, por ello es importante tener unas nociones básicas previas al comienzo de la partida.

Antes de comenzar la partida los alumnos disponen de las normas y tutoriales de la actividad en la plataforma Moodle de la universidad. Para una mayor fluidez en la partida y en la clase, los alumnos deben leer y entender las reglas y fases del juego.

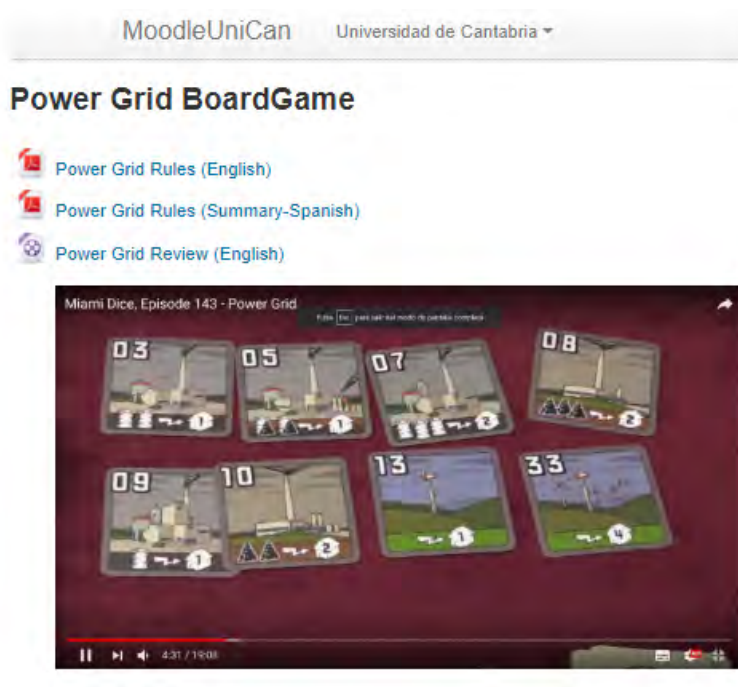


Figura 4.5. Tutoriales y reglas en la plataforma Moodle Unican

Desarrollo de la Partida

La base de nuestro juego es “Alta Tensión”. Se seguirán respetando todos los componentes en cuanto a sus fases y mecánica del juego. Las modificaciones se han realizado ayudándonos de la plataforma Kahoot!. Esta plataforma nos facilita el lanzamiento de preguntas de tipo “quizz” durante el transcurso de la partida (hablaremos más adelante de ella). La plataforma será visible para todos los jugadores ya que las preguntas se verán utilizando los proyectores del aula o los dispositivos móviles de los alumnos (smartphones, tablets, etc.)

Las modificaciones son las siguientes:

- Al comienzo de cada ronda, se lanza una pregunta general, el primer jugador que la responda de manera correcta obtendrá 1 carta comodín. Los comodines se pueden acumular. 1 comodín permite construir gratis, 2 comodines permiten la obtención sin coste de una

central de *mercado actual* y 3 comodines permiten la obtención sin coste de una central de *mercado futuro*.

- En la fase de burocracia, antes de recibir los *electros* por el suministro de ciudades, se lanza 1 pregunta para cada jugador. Con esta pregunta acertada, los jugadores tendrán la opción de incrementar sus beneficios de la ronda un x% que se determinará en función del tiempo que queramos dedicar a la actividad. Por ejemplo, si el incremento es del 50% y un alumno acierta la pregunta y por suministros debe cobrar 100 electros, cobrará 150 electros.

Resultados

Al finalizar la partida, siguiendo con el método de gamificación de la asignatura explicado en el capítulo 2.6, los alumnos recibirán XP en función de la posición en la que hayan quedado. Esto mantendrá, entre otros factores, la competitividad y motivación de los alumnos durante todo el transcurso de la actividad.

Plataforma de Apoyo Kahoot!

Kahoot! es una plataforma gratuita que permite la creación de cuestionarios de tipo "quizz", encuestas, opinión y tipo puzzle. Es una herramienta que se usa habitualmente para fines didácticos. Esta plataforma se divide en dos partes y paginas web:

- **Creación:** En esta parte se crean y generan los cuestionarios, llamados Kahoots, mediante una pagina web que, a través de un sistema de usuarios, permite acceder a una cuenta desde la cual se pueden buscar y crear Kahoots. Además, también ofrece la posibilidad de consultar las estadísticas de los diferentes Kahoots realizados. Esta parte de la plataforma, en el ámbito educativo, suele ser usada por los docentes.

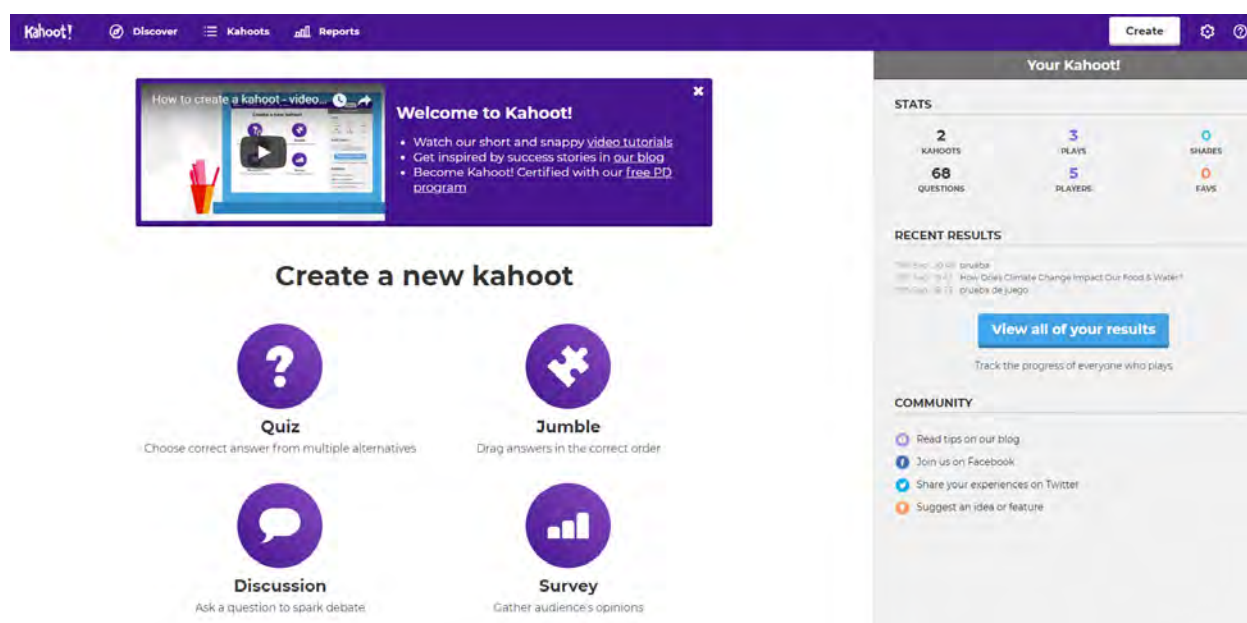


Figura 4.6. Web de creación de Kahoot!

- Participación: Se trata de la pagina web destinada al acceso y participación de los concursantes, en el ámbito educativo, los alumnos.

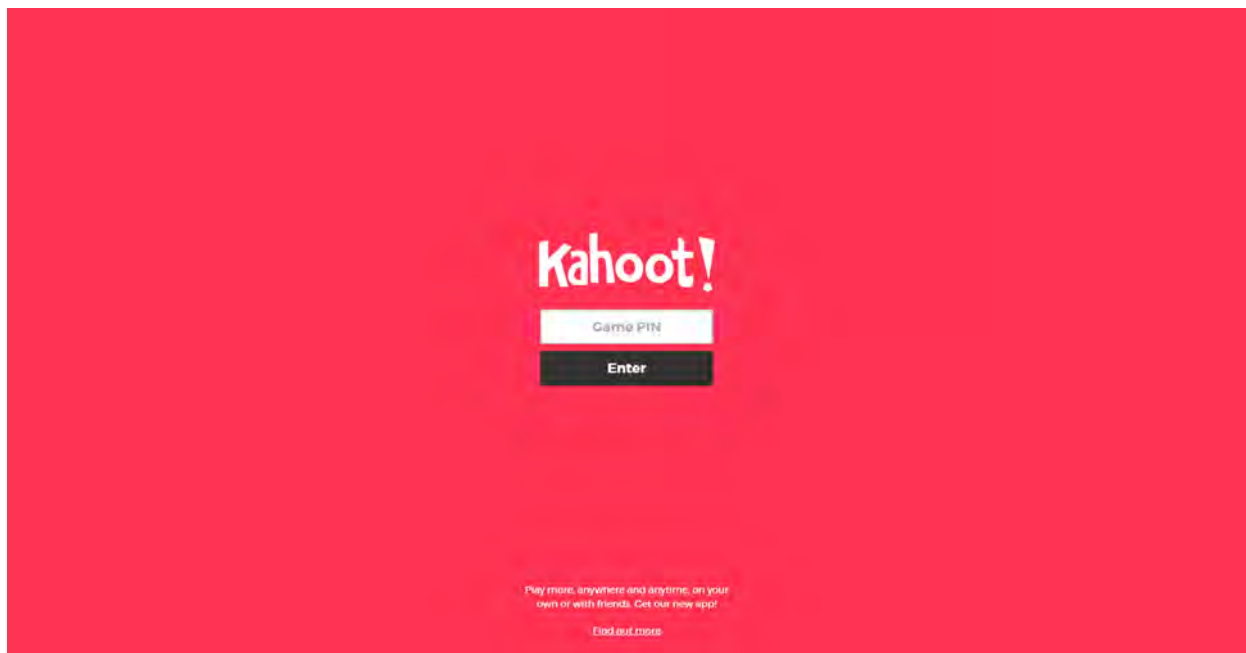


Figura 4.7. Web de acceso a la actividad de **Kahoot!**

El acceso se realiza introduciendo un código generado en la activación de la correspondiente actividad en **Kahoot!**.



Figura 4.8. Ejemplo inicio de Sesión en **Kahoot!**

Una vez introducido el código cada alumno debe elegir su nombre de participante. Cuando todos los participantes estén listos comienza la actividad. Durante la actividad, el profesor tiene la posibilidad de dedicar un tiempo entre preguntas para realizar pequeñas explicaciones o debatir sobre las respuestas proporcionadas.

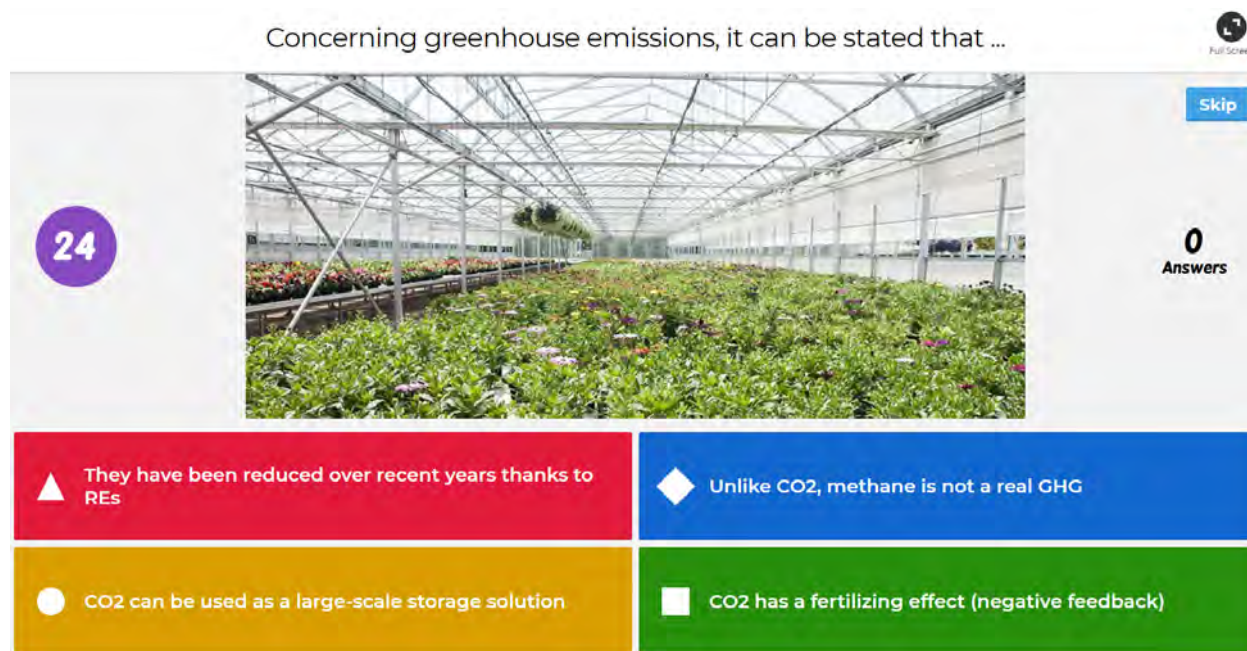


Figura 4.9. Ejemplo de actividad tipo “quizz” en Kahoot!

Idealmente, la pregunta se debe mostrar en las aulas a través de uno o varios proyectores conectados al ordenador creador del Kahoot con el fin de que todos los alumnos vean las diferentes preguntas de la actividad desde cualquier ángulo del aula. Cada alumno responderá las preguntas utilizando sus dispositivos como *smartphones*, *tablets*, ordenadores portátiles, etc. Cuando la pregunta es lanzada a cada alumno le aparecen las diferentes opciones en sus dispositivos de la siguiente manera:

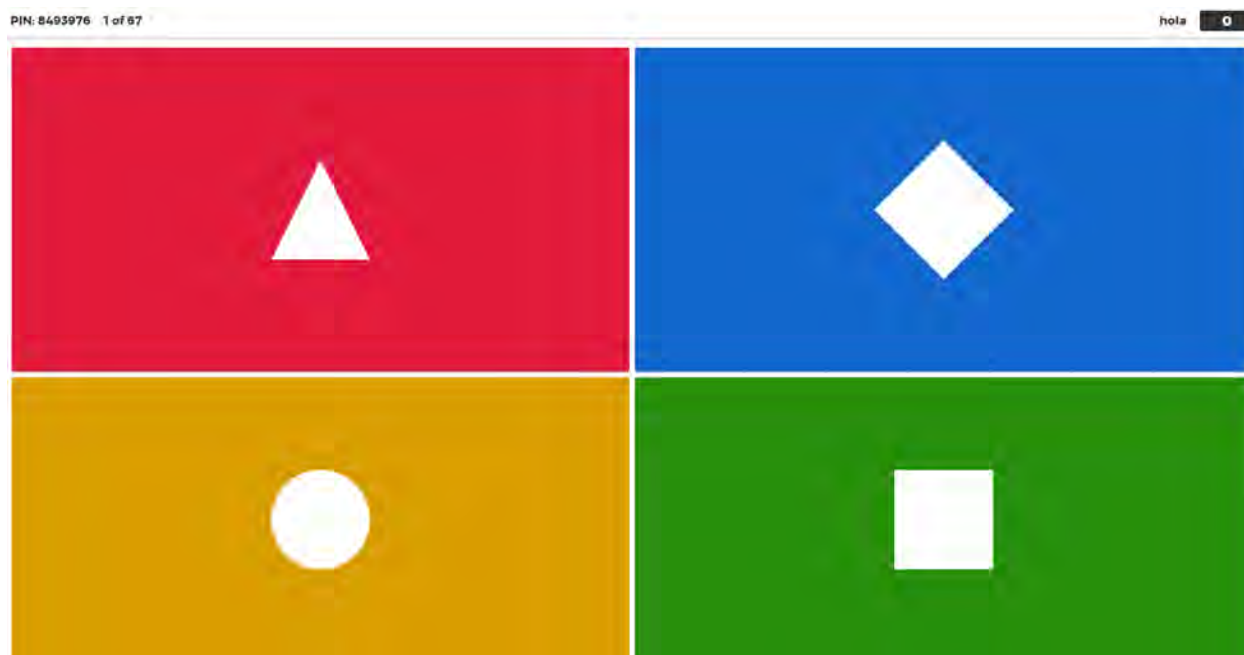


Figura 4.10. Opciones de respuestas durante actividad tipo *quizz* en Kahoot!

Como conclusión, **Kahoot!** resulta una herramienta muy potente para fines didácticos. Se pueden realizar cuestionarios de preguntas ilimitadas, proporcionando cierta flexibilidad en cuanto al tiempo que, por ejemplo, que un profesor quiera dedicar a una actividad.

En nuestra adaptación del juego “Alta Tensión” al aula universitaria se ha creado un Kahoot de tipo “*quizz*” formado por 67 preguntas de diferentes contenidos relacionados con el cambio climático, fuentes de energía de origen renovable y fósil, contaminación, producción y costes... etc.

4.4. Implementación y *Feedback* de los Alumnos

La clase donde se realizó la prueba la formaban 3 alumnos matriculados en la asignatura impartida en inglés, “*Energy and Telecommunications*”. Se trata de alumnos de perfil alto y con gran motivación. Se ha elegido esta clase ya que el número de participantes es adecuado para la actividad, y con las modificaciones se puede regular el tiempo que se quiere dedicar a ella.



Figura 4.11. Alumnos durante la Partida “Alta Tensión”



Figura 4.12. El uso del Kahoot! es importante para el desarrollo de la actividad

Como podemos ver en las figuras 4.11 y 4.12, los alumnos utilizan el teléfono móvil para responder las preguntas utilizando la sesión de partida de la plataforma **Kahoot!**. El juego se ha convertido en una solución híbrida que la componen un tablero, cartas y fichas junto con una plataforma digital y los *smartphones* de los alumnos.

Después de finalizar la sesión se realizó una encuesta a los alumnos para conocer su opinión acerca de la actividad:

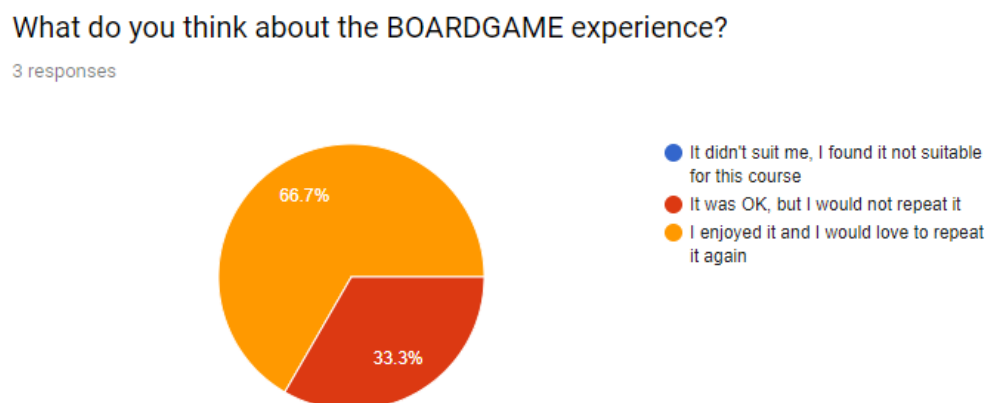


Figura 4.13. Encuesta de la experiencia con la actividad

En general la experiencia se puede considerar positiva. Sin embargo, habría que tratar de ajustar algunos aspectos como la dificultad inicial de asimilar las reglas para los alumnos no familiarizados con los juegos de mesa y los tiempos implicados en aspectos como la reposición de recursos. Además, esta actividad solo se podría realizar en aulas con un número de alumnos reducido ya que en aulas numerosas haría falta más versiones del juego y más personal de asistencia a los alumnos.

4.5. Solución a la propuesta anterior

Una vez evaluados los aspectos positivos y negativos de la experiencia asociada a la versión adaptada del *Álta Tensión*, se ha decidido proponer y diseñar un nuevo juego que solucione alguna de las dificultades anteriormente mencionadas. El juego podrá ser usado por un número de jugadores más amplio, el tiempo entre turnos se reduce y los conceptos previos al comienzo de la partida se asimilarán con más facilidad.

4.5.1. Contexto del juego

En la propuesta anterior eran necesarias demasiadas etapas de aprendizaje previas y durante la partida. Los alumnos necesitaban un tiempo para entender reglas que podía ser empleado en repaso de conceptos o en otras actividades más eficientes.

Con esta nueva solución se ha intentado buscar el dinamismo, a la vez que la flexibilidad a la hora de determinar el tiempo de juego y la adquisición de conocimientos de manera significativa. Encaja en cualquier marco temporal durante el horario de clase a la vez que reúne los factores de competitividad, motivación por recompensa (XP) y aprendizaje del material de la asignatura. Además, también tenemos flexibilidad dependiendo del contenido de la asignatura que queramos introducir con el juego ya que existirán diferentes categorías de material de asignatura con las que podremos trabajar en las diferentes sesiones del juego.

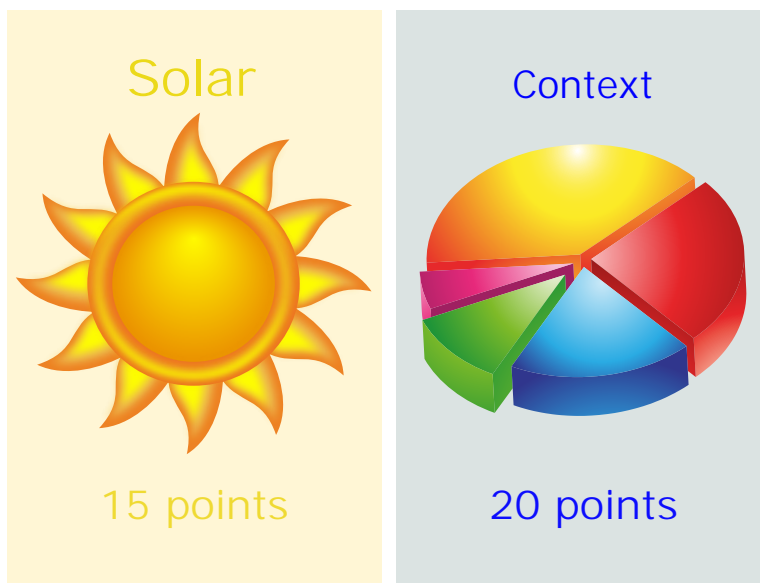
4.5.2. Componentes y *set up*

El material necesario de este juego es muy reducido. Se necesitará, una plataforma de lanzamiento de preguntas, por ejemplo **Kahoot!**, y un mazo de cartas donde tendremos las diferentes categorías a tratar y el valor asignado a cada carta, que comprenderá entre 10 y 30 puntos. Cada carta tendrá un símbolo correspondiente a su categoría junto a la puntuación.

La categorías se determinan en función del contenido de las preguntas que puedan aparecer a lo largo del curso. Las categorías son las siguientes:

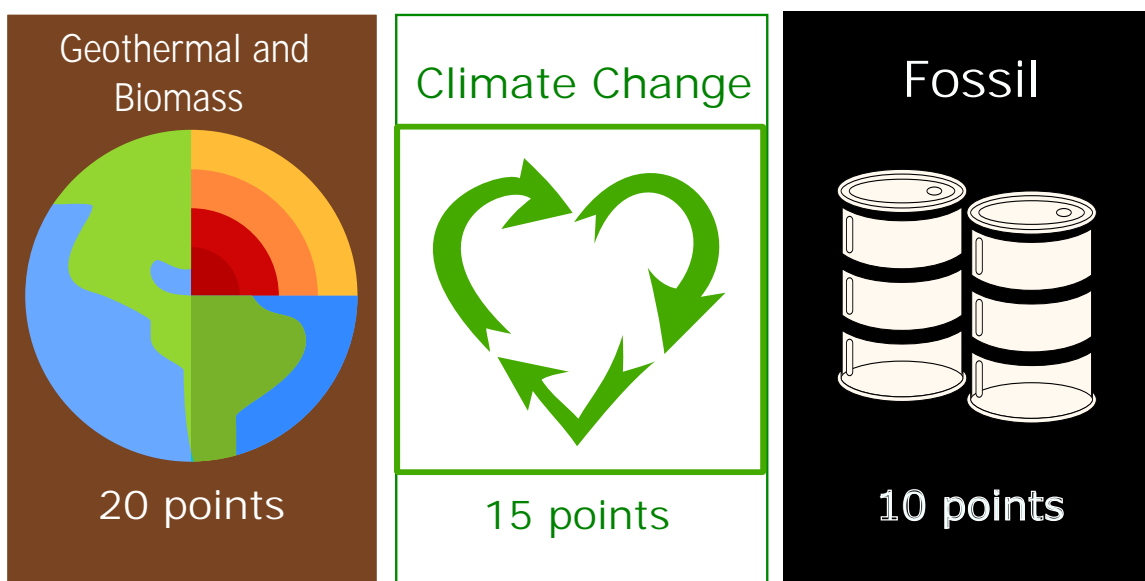
- Combustibles Fósiles
- Cambio Climático
- Contexto
- Energía Solar
- Energía Eólica
- Energía Hidroeléctrica y Derivadas del Mar
- Biomasa y Geotérmica

Se tendrán unas 10 cartas de cada categoría donde se cambiará la puntuación en las diferentes cartas. En las siguientes imágenes se detalla el diseño de cada carta dividido en las diferentes categorías:



(a) Solar

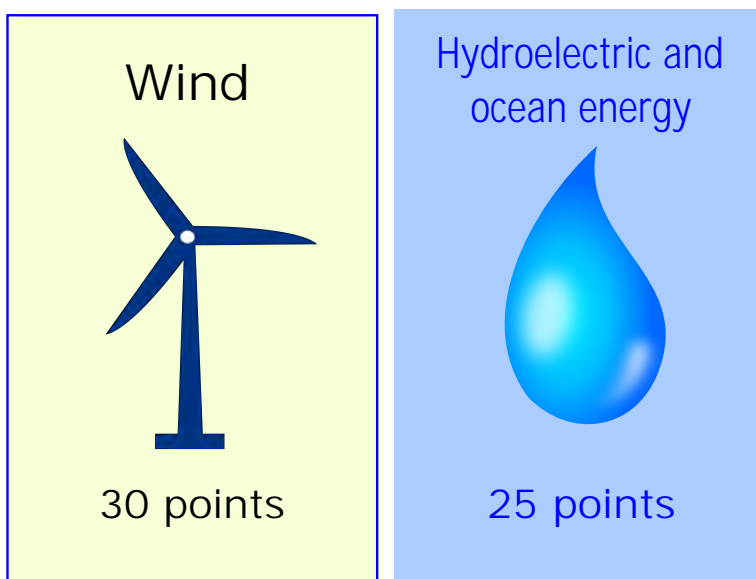
(b) Contexto



(c) Biomasa y Geotérmica

(d) Cambio Climático

(e) Fósiles



(f) Eólica

(g) Hidroeléctrica y Marítimas

4.5.3. Mecánica del Juego

La preparación de la partida es sencilla. Dividimos el mazo en sus diferentes categorías. Barajamos el mazo de cada categoría y mostramos 1 carta de cada una de ellas. Después activamos la actividad en **Kahoot!** y los alumnos ingresarán en la sesión de juego introduciendo el código proporcionado como vemos en la figura 4.8.

Una vez los alumnos hayan iniciado sesión, la partida comenzará. Se irán lanzando preguntas de diferentes categorías a través de la plataforma. El primer alumno que responda a la pregunta correctamente se llevará la carta sobre la mesa correspondiente a la categoría. Después se sacará una nueva carta de la categoría de la pregunta anterior y volverá a lanzarse una nueva pregunta. El jugador que primero alcance una determinada puntuación (por ejemplo 100 puntos) será el ganador de la partida. En caso de que haya una ronda en la que ningún alumno haya respondido correctamente la pregunta no será necesario retirar la carta de la categoría.

Por ejemplo, Kahoot! lanza una pregunta del tipo de energía solar por valor de 15 puntos, el jugador que primero conteste correctamente se lleva la carta de tipo solar por valor de 15 puntos. Se determina al inicio del juego la puntuación necesaria para alcanzar la victoria, por ejemplo 100. Si nuestro jugador tenía 90 puntos acumulados con la suma de sus cartas y contesta la anterior pregunta de energía solar, será el jugador vencedor de la partida.

Una vez finalizada la partida, al igual que en la propuesta de juego anterior, se repartirán puntos de experiencia XP en función de la posición que hayan quedado los alumnos jugadores.

4.5.4. Secuencia ejemplo del Juego

Para entender los conceptos básicos del juego se ha diseñado una secuencia simulando el inicio, desarrollo y final de una partida.

- *Inicio de la partida:* En esta fase las cartas quedan colocadas divididas en categorías encima de la mesa. Mientras, los alumnos leen la pregunta lanzada en el Kahoot! que aparece en el proyector y se dispondrán a responder a través del dispositivo que hayan elegido.

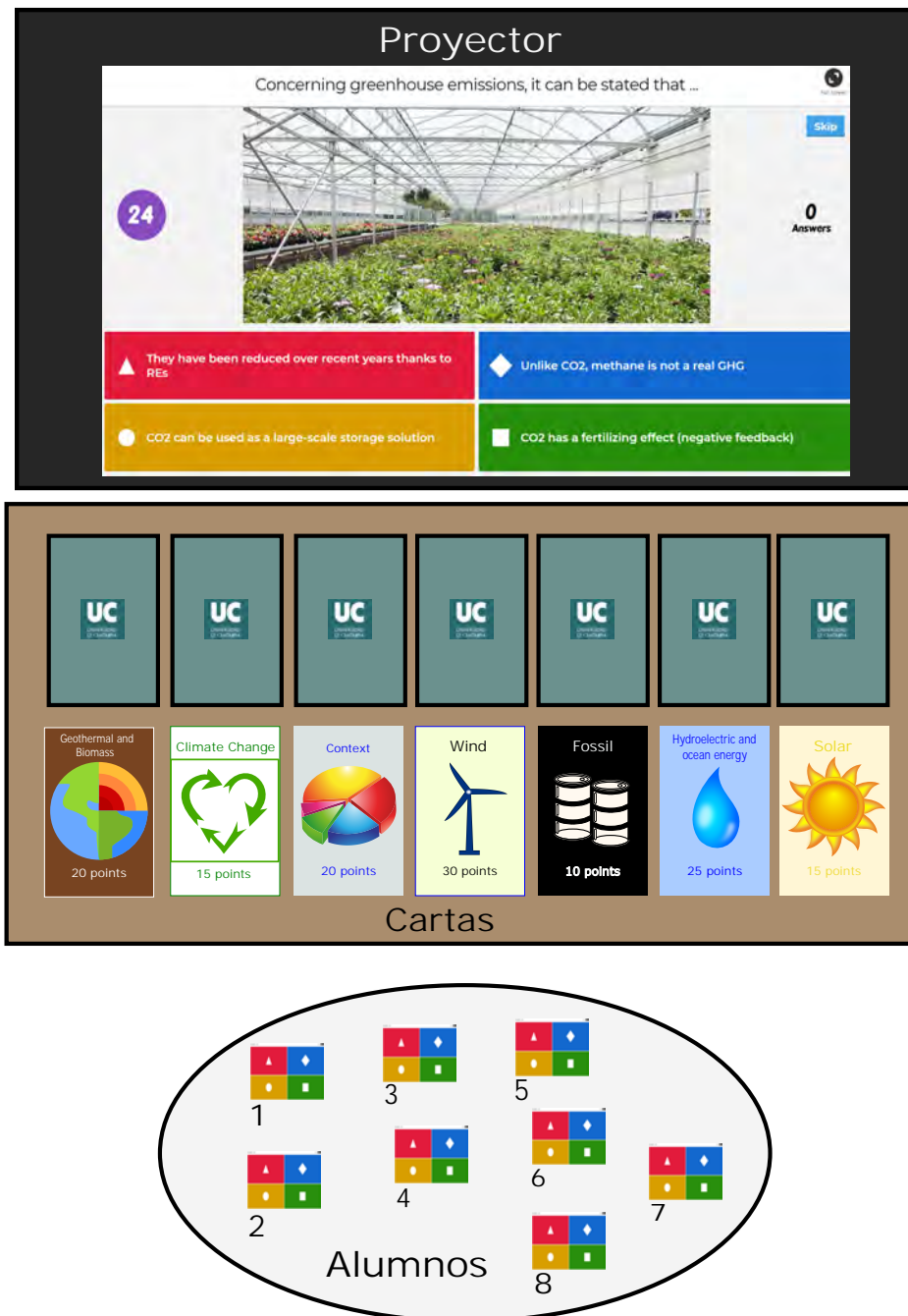


Figura 4.14. Preparación e inicio de la partida

■ Desarrollo de la partida

En este caso la pregunta lanzada es sobre el cambio climático. El primer alumno que responda la pregunta se llevará la carta sobre la mesa que pone “*Climate change*”. En nuestro ejemplo será el alumno número “3” el cual sumará 15 puntos que es el valor de la carta que ha ganado. Después debemos reponer la carta sacando una nueva del mazo correspondiente a la categoría.

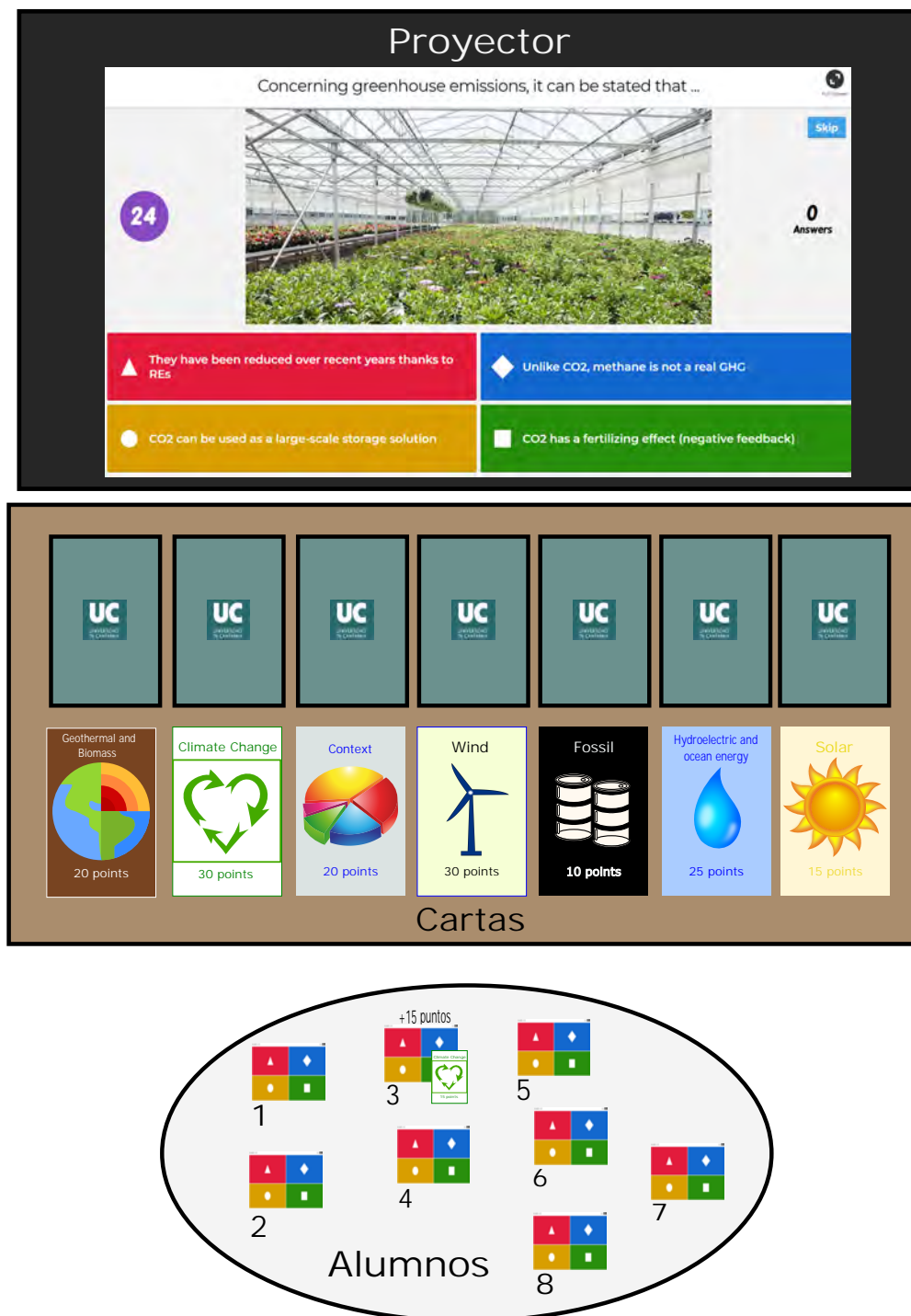


Figura 4.15. Desarrollo de la partida

■ *Final de la partida:*

Después de varias preguntas lanzadas, nuestro jugador número “3” alcanza la puntuación determinada para ganar, de 100 puntos, sumando el valor de las cartas ganadas. Por lo tanto la partida se da por finalizada. Posteriormente el profesor realizará el reparto de puntos de experiencia XP como recompensa a los 3 primeros jugadores que hayan conseguido los mejores resultados.

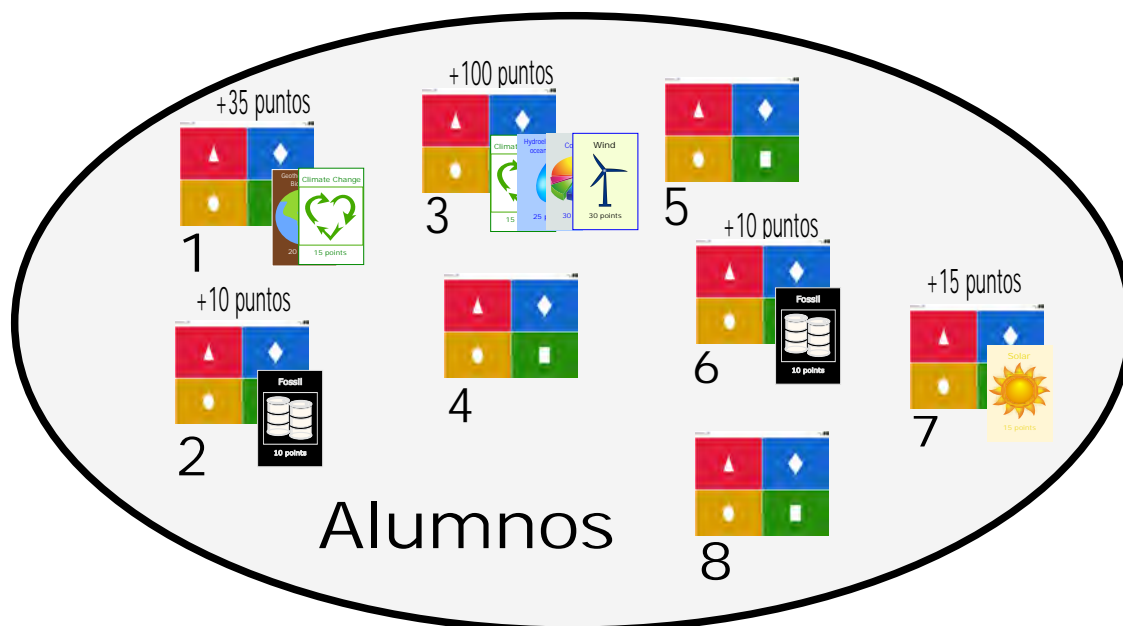


Figura 4.16. Fin de la partida

4.6. Demo digital del Juego

Para complementar esta última parte del proyecto se ha desarrollado parcialmente una demo en formato digital del juego propuesto en la sección anterior 4.5. Se trata de un juego de tipo “quiz” formado por 8 preguntas sobre las energías renovables.. Para la realización de esta demo se ha utilizado el motor Unity3D junto con las correspondientes funciones en C#, desarrolladas sobre la plataforma Visual Studio de Microsoft.

4.6.1. Introducción al entorno Unity3D



Unity3D es un potente motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Es utilizado para el desarrollo de proyectos tanto en 2D como en 3D. Resulta una herramienta útil y sencilla para los usuarios iniciados, sin renunciar a la potencia para los usuarios avanzados.

Es capaz de soportar oficialmente 3 tipos de lenguaje: *UnityScript* (similar a JavaScript), *Boo* y el lenguaje más generalizado y el cual se utilizará en esta demo *C#*. [20]



Figura 4.17. Interfaz de Unity3D

Su interfaz (figura 4.17) pretende ser intuitiva y amigable con el usuario. Se compone de varios sectores donde se puede trabajar y configurar los diferentes elementos de los proyectos [20]:

- La **ventana del proyecto**: Se compone de un explorador de archivos en el que se puede añadir, organizar, modificar o eliminar elementos, llamados *Assets*, y se sincroniza con la carpeta del sistema que contiene los elementos del proyecto, así pues, cualquier modificación realizada en la carpeta del proyecto se verá reflejada en el explorador de archivos de la ventana del proyecto.
- La **ventana escena**: Contiene la representación de los elementos que se hayan instanciado en el videojuego. Ofrece la posibilidad de editar, escalar y mover los elementos.
- El **inspector**: Permite ver y configurar las propiedades de un elemento seleccionado. Ofrece la posibilidad de visualizar variables “públicas” y “serializadas” de los *scripts* y arrastrar elementos a ellas desde el editor.
- La **ventana del juego**: Muestra el resultado que se obtendrá al iniciar la escena actual
- La **ventana de animación**: En ella se podrán realizar clips de animación desde cero y modificar *frame a frame* las propiedades deseadas de los elementos.
- La **ventana del Animator**: Ofrece la posibilidad de crear máquinas de estado y asignar animaciones a cada una de las transiciones entre los mismos.
- **Consola**: Muestra todos los mensajes del sistema: errores, mensajes, etc.

4.6.2. Código y asignación de funciones

Nuestra demo se compone de 6 *scripts* diferentes que garantizan el correcto funcionamiento de las funciones asignadas a cada elemento del juego. Esto *scripts* se han programado usando el lenguaje “C#” o “C Sharp”, un lenguaje de programación derivado del “C++” desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma “*framework.NET*”.

La funciones se describen a continuación apoyándonos en los códigos desarrollados para los elementos de nuestro juego:

- Script “*pause.cs*” encargado de cerrar el juego al pulsar la tecla “escape” (*Esc*) durante todas las escenas de nuestro juego.

```
using System.Collections;
using UnityEngine;

public class pause : MonoBehaviour {

    //Inicia el script
    void Start () {

    }

    // Si pulsamos el bot n escape en cualquier escena saldremos del juego
    void Update () {
        if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Escape))
        {
            Application.Quit();
        }
    }
}
```

- Script ***MainMenuScript.cs*** se encarga de las funciones asignadas a cada botón en la escena “Menú Principal”.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class MainMenuScript : MonoBehaviour {

    // Carga la escena 01 cuando se pulsa el botón "play"
    public void StartGame()
    {
        SceneManager.LoadScene ("Scene01");
    }

    // Carga sala de trofeos o cartas cuando el botón "Cart Room" se pulsa
    public void GotoTrophyRoom()
    {
        SceneManager.LoadScene ("TrophyRoom");
    }

    // Resetea los valores y cartas
    public void ResetPlayerPrefs()
    {
        PlayerPrefs.DeleteAll ();
    }

    // Sale del juego cuando se pulsa el botón exit

    public void doquit()
    {
        Debug.Log("has quit game");
        Application.Quit();
    }
}
```

- Script ***BackButtonScript.cs*** se encarga de asignar la función al botón “Menu” que aparece en cada pregunta y al final de la partida para regresar al Menú Principal del juego.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class BackButtonScript : MonoBehaviour {

    // Carga el menu principal cuando el boton "menu" es pulsado
    public void BackToMainMenu()
    {
        SceneManager.LoadScene ("MainMenu");
    }
}
```

- Script ***TrophyRoomControlScript.cs*** se encarga de la gestión de la sala de cartas. Se asigna una “carta recompensa” a cada pregunta lanzada durante el juego. Con este código se configura la asignación de trofeos a cada pregunta lanzada.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
```

```
public class TrophyRoomControlScript : MonoBehaviour {

    // Creamos los objetos de juego, en nuestra demo tenemos 8 cartas
    // recompensa
    public GameObject cup1, cup2, cup3, cup4, cup5, cup6, cup7, cup8;

    // Variables que guardan los premios obtenidos
    int cup1Got, cup2Got, cup3Got, cup4Got, cup5Got, cup6Got, cup7Got,
        cup8Got;

    // Inicio de script
    void Start () {

        // Obtenemos cartas de jugadores para asegurarse que tienes una
        // carta particular
        cup1Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup1Got");
        cup2Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup2Got");
        cup3Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup3Got");
        cup4Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup4Got");
        cup5Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup5Got");
        cup6Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup6Got");
        cup7Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup7Got");
        cup8Got = PlayerPrefs.GetInt ("Cup8Got");

        if (cup1Got == 1) // Si tenemos carta 1
            // mostramos carta en la balda
            cup1.SetActive (true);

        else // si no la tenemos
            // no mostramos la carta en la balda
            cup1.SetActive (false);

        // Lo mismo para el resto de copas

        if (cup2Got == 1)
            cup2.SetActive (true);
        else
            cup2.SetActive (false);

        ....

        if (cup6Got == 1)
            cup6.SetActive(true);
        else
            cup6.SetActive(false);

        if (cup7Got == 1)
            cup7.SetActive(true);
        else
            cup7.SetActive(false);

        if (cup8Got == 1)
            cup8.SetActive(true);
        else
            cup8.SetActive(false);

    }
}
```

- Script ***“NextQuestionButtonScript.cs”*** se encarga de la función del botón *“Next Level”* que trata de avanzar a la siguiente pregunta independientemente del resultado de la pregunta anterior.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class NextQuestionButtonScript : MonoBehaviour
{
    int currentSceneIndex;

    //Carga la siguiente pregunta cuando el boton "Next Level" es pulsado
    public void NextQuestion()
    {
        currentSceneIndex = SceneManager.GetActiveScene().buildIndex;
        SceneManager.LoadScene(currentSceneIndex + 1);
    }
}
```

- Script ***“LevelControlScript.cs”*** es el encargado del núcleo y control del juego. Se encarga de la gestión y control del orden de aparición de cada elemento del juego así como de la resolución de las preguntas y sus consiguiente distribución de las recompensas.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class LevelControlScript : MonoBehaviour {

    //Asignamos referencias para los objetos del juego, etiquetas para el "turno"
    //de cada objeto
    GameObject[] toEnable, toDisable;

    //Declaramos las variables de tipo Objeto del Juego que mas tarde se
    //asignar n un valor
    //en la plataforma Unity
    public GameObject correctSign, incorrectSign, cup, trophySing,
        nextlevelbutton;

    // Declaramos variable donde almacenaremos el valor de la escena actual
    int currentSceneIndex;

    // Variable que usaremos para saber que premio corresponde con cada pregunta
    // Tambien se define desde Unity y se puede cambiar a Cup2Got, Cup3Got, etc.
    public string whichCupGot = "Cup1Got";

    // Inicio
    void Start () {

        // Guardamos en las etiquetas toEnable y toDisable los valores
        // con las etiquetas ToEnable y ToDisable definidas en Unity
        toEnable = GameObject.FindGameObjectsWithTag ("ToEnable");
        toDisable = GameObject.FindGameObjectsWithTag ("ToDisable");
    }
}
```

```

        // Desactivamos todos los objetos con la etiqueta toEnable
        foreach (GameObject element in toEnable)
        {
            element.gameObject.SetActive (false);
        }
    }

    // Funcion para la respuesta correcta
    public void RightAnswer()
    {
        // Desactivamos elementos con etiqueta toDisable
        foreach (GameObject element in toDisable)
        {
            element.gameObject.SetActive (false);
        }

        // Activamos elemento pregunta correcta
        correctSign.gameObject.SetActive (true);

        // Almacenamos en "Cupgot" el valor de la carta
        // que se consigue con la pregunta.
        //Si Cupgot=1 tenemos la carta , en caso contrario no la tendremos
        int Cupgot = PlayerPrefs.GetInt(whichCupGot);

        // Si no tenemos la carta
        if (Cupgot != 1)
        //Llamamos a la funcion para que nos de la carta
            Invoke ("GetTrophy", 0.2f);

        // Activamos el boton next level
        nextlevelbutton.gameObject.SetActive(true);
    }

    // Funcion para respuesta incorrecta
    public void WrongAnswer()
    {
        // Desactivamos elementos con etiqueta toDisable
        foreach (GameObject element in toDisable)
        {
            element.gameObject.SetActive (false);
        }

        // Activamos elemento pregunta incorrecta
        incorrectSign.SetActive (true);

        // Activamos el boton next level
        nextlevelbutton.gameObject.SetActive(true);
    }

    // Esta funcion es ejecutada cuando no tenemos la carta de una pregunta
    void GetTrophy()
    {
        // Desactivamos elemento pregunta correcta
        correctSign.SetActive (false);

        // Activamos la carta
        cup.SetActive (true);
    }

```



```
// Mostramos elemento por pantalla de la carta obtenida
trophySing.SetActive (true);

//Pone el valor de la carta a 1 para que cuando se vuelva a lanzar
//la pregunta no nos vuelva a dar la carta
PlayerPrefs.SetInt (whichCupGot, 1);

}

}
```

4.6.3. Secuencia de la Demo

Se ha desarrollado una demo de un juego tipo “quiz” con 8 preguntas sobre las energías renovables. El numero de preguntas y categorías se puede ampliar así como su contenido y tipo. El idioma utilizado ha sido el inglés acorde con el lenguaje de la modalidad de habla inglesa utilizado en la asignatura “Energy and Telecommunications” del Grado Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria. A continuación se realizará una secuencia de simulación de una partida a través de nuestra demo.

- Al iniciar la demo, después del menú de carga de Unity, nos aparecerá el “Menú Principal” de nuestra demo:



Figura 4.18. Menú Principal

Si elegimos la opción “Cart Room” nos llevará a nuestra sala de cartas conseguidas. Al inicio no tendremos ninguna carta:

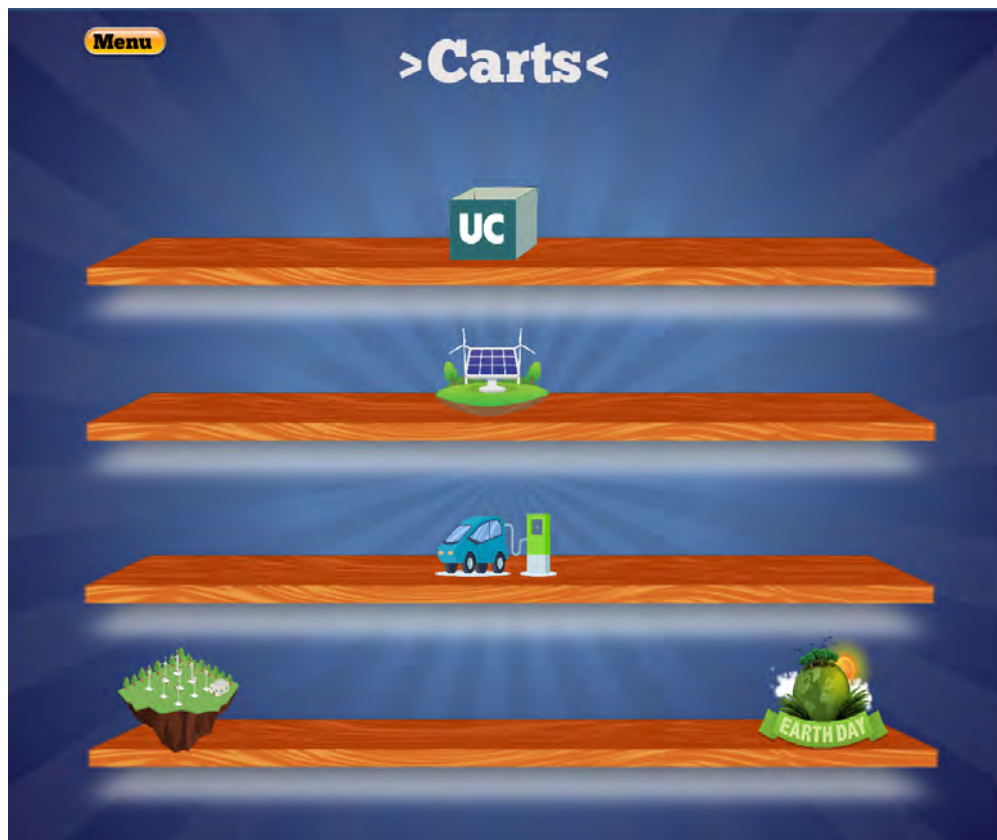


Figura 4.19. Sala de Cartas Vacía

- Si elegimos la opción “Play” comenzaremos la partida y se lanzará la primera pregunta:

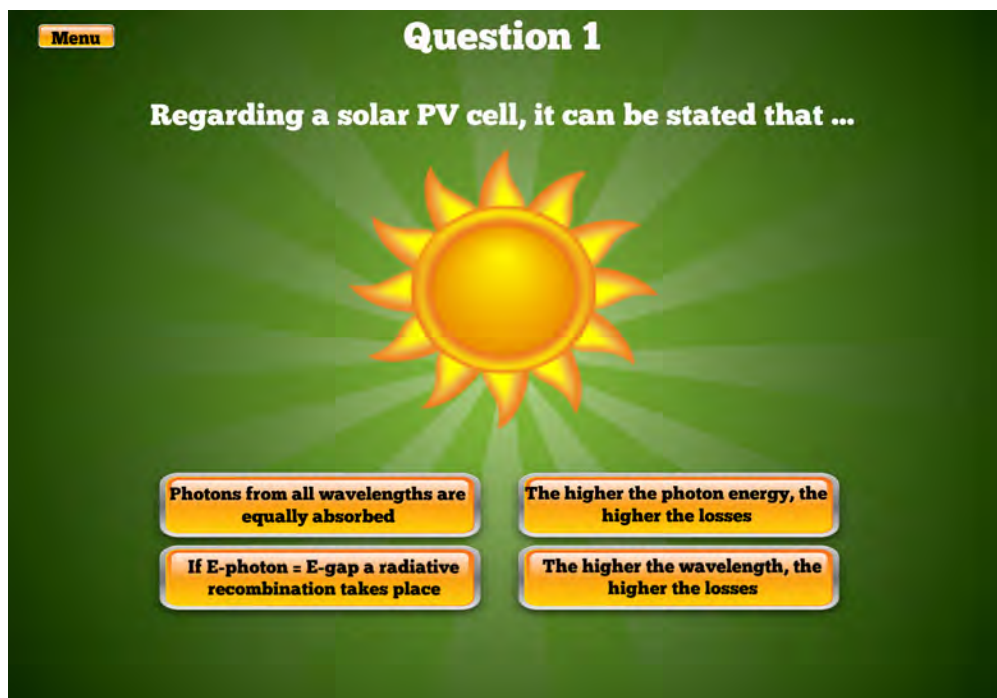


Figura 4.20. Primera Pregunta

Tendremos varias opciones para responder con o varias respuestas válidas. Si respondemos mal nos saldrá el siguiente símbolo:



Figura 4.21. Respuesta incorrecta

En cambio si respondemos bien nos saldrá el símbolo correcto y se hará entrega de la carta recompensa:



Figura 4.22. Respuesta Correcta



Figura 4.23. Entrega de Carta recompensa

- Una vez respondidas todas las preguntas, habremos llegado al final del juego. Aquí tendremos la opción de volver al menú principal o ir a la sala de cartas para ver las cartas premio obtenidas hasta el momento.

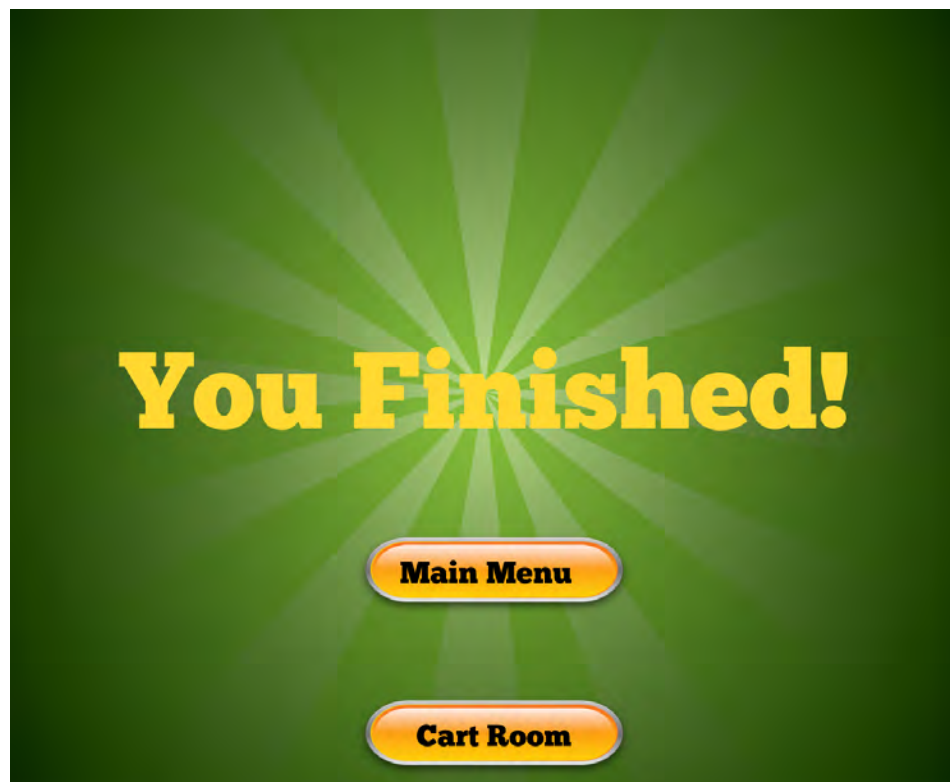


Figura 4.24. Final de la Partida



Figura 4.25. Sala de Cartas parcialmente completa

En la sala de cartas, aparecerán únicamente las cartas de las preguntas que hayan sido respondidas correctamente. Si en una ronda no se han conseguido todas las cartas premio, habrá que realizar otro intento respondiendo las preguntas bien para conseguir las cartas restantes.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y líneas futuras

Una vez relacionados los conceptos de gamificación con las energías renovables mediante diferentes propuestas, tanto el formato físico como digital, de varias actividades y juegos, es el momento de realizar un repaso y evaluar el trabajo desde el punto de vista del cumplimiento de los objetivos que se definieron en el primer capítulo. También se dedicará un espacio de reflexión sobre las posibles líneas futuras de mejora del proyecto a partir de las cuales puedan implementarse nuevos servicios y métodos docentes para la mejora y refuerzo de los procesos de aprendizaje del alumnado. De este modo, este último capítulo del trabajo queda dividido en dos breves secciones: la primera, dedicada a la evaluación del trabajo; la segunda, dedicada a las líneas de mejora futura.

5.1. Evaluación del trabajo

La motivación principal de este trabajo ha sido tratar de desarrollar una actividad para su implementación en un aula universitaria con el objetivo reforzar el proceso de aprendizaje en la asignatura de “Energía y Telecomunicaciones” del Grado de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Cantabria. Para lograr los objetivos de este proyecto, inicialmente, se han introducido los conceptos a relacionar y que formarían la base del proyecto: la Gamificación y las Energías Renovables. Posteriormente, en el Capítulo 4, se han presentado dos soluciones que reúnen los requisitos de enlace de los conceptos anteriores.

La primera solución propuesta se realizó partiendo de la base del juego de mesa “Alta Tensión”. Tanto la adaptación con el uso de la tecnología y el *feedback* de los alumnos cuando se realizó el test del juego en clase fueron satisfactorios. Sin embargo, resultaba una solución un tanto compleja para los alumnos que no habían tenido contacto previo y frecuente con el entorno de los juegos de mesa y estrategia. Se realizaron dos modificaciones para la introducción de conceptos de la asignatura, pero la adaptación no era fácilmente escalable en el número de alumnos y además requería excesivo tiempo para la realización de la actividad.

A lo largo del trabajo, se ha ido estudiando y modificando varias soluciones hasta dar con una solución óptima que se adapte a los diferentes parámetros que pueden formar una clase como el número de alumnos y el tiempo disponible. En la segunda solución dimos con una propuesta que se adaptaba a estos requisitos a la vez que permitía la introducción de conceptos y tenía una curva

de aprendizaje muy sencilla ya que el nuevo juego diseñado esta basado en un mazo de cartas con un nivel bajo de complejidad. Además, mediante una demo básica se ha introducido la primera versión digital del juego, de momento *single player*, que ofrece la disponibilidad de la actividad aun estando fuera de las aulas.

5.2. Líneas de Mejora

Aunque se ha conseguido el objetivo de desarrollar las actividades para el refuerzo del aprendizaje de los alumnos, existen varias mejoras que se pueden incorporar a las diferentes soluciones propuestas. Teniendo en cuenta que en la solución en la que participa el juego “Alta Tensión” tenemos ciertas limitaciones por la propia mecánica del juego, el mayor abanico de mejoras se encuentra en la segunda solución con el diseño del juego propio y más especialmente con la implementación completa del juego en el formato digital.

- Posibles mejoras sobre la demo del juego:

1. La implementación del **modo multijugador** daría la posibilidad de enfrentar directamente a los alumnos en clase sin tener que apoyarnos en plataformas tipo *quiz* ya creadas. Resultaría interesante para conocer las respuestas de los diferentes jugadores, el orden preciso de respuesta y la puntuación de cada alumno.
2. La introducción de la **función de aleatoriedad** proporcionaría el factor azar para los jugadores que hayan jugado más de una vez al no saber cual será la siguiente pregunta.

- Posibles mejoras sobre plataformas digitales:

A lo largo de este proyecto también se ha diseñado un prototipo de una plataforma de juegos propia de la Universidad de Cantabria como veremos en las siguientes figuras:

The image shows a web interface for 'UCGames'. At the top, there is a pink cube logo and the text 'UCGames' in a large, pink, stylized font. Below this, the interface is divided into two main sections: 'Pin Game' and 'Register'. The 'Pin Game' section has a 'Pin' input field and an 'Enter' button. Below it, the word 'or' is displayed, followed by the 'Login' section which has 'email' and 'password' input fields and an 'Enter' button. The 'Register' section has input fields for 'User', 'Education Center', 'Email', 'Repeat Email', 'Password', and 'Confirm Password', followed by a 'Create User' button.

Figura 5.1. Página de acceso a la plataforma

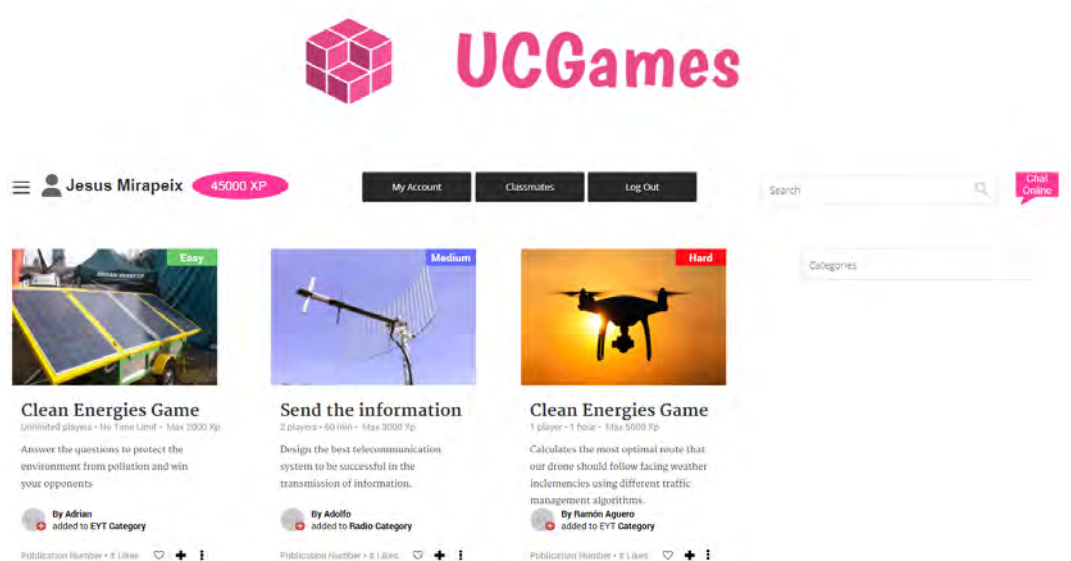


Figura 5.2. Página principal de la plataforma

Para mejorar la accesibilidad a la demo del juego se propone crear una plataforma web que se pueda acceder desde cualquier dispositivo. La plataforma no tendría porque limitarse a la inclusión de un solo juego, si no que sería abierta para que alumnos y profesores hagan aportes de actividades con cierto carácter de gamificación. Además se podrían incluir juegos modelo, es decir, para facilitar la creación de actividades por parte de los profesores o alumnos, se podrían crear unas plantillas de juego que se puedan adaptar a los diferentes contenidos de asignaturas.

La plataforma podría basarse en el sistema de puntos empleado en la asignatura “Energía y Telecomunicaciones” explicado en la sección 2.6. Podría tratarse de una plataforma de apoyo al aprendizaje propia de la Universidad de Cantabria.

Bibliografía

- [1] Instituto del Medio Ambiente. Situación global de las energías renovables. *IDMA*, 2018.
- [2] Presidenta de la Asociación Española de la Industria Eléctrica Marina Serrano. Balance energético 2017 y perspectivas 2018. *Club Español de la Energía*, 2018.
- [3] Sergio Fernández. Generación eléctrica en España 2017. *Diario Renovables*, 2018.
- [4] Revista Espores. La veu del Botànic. Electricidad que viene del mar. *Universidad de Valencia*, 2013.
- [5] Miguel. Energía maremotérmica. *Ciencia y Educación Taringa*, 2014.
- [6] Lorenzo Correa. Energía azul: cuando el río llega al mar, hay energía que generar. *FUTURO DEL AGUA*, 2016.
- [7] Carlos López Ardao. La motivación, elemento clave en el aula gamificada. 2018.
- [8] Clara Cordero. Gamificación en el aula (2ª edición). 2018.
- [9] Alfredo Prieto Martín, David Díaz Martín, Jorge Monserrat Sanz, and Eduardo Reyes Martín. Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *Revisión*, 7(2), 2014.
- [10] Alfredo Prieto Martín. Mejorar el aprendizaje de nuestros alumnos mediante estrategias de enseñanza inversa, evaluación formativa y gamificación (ludificación) de la educación universitaria: aplicación en el aula y fuera de ella. 2013.
- [11] Dr. Daniel Moraga. Tbl- aprendizaje basado en equipos: Trabajo grupal efectivo. *OEM FA-MED UCN*, 2011.
- [12] Larry K Michaelsen and Michael Sweet. Team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2011(128):41–51, 2011.
- [13] REN21. Renewable 2018 global status report. *IRENA*, 2018.
- [14] Gobierno de España. Plan de acción nacional de las energías renovables (2011–2020). *IDAE*, 2011.
- [15] Foro de la Industria Nuclear Española. Energía y fuentes de energía. *Foro Nuclear*, 2010.
- [16] Antonio Pasan Camacho. Ventajas e inconvenientes de la biomasa. *Certificado de eficiencia energética*, 2013.

- [17] Wennys Molina Andrés González, Omar Gómez. Energías derivadas del mar. *Wordpress*, 2016.
- [18] Roberto González. ¿qué es la energía azul? *Twenergy*, 2015.
- [19] Friedemann Friese. Alta tensión. *BGG*, 2004.
- [20] Jesús Martínez Abril. Desarrollo de un videojuego de plataformas en C# sobre el motor unity. *Universitat Politècnica de València*, 2016.