

Universidad Miguel Hernández

Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y
Tecnología Electrónica



Gamificación de las aulas mediante las TIC:
un cambio de paradigma en la enseñanza
presencial frente a la docencia tradicional

CÉSAR MORILLAS BARRIO

Memoria presentada para optar al grado de
Doctor por la Universidad Miguel Hernández,
realizada bajo la dirección de los doctores D.
Joaquín Sánchez Soriano y D. Mario Muñoz
Organero.

OCTUBRE DE 2016

D. JOAQUÍN SÁNCHEZ SORIANO, Catedrático de Universidad del departamento de Estadística Matemáticas e Informática de la Universidad Miguel Hernández de Elche, y

D. MARIO MUÑOZ ORGANERO, Profesor Titular de Universidad del departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid.

HACEN CONSTAR:

Que el presente trabajo titulado *“Gamificación de las aulas mediante las TIC: un cambio de paradigma en la enseñanza presencial frente a la docencia tradicional”*, ha sido realizado bajo su dirección y recoge fielmente la labor realizada por D. CÉSAR MORILLAS BARRIO, ingeniero de telecomunicación, para optar al grado de Doctor. Las investigaciones reflejadas en esta Tesis se han desarrollado en el Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica dentro del programa de doctorado de Tecnologías Industriales y de Telecomunicación de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Los que suscriben consideran que el trabajo reúne las condiciones de originalidad y rigor metodológico necesario para memoria de Tesis Doctoral, y de este modo puede ser presentado a la lectura y discusión ante tribunal en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

En Elche, a 20 de octubre de 2016.

Fdo. Dr. Joaquín Sánchez Soriano

Fdo. Dr. Mario Muñoz Organero



**Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica
Universidad Miguel Hernández**

Campus de Elche - Edificio Torrevaíllo.
Avda. Universidad, s/n - 03202 Elche (Alicante). España
Tel.: +34 96 665 8498. Fax: +34 96 665 8497.
E-mail: cytmat@umh.es

Dña. PIEDAD NIEVES DE AZA MOYA, Directora del Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada "*Gamificación de las aulas mediante las TIC: un cambio de paradigma en la enseñanza presencial frente a la docencia tradicional*", ha sido realizada por D. César Morillas Barrio, Ingeniero de Telecomunicación, bajo la inmediata dirección y supervisión de los doctores D. Joaquín Sánchez Soriano y D. Mario Muñoz Organero, y da su conformidad para que sea presentada ante la Comisión de Doctorado.

Para que conste y surta los efectos oportunos, firma el presente informe

En Elche, a 20 de octubre de 2016.

Fdo. Dra. Piedad Nieves de Aza Moya

A la memoria de mi madre.

A mi familia por su comprensión.

A mis directores por su dedicación.



Parte de los resultados derivados de esta Tesis Doctoral han sido difundidos a través de los siguientes artículos y congresos internacionales:

- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M., & Sanchez Soriano, J. (2015). “*Can gamification improve the benefits of student response systems in learning? An experimental study*”. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, PP. <http://doi.org/10.1109/TETC.2015.2497459>.
- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M., & Sánchez Soriano, J. (2016a). “*Gamifying the classroom: An example with the TV-Game “Who wants to be a millionaire?”*” Proc. 10th annual International Technology, Education and Development Conference. (INTED 2016), Valencia, (pp. 224–234). <http://dx.doi.org/10.21125/inted.2016.0105>.
- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M., & Sánchez Soriano, J. (2016b). “*Creación de un sistema de respuesta de estudiante para mejorar la coordinación de la docencia presencial en asignaturas divididas en grupos*”. Proc. 4rd International conference on innovation, documentation and teaching technologies (pp. 1–10). INNODOCT 2016. Valencia. Universitat Politècnica de València. Seleccionado como uno de los mejores trabajos del Congreso.

Fruto también de la presente investigación se ha obtenido el siguiente resultado:

- “Interactive Gamification Classroom”. Programa de ordenador protegido por el registro de la propiedad intelectual de la Generalitat Valenciana con el número de identificación de solicitud A-85-2016.

Parte de la presente tesis ha sido financiada por:

- Universidad Miguel Hernández a través sus acciones de ayuda a la innovación docente durante el curso académico 2008-2009 con el título “Ampliación de la plataforma de cuestionarios de la UMH para clases presenciales en tiempo real”. Proyecto realizado durante el curso académico 2009-2010.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis concluye una etapa importante en mi vida relacionada con la docencia universitaria y quería expresar mi sincero agradecimiento a las personas que han hecho posible que llegara a buen puerto.

En primer lugar, me gustaría manifestar mi agradecimiento a mis dos directores de tesis, Joaquín y Mario, sin cuyo esfuerzo, dedicación y apoyo, este trabajo no habría sido posible. En un primer momento, cuando no veía luz al final del túnel, fue Mario el que abrió nuevos caminos que permitieron nuevas líneas de investigación. Posteriormente, cuando el camino se tornó tortuoso, Joaquín salió al encuentro y, con su meticuloso rigor, consiguió sacar adelante este proyecto.

En segundo lugar quiero agradecer a mi familia en general, pero en particular a Noelia por su apoyo siempre incondicional y su comprensión en los momentos difíciles y a mi padre, por facilitarme en todo momento lo que estaba en su mano para culminar esta etapa.

Finalmente, me gustaría agradecer a los que fueron mis alumnos sus valiosas contribuciones, sin las cuales esta tesis tampoco habría visto la luz. Gracias a ellos descubrí mi pasión por la enseñanza y espero que tantas horas compartidas “jugando” les hayan dejado el mismo grato recuerdo que me han dejado a mí.

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	i
Listado de figuras	iii
Listado de tablas	v
Glosario de acrónimos	vii
1. Introducción	1
1.1. Motivación del trabajo	2
1.2. Objetivos de la tesis doctoral	4
1.3. Estructura de la tesis	5
2. Revisión histórica y evolución en las metodologías docentes	9
2.1. Aproximación histórica institucional europea a la renovación metodológica	10
2.2. Orientaciones metodológicas nacionales vinculadas al Proceso de Bolonia	18
2.3. Modalidades y metodologías de enseñanza en España	22
2.4. Experiencias innovadoras de aprendizaje activo	30
2.4.1. Aprendizaje colaborativo	32
2.4.2. Aprendizaje cooperativo	33
2.4.3. Aprendizaje Basado en Problemas	34
2.4.4. Aprender enseñando	35
2.4.5. La evaluación entre iguales	35
2.4.6. Instrucción dirigida por preguntas	36
2.4.7. Aprendizaje invertido	37
2.4.8. Aprendizaje basado en juegos	37
2.4.9. Gamificación en la educación	38
2.5. Uso de las tecnologías en el aula	39
2.5.1. Herramientas didácticas basadas en TIC	42

2.5.2.	Nuevas tendencias en el uso de las TIC en el aula	44
3.	La Gamificación en el Aula	51
3.1.	Definición y usos	52
3.2.	Marco teórico. Arquitectura MDA.....	57
3.2.1.	Puntos.....	58
3.2.2.	Clasificaciones	61
3.2.3.	Insignias y trofeos	62
3.2.4.	Niveles	64
3.2.5.	Dinámicas	66
3.2.6.	Efectos de la gamificación sobre la motivación	68
3.3.	La gamificación en la educación	69
4.	Experiencias realizadas.....	75
4.1.	Preámbulo a las experiencias realizadas	76
4.2.	TV-SHOW “¿Quién quiere ser millonario?”	78
4.2.1.	Marco teórico	78
4.2.2.	Funcionamiento del juego	80
4.2.3.	Descripción de la experiencia.....	85
4.2.4.	Conclusiones de la experiencia.....	89
4.3.	Sistema de respuesta de estudiante gamificada	90
4.3.1.	Introducción	90
4.3.2.	Sistema de respuesta de estudiante, SRS	92
4.3.3.	Descripción de la herramienta IGC.....	96
4.3.4.	Elementos de gamificación	102
4.3.5.	Arquitectura y aspectos técnicos.....	104
4.3.6.	Investigación experimental.....	108
4.4.	Futura ampliación del SRS para asignaturas con desdoble.....	132
4.4.1.	Introducción y motivación.....	132
4.4.2.	Comparación temporal	135
4.4.3.	Comparación de la tasa de aciertos:	137
4.4.4.	Evaluación continua homogénea	139
5.	Conclusiones	141
6.	Referencias bibliográficas	147

Listado de figuras

<i>Figura 2-1. Modalidades Organizativas derivadas del EEES.</i>	23
<i>Figura 2-2. Clasificación de metodologías didácticas.</i>	24
<i>Figura 2-3. Métodos de enseñanza: descripción y finalidad.</i>	27
<i>Figura 2-4. Diferencias entre la enseñanza tradicional e innovadora.</i>	29
<i>Figura 2-5. Importancia de actividades activas vs pasivas.</i>	30
<i>Figura 2-6. Distribución de aulas según el equipamiento TIC.</i>	40
<i>Figura 2-7. Uso de las impresoras 3D.</i>	46
<i>Figura 2-8. Ostetoid, estimulador de huesos.</i>	47
<i>Figura 3-1. Evolución del interés sobre el término Gamificación.</i>	52
<i>Figura 3-2. Utilización de elementos de juego en contextos mundanos.</i>	53
<i>Figura 3-3. Algunas insignias utilizadas por foursquare.</i>	63
<i>Figura 3-4. Dificultad en función de la progresión en niveles.</i>	65
<i>Figura 3-5. Relación entre los retos y las habilidades.</i>	66
<i>Figura 4-1. Captura de pantalla en un instante del juego.</i>	82
<i>Figura 4-2. Ejemplo de tabla de clasificación.</i>	83
<i>Figura 4-3. Diagrama de flujo del juego.</i>	85
<i>Figura 4-4. Gráfico de barras de las respuestas de estudiantes.</i>	88
<i>Figura 4-5. Sección del profesor de la herramienta IGC.</i>	98
<i>Figura 4-6. Confección de las preguntas triestado multiopción.</i>	99
<i>Figura 4-7. Menús e Información de estado.</i>	100
<i>Figura 4-8. Sección del alumno en la plataforma IGC.</i>	101
<i>Figura 4-9. Arquitectura general de la plataforma IGC.</i>	105
<i>Figura 4-10. Diagrama de flujo del modelo implementado.</i>	107
<i>Figura 4-11. Modelo relacional de las bases de datos.</i>	108
<i>Figura 4-12. Diseño del estudio experimental.</i>	116

<i>Figura 4-13. Distribución de las respuestas relacionadas con la motivación.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 4-14. Distribución de las respuestas relacionadas con la atención.</i>	<i>119</i>
<i>Figura 4-15. Distribución de las respuestas relacionadas con el compromiso.</i>	<i>120</i>
<i>Figura 4-16. Distribución de las respuestas relacionadas con el rendimiento.</i>	<i>122</i>
<i>Figura 4-17. Posición relativa de los centroides de los factores.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 4-18. Comparación temporal.</i>	<i>135</i>
<i>Figura 4-19. Comparación temporal.</i>	<i>137</i>
<i>Figura 4-20. Comparativa de la tasa de cierto.</i>	<i>138</i>



Listado de tablas

<i>Tabla 3-1 : Mecánicas y dinámicas de juego.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 3-2 : Sistemas de puntuación.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 4-1: T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con la motivación.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 4-2 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con la atención.</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 4-3 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con el compromiso.</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 4-4 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con el rendimiento.</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 4-5 : Estadísticos descriptivos para tratamiento del factor herramienta trabajo. ...</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 4-6 : Estadísticos descriptivos para los tratamientos del factor tipo de estudio.</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 4-7 : Estadísticos descriptivos para los tratamientos del factor género.</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 4-8 : MANOVA permutacional sobre distancias euclídeas.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 4-9 : p-valores para los tests Kruskal-Wallis.</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 4-10 : MANOVA permutacional sobre distancias euclídeas excluyendo H_3.</i>	<i>129</i>

Glosario de acrónimos

- ANECA:** Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- AR:** *Augmented Reality*, realidad aumentada.
- ARS:** *Audience Response System*, sistema de respuesta de audiencia.
- API:** *Application Programming Interface*, interfaz de programación de aplicación.
- BYOD:** *Bring Your Own Device*, tráete tu dispositivo.
- BFUG:** *Bologna Follow-Up Group*, grupo de seguimiento de Bolonia.
- CCS:** *Classroom Communication System*, sistema de comunicación de aula.
- CMS:** *Content Management System*, sistema de gestión de contenido.
- CRS:** *Classroom Response System*, sistema de respuesta de aula.
- CSS:** *Cascading Style Sheet*, hoja de estilo en cascada.
- CRUE:** Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas.
- DOM:** *Document Object Model*, modelo de objetos del documento.
- ECTS:** *European Credit Transfer and Accumulation System*, sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos.
- EEES:** Espacio Europeo de Educación Superior.
- ELI:** *Educase Learning Initiative*, iniciativa de aprendizaje de Educase.
- ERS:** *Electronic Response System*, sistema de respuesta electrónica.
- ESIB:** *European Students Information Bureau*, oficina de información de estudiantes europeos.
- ESU:** *European Students Union*, unión de estudiantes europeos.
- EUA:** *European Union Association*, asociación de la unión europea.
- HTML:** *HyperText Markup Language*, lenguaje de marcas de hipertexto.
- HTTP:** *Hypertext Transfer Protocol*, protocolo de transferencia de hipertexto.
- ITS:** *Intelligent Tutorial System*, sistema de tutoría inteligente.
- IoT:** *Internet of Things*, internet de las cosas.
- LMS:** *Learning Management System*, sistema de gestión de aprendizaje.
- MOOC:** *Massive Open Online Course*, curso online masivo abierto.
- MDA:** *Mechanics, Dynamics and Aesthetics*, mecánicas, dinámicas y estéticas.

- MDE:** *Mechanics, Dynamics and Emotions*, mecánicas, dinámicas y emociones.
- NMC:** *New Media Consortium*, consorcio de nuevos medios.
- PBL:** *Project Based Learning*, aprendizaje basado en proyectos.
- PDO:** *PHP Data Objects*, objetos de datos de PHP.
- PHP:** *PHP Hypertext Pre-processor*, preprocesador de hipertexto de PHP.
- QDI:** *Question Driven Instruction*, instrucción dirigida por preguntas.
- SaaS:** *Software as a Service*, software como servicio.
- SRS:** *Student Response System*, sistema de respuesta de estudiante.
- TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación.



Capítulo 1

1. Introducción

El presente capítulo introductorio describe cuál ha sido la motivación para la realización de la presente investigación. Se hace una descripción de los objetivos pretendidos en la investigación, que incluye la revisión histórica y de la literatura existente sobre la tecnología aplicada en la educación, así como el desarrollo y la experimentación de una aplicación concreta para la educación presencial gamificada. Finalmente, el capítulo muestra la estructura con la que va a desarrollarse el resto de la memoria.

1.1. Motivación del trabajo

La enseñanza en el siglo XXI está cambiando tras siglos de estancamiento. Hace un par de décadas que los países se dieron cuenta de que era necesaria una transformación en las metodologías de enseñanza. La tradición había impuesto un concepto de enseñanza en la que el profesor se comportaba como un orador que se limitaba a transmitir sus conocimientos como persona experta en la materia. Se imponía por tanto la *lección magistral* como método docente, y, aunque no de forma exclusiva, sí de forma especialmente generalizada en las enseñanzas superiores. El alumnado ocupaba pues el rol de receptor pasivo de información y su motivación consistía en ser capaz de reproducir dicha información cuando le fuera requerido. La toma de apuntes consistía en el objetivo de la asistencia a clase, derivado entre otras causas por la menor disponibilidad de recursos de los que existen hoy en día. La bibliografía especializada era menor y el acceso a ella era mucho más costosa.

A medida que fue avanzando el tiempo, la motivación de los alumnos a asistir a dichas clases presenciales fue decayendo, propiciado por un cambio de mentalidad de los jóvenes acompañado de los avances tecnológicos que hacían menos necesario la asistencia al aula para la adquisición de los conocimientos. Se hacía, por tanto, imperiosa la necesidad de un cambio en la metodología de enseñanza para dotar de valor a esas clases presenciales. El estudiante debía pasar de ese papel pasivo a un papel activo, que le implicara activamente en su educación. Las metodologías pasaban, por tanto, de un enfoque centrado en el profesor a un enfoque centrado en el estudiante, (Prince 2004).

Estas metodologías, comúnmente aceptadas en casi todos los ámbitos de la enseñanza, necesitaban plasmarse en actuaciones concretas y, por tanto, empezaron a desarrollarse tanto desde instituciones públicas, como desde centros y organismos de enseñanza. Así pues, a las directivas comunitarias, se le iban incorporando los diferentes planes nacionales, directrices y normas autonómicas en las diferentes regiones para promover un cambio en la enseñanza en todos los ámbitos de la educación y en concreto en la educación superior, (MEC 2006). Algunas de las metodologías novedosas comienzan a implantarse con técnicas

como “estudio de casos”, “aprendizaje por problemas”, “enseñanza por proyectos” o “aprendizaje colaborativo”.

La incorporación de las tecnologías supuso en este sentido un inexplorado nuevo campo de investigación, que permitía nuevas formas de experimentación en la enseñanza. Así pues, se desarrollan los entornos de *e-learning*, *b-learning* y *m-learning*¹ y su evolución hacia los *MOOC* actuales. Surgen los *blogs*, *wikis*, *clickers* y *CMS*, o más recientemente, los *wearables* en el aula. La explosión de herramientas y metodologías con la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) hacen que su utilización en la educación sea un campo todavía de profusa investigación, surgiendo gran cantidad de líneas de investigación, como por ejemplo, *Technology-Enhanced Learning*, *intelligent tutors*, *computer supported collaborative learning*, *2D or 3D virtual environments for learning*, *serious games* o *educative gamification*. En este contexto, surgen iniciativas dentro de la comunidad científica y educativa tanto en enseñanzas medias como superiores que pretenden, de alguna forma, contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza, animando a los estudiantes a mejorar su participación, a seguir sus propias vías de aprendizaje e intereses, a fomentar su curiosidad, o motivarles en sus estudios, (Johnson et al. 2016).

El presente trabajo se inserta pues en esta inquietud, en la búsqueda de nuevas herramientas tecnológicas que den un mayor sentido y contenido a las clases, a asumir la responsabilidad de la adquisición de competencias por parte de los estudiantes sin esperar que aprendan nuestras “verdades absolutas” y que sean capaces de reproducirlas el día del examen.

Se pretende aportar, por tanto, un trabajo que contribuya a la evolución de los sistemas de enseñanza que complementen a los sistemas de clases magistrales,

¹ El e-learning o aprendizaje electrónico es un término que se refiere a la educación a distancia a través de Internet. El b-learning o aprendizaje semipresencial conjuga el uso del e-learning con formación presencial. Por su parte, el m-learning hace referencia al uso de dispositivos móviles, de forma parcial o total, en las acciones formativas. El mobile learning tiene lugar cuando el estudiante no se encuentra en un lugar fijo o predeterminado, o cuando aprovecha las oportunidades que ofrecen las tecnologías móviles.

a potenciar la combinación de los métodos formales e informales de enseñanza, y a un aprendizaje activo que mejore la motivación y el rendimiento, ya no solo de los estudiantes, sino también de los profesores. Para ello, el trabajo se centra en el campo de la enseñanza presencial mejorada por la tecnología y profundizando, específicamente, en la gamificación educativa.

1.2. Objetivos de la tesis doctoral

En este campo transversal de la enseñanza a caballo entre los dos mundos, el de las ciencias sociales y el de las ciencias aplicadas, los puntos que han sido considerados como principales objetivos del trabajo son los siguientes:

a) Revisión histórica de la incorporación de las TIC en las metodologías docentes

Se hace una revisión histórica, partiendo de una perspectiva europea, así como de las políticas nacionales que han conducido a la revolución en las metodologías docentes relativas a estudios superiores y universitarios. Así mismo, se hace una revisión de la evolución de las metodologías docentes que incorporan las TIC, así como de la docencia mejorada por la tecnología.

b) Revisión de la literatura y estado del arte de la gamificación en la educación

Se revisa la literatura existente sobre el campo de trabajo, analizando los estudios empíricos realizados y los beneficios e inconvenientes que lleva consigo aparejado la incorporación de estas técnicas y herramientas en la enseñanza presencial. Haciendo especial hincapié en la gamificación educativa.

c) Desarrollo de herramientas de gamificación

Se describe el desarrollo de varias herramientas de gamificación educativa creadas al efecto de ser empleada en clases presenciales.

Estas herramientas están concebidas para ser utilizadas en aulas tradicionales o en aulas de laboratorio que dispongan de ordenador.

d) Estudios empíricos de validación de las herramientas

“Se realizarán estudios empíricos para evaluar el impacto de la introducción de estas herramientas en la enseñanza presencial universitaria y que sustentan la recomendación general de modificar la metodología de enseñanza presencial tradicional.”.

e) Análisis y diseño de futuras funcionalidades a incorporar en las herramientas desarrolladas.

Se realiza una propuesta de ampliación de los sistemas desarrollados que permitirán mejorar las metodologías y contribuirán a solventar problemas que se dan en ciertas situaciones concretas de la enseñanza presencial, como es el caso de asignaturas masificadas con gran cantidad de alumnos.

1.3. Estructura de la tesis

La presente memoria de tesis doctoral está organizada de la siguiente forma:

Tras este primer capítulo introductorio de motivación y objetivos del trabajo, en el capítulo 2, se realiza una revisión histórica de las metodologías docentes. Se hace un estudio de las políticas que se han venido llevando a cabo desde los diferentes organismos desde los comienzos del denominado proceso de Bolonia hasta la actualidad. Se hace un repaso de las políticas locales y de los esfuerzos que se están llevando a cabo especialmente en nuestro país, así como se describe el panorama y la visión internacional sobre el nuevo paradigma de la educación. Se hace necesario, por lo tanto, este capítulo para conocer los antecedentes y realizar una visión de conjunto de los diferentes sistemas y técnicas que han generado este cambio metodológico y cómo las tecnologías están superando estas metodologías ampliando un campo que hasta hace poco estaba mucho más restringido.

El capítulo 3 se centra en la revisión de la literatura en el campo de la gamificación y más específicamente en la gamificación orientada a la educación. Se motiva la importancia de incorporación de estas metodologías en alumnos y profesores centrándose particularmente en las sesiones presenciales. Se clasifican los estudios realizados al respecto, con un detallado análisis de la importancia de la gamificación en la educación y su validación a través de experiencias previamente realizadas.

El capítulo 4 contiene los resultados de la investigación de la presente tesis. Se han desarrollado dos herramientas enmarcadas dentro de las metodologías activas impulsadas desde el proceso de Bolonia. Las herramientas desarrolladas sirven de base a dos escenarios metodológicos diferentes. Por un lado, se pretende recrear el ambiente de un plató de televisión creando una atmósfera distendida diferente de las clases tradicionales. Esta recreación mediante la introducción de un juego en el que todos los alumnos pueden participar ayuda a mejorar la motivación de los alumnos y su interés por asistir y atender en clase. Estas sesiones de apoyo se sustentan en el concurso de televisión “¿Quién quiere ser millonario?”. El desarrollo de la herramienta permite no solo recrear el juego sino también introducir elementos de gamificación que incluyen mecanismos de competencia entre estudiantes. De esta forma, la plataforma permite gestionar los logros y conseguir que los alumnos mantengan el interés por la asignatura durante todo el curso.

El otro escenario metodológico se basa en la instrucción dirigida por preguntas. En ellas, la clase tradicional se transforma en una continua realimentación de respuestas por parte del alumnado hacia el profesor. Basándose en un ciclo de preguntas previamente establecido, el docente puede modificar el desarrollo de las clases y variar las explicaciones, permitiéndole saber si es necesario reforzar o no los conceptos impartidos del temario. Dentro de este escenario, se hace necesaria la utilización de alguna herramienta que gestione todo el ciclo de preguntas y que permita mostrar los resultados al profesor. Dentro de este capítulo se describe el desarrollo de dicha herramienta a la que se le han añadido elementos de gamificación, con la pretensión de mejorar los beneficios en términos de motivación, atención, compromiso y rendimiento académico de los estudiantes.

Para evaluar el impacto de los elementos de gamificación, se describen también en el presente capítulo los experimentos realizados utilizando las herramientas desarrolladas en estos dos contextos diferentes. Los resultados obtenidos de estas experiencias permiten afirmar que la gamificación en el aula aplicada a las clases presenciales es, en términos generales, positiva, y que su inclusión en el aula reporta numerables beneficios a los estudiantes.

Finalmente, en el capítulo 5, se muestran las principales conclusiones del presente trabajo. Se muestra cómo la dotación de elementos de juego a las clases presenciales es beneficioso tanto para alumnos como docentes. Esta afirmación, consensuada por estudios y literatura científica existente es, por lo tanto, coherente con los resultados de esta tesis, reforzando la idea de la necesidad del cambio de las metodologías docentes clásicas basadas exclusivamente en la clase magistral. Este capítulo presenta además de las citadas conclusiones, algunas líneas propuestas de trabajo de investigación futuras. Dentro de estas mejoras se incluyen propuestas de ampliación de las herramientas desarrolladas que proporcionen nuevas funcionalidades para ser utilizadas en situaciones específicas, así como recomendaciones de utilización de forma generalista. Todo ello con el objetivo final de que puedan contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza presencial en entornos universitarios.

Capítulo 2

2. Revisión histórica y evolución en las metodologías docentes

En este capítulo se ofrece una visión general sobre el nuevo paradigma de la educación presencial que motiva la realización de la presente tesis doctoral. Así pues, se describe el cambio que se está produciendo en la enseñanza presencial en base a dos grandes pilares: la introducción de tecnología en las aulas, y la transformación de los roles del alumnado y profesorado. Se hace una revisión de las directrices que marcan las políticas nacionales e internacionales, así como una revisión de la literatura existente relativa a este cambio de paradigma en la enseñanza. Se revisa igualmente la incorporación de diversas tecnologías a la docencia, y cómo estas contribuyen a transformar las formas de enseñanza tradicionales.

2.1. Aproximación histórica institucional europea a la renovación metodológica

Hasta la década de los 90, la enseñanza presencial en la educación superior había heredado un modelo de enseñanza basado en clases magistrales. En este sentido, el profesor representaba un mero agente transmisor que lo hacía en su calidad de experto en la materia impartida. Así, este aportaba conocimientos de gran valor a sus alumnos convirtiendo a los alumnos en meros receptores pasivos de la información aportada por el docente. Así pues, se producía una profunda separación entre la parte activa y la parte pasiva de la clase. La parte activa, el profesor, se tenía que preocupar exclusivamente de alcanzar el máximo grado de sapiencia en la materia en cuestión, mientras que los alumnos limitaban su obligación a mostrar atención y diligencia en las explicaciones recibidas, y tener que ser capaz de reproducirlas cuando el docente lo demandara; generalmente mediante un examen al final del curso, (Moreira 2000).

Sin embargo, finalizando el siglo XX, comienza a aceptarse de forma generalizada la idea de que es necesario un nuevo enfoque de aprendizaje, que rompe radicalmente con los métodos tradicionales de la docencia universitaria, convirtiendo al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, y asignando al profesorado un papel de orientador y facilitador, (Ontoria Peña & De Luque Sánchez 2003).

Llegar a este cambio en la forma de pensar en las metodologías docentes y de aplicar este intercambio de funciones entre el profesor y el alumno no ha ocurrido simplemente como consecuencia de acciones individuales o propuestas de autores más o menos influyentes, sino que ha sido necesario el impulso y la colaboración de instancias superiores, tales como los poderes políticos y las instituciones.

La aproximación histórica pasa necesariamente por el denominado proceso de Bolonia, como ese impulso político e institucional que contribuyó a que este cambio fuera comúnmente aceptado. Es partiendo desde este proceso de convergencia Europea del año 1999 desde donde se comienza a abordar esta revolución.

Como paso previo a acometer el proceso de comprender el cambio en la educación en la convergencia europea, es interesante comprender, desde una perspectiva más amplia, las causas que motivaron su impulso. Para ello, partimos de la creación de la Unión Europea, como necesidad de generar un mercado competitivo capaz de plantar cara a los mercados asiático y de EEUU. En primer lugar, comenzó la unidad monetaria facilitando la libre circulación del euro, pasando posteriormente a permitir el libre tránsito de productos y personas, incluyendo la libre circulación de trabajadores. En segundo lugar, que sus cimientos se sustentan en el programa Erasmus (1987) que durante este tiempo ha financiado la movilidad de los estudiantes entre los países de la Unión Europea. Por tanto, uno de los principales motivos que llevaron a la necesidad de constituir un marco europeo en la enseñanza superior, no fue otro que el de favorecer la movilidad de estudiantes y el derecho de los futuros profesionales a establecerse en cualquiera de los estados miembros, (García Barrero 2010).

La concienciación de la necesidad de actualizar la universidad para adaptar las enseñanzas a los nuevos retos de siglo XXI, propició la reunión de rectores de varias universidades europeas en la Universidad de Bolonia en el año 1988. El fin era afrontar las nuevas realidades del proceso de integración europeo, y la creciente competencia con otros sistemas universitarios. El fruto de ese encuentro fue la *Carta Magna de las Universidades Europeas*, (Rectores de las Universidades Europeas 1988) , en la que se destaca la necesidad de fomentar la movilidad, no sólo de estudiantes sino también del profesorado.

Ya en el año 1996 se presentó un documento denominado “La educación encierra un tesoro” (Delors 1996), por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación (UNESCO). Este escrito representa la continuidad del cambio de la concepción de la educación, iniciado tras la publicación de la Carta Magna. Y es posiblemente el referente más representativo y cercano en el que se fundamentó, a nivel pedagógico, el proceso de la Convergencia Europea, puesto que en él se puede observar que la educación se concibe como una herramienta para que las personas se desarrollen plenamente, entendiendo esto como un proceso constante durante toda la vida y que no se limite a los primeros años de existencia. Pero fue

en 1997, cuando se firma bajo el auspicio del Consejo de Europa y la UNESCO, la *Convención de Lisboa sobre reconocimiento de Cualificaciones relativas a la Educación Superior en la Región Europea*, (Consejo de Europa & UNESCO 1997), siendo ratificado paulatinamente por los estados miembros.

El paso siguiente vino dado por la *Declaración conjunta de los ministros de Educación de Francia, Italia, Alemania y el Reino Unido en París en la Universidad de la Sorbona* en 1998, (European Ministers of Education 1998), y que realmente supuso el pistoletazo de salida de todo el proyecto.

Sin embargo, fue la declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación en Bolonia en junio de 1999, (European Ministers of Education 1999), la que dio nombre al proceso de armonización de la Educación Superior más importante realizado hasta la fecha, conocido como el **proceso de Bolonia**. En ella, se recoge el compromiso de los veintinueve estados firmantes para coordinar sus políticas para establecer un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Por otra parte, se emplaza a la Asociación de la Universidad Europea (EUA), a realizar informes bianuales, informes *Trends*², elaborados para las reuniones de Ministros responsables de Educación Superior que se celebrarán cada dos años. Con estos informes, la EUA evaluaría los cambios que se irían produciendo en los sistemas de educación superior de los países europeos desde la puesta en marcha del proceso de Bolonia.

El objetivo fundamental originario del proceso residía, por tanto, en la “armonización”, en la necesidad de crear un modelo único de grados y ciclos con un sistema común de titulaciones, que permitiera la convalidación entre los estados miembros y el fomento de la movilidad. Así pues, comienza aquí el Sistema

² Los informes Trends, tratan de aportar una perspectiva institucional en los debates de política europea de educación superior. La información que recogen estos informes derivan fundamentalmente de las respuestas a unos cuestionarios enviados a las instituciones de educación superior europeas. Los informes presentan una información fiable y longitudinal acerca de cómo se están desarrollando las áreas de investigación y educación superior europeas. Con el tiempo, los informes Trends se han convertido en fuentes cruciales de información y de referencia para los responsables políticos y para la comunidad de educación superior.

Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS), que fueron concretándose y desarrollando sucesivamente en las siguientes reuniones de Ministros de Educación Europeos.

No parece que en este proceso de Bolonia la renovación metodológica fuera un elemento importante, y, al parecer, ni siquiera a tener en cuenta. Sin embargo, un punto de los objetivos de Bolonia podría dar lugar a una interpretación contraria: *“Promoción de la cooperación europea en materia de aseguramiento de la calidad con miras al desarrollo de criterios y metodologías comparables”*. Este punto podría entenderse como que se buscaba una relación entre la calidad y las metodologías educativas, pero los gobiernos lo fueron entendiendo como una búsqueda de procedimientos comunes para evaluar la calidad, aunque la renovación metodológica pudiera estar englobada implícitamente dentro del concepto de calidad.

Siguiendo por orden cronológico, la siguiente reunión de ministros para desarrollar el proceso ocurrió en Praga, el 19 de mayo de 2001, (European Ministers of Education 2001). Esta reunión había sido precedida por la Convención de Instituciones Europeas de Enseñanza Superior, que se celebró el 30 de marzo en Salamanca, (Anón 2001), donde más de trescientas Instituciones Europeas de Enseñanza Superior con sus principales organismos representativos, se reunieron con el fin de preparar su aportación a la Conferencia de Ministros responsables de Enseñanza Superior de los países firmantes de la Declaración de Bolonia que tendría lugar en Praga. En la declaración de Praga, pues, se van consolidando los puntos acordados en las anteriores reuniones, haciendo hincapié en algunos puntos como el concepto del “aprendizaje a lo largo de toda la vida” o la necesidad de promover la formación continua y el fomento de la implicación activa de las universidades y los estudiantes en el Proceso. Nuevamente no se hace referencia alguna a cambios metodológicos ni en el alumnado ni en el profesorado, y el único párrafo del que se podría sustraer alguna relación, estaba relacionado con ese aprendizaje de toda la vida donde incluía el término “uso de las nuevas tecnologías”, aunque bien es cierto que dentro de un contexto genérico como era el de “mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida”.

Se tiene que llegar hasta el año siguiente, en octubre de 2002, en la reunión de la Asociación de Universidades Europeas (EUA) en Zúrich, (European Ministers of Education 2002), cuando comienza a vislumbrarse, que el proceso, ya conocido universalmente como el proceso de Bolonia, introduciría cambios sustanciales en las metodologías docentes. Esto se puede interpretar de la definición de los créditos ECTS, donde los definen como: “un sistema centrado en el estudiante, que se basa en la *carga de trabajo del estudiante* requerido para la consecución de los objetivos de un programa, objetivos preferiblemente especificados en términos de *resultados de aprendizaje*”.

Ya en su informe *Trends III* de Julio de 2003, (Reichert & Tauch 2003), la EUA comenta, a raíz de la concienciación y el apoyo que está teniendo el proceso por parte de los países, que es necesario “repensar las actuales estructuras de enseñanza, unidades, métodos, evaluaciones y la permeabilidad entre disciplinas e instituciones”, y que “es una tarea que está por llegar a la mayoría de académicos de las Universidades Europeas”. En la declaración consiguiente de la EUA, preparativa a la conferencia de Ministros en Septiembre de ese año, declaración de Graz de 4 de julio de 2003, (Asociación de la Universidad Europea 2003), se identifica el sistema ECTS como un medio para “crear vías de aprendizaje [...] flexibles y centradas en el alumno” e introduce el concepto de “mejores prácticas”, que serían intercambiadas entre las universidades a través de “los actuales proyectos piloto” y los programas conjuntos, “alentando la definición de los resultados y de las habilidades del aprendizaje”. Estos puntos fueron ratificados en la siguiente conferencia de Ministros de Educación realizada en Berlín el 19 de septiembre de 2003, (European Ministers of Education 2003). Comienza pues en este año a tomar forma la revolución metodológica. A partir de entonces, las referencias a las competencias que debían alcanzar los alumnos, así como la revolución en los métodos de enseñanza fueron aumentando en todos los ámbitos institucionales de forma imparable.

Así pues, en la siguiente Conferencia de Ministros de Educación, realizada en Bergen, en mayo de 2005, (European Ministers of Education 2005), se volvieron a ratificar los procesos seguidos hasta el momento. Se recogen los trabajos

realizados por distintas instituciones, como se refleja en el Informe General 2003-2005 del BFUG (*Bologna Follow-Up Group*) auspiciado por la Unión Europea, en el Informe *Trends IV* de la EUA, (Reichert & Tauch 2005), y en el informe del ESIB (*European Student Information Bureau*), precursor del ESU (*European Students' Union*), denominado "Bolonia desde el punto de vista de los estudiantes", (ESIB 2005). Se incluyen ya, referencias explícitas a la introducción de innovaciones educativas. Así pues, el documento indica que es necesario un mayor esfuerzo para "optimizar el impacto de los cambios estructurales en los currícula y, por tanto, para asegurar la introducción de innovaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje que Europa necesita".

Es en el año 2007 cuando encontramos un claro reconocimiento de los cambios metodológicos que se están produciendo en la enseñanza universitaria. El informe *Trends V* de la EUA, (Crosier et al. 2007), afirma que las reformas de Bolonia llevaban a los alumnos a experimentar importantes transformaciones académicas, entre ellas, las "metodologías de enseñanza y aprendizaje". Curiosamente, el informe *Trends V* destacó la necesidad de introducir actuaciones para valorar la excelencia, "de manera que no sólo la investigación excelente sea premiada en las carreras académicas, sino también la enseñanza excelente y el éxito del estudiante".

La declaración de los ministros europeos de Educación reunidos en Londres el 18 de mayo del año 2007, que precede a la de la EUA, (European Ministers of Education 2007), fue mucho más explícita que ninguna de las anteriores. En primer lugar, estableció unos nuevos principios para el Espacio Europeo de Educación Superior, entre los que se contaban la libertad académica, la autonomía institucional, la igualdad de oportunidades y los principios democráticos que pretenden preparar a los estudiantes para la vida como ciudadanos activos. En segundo término, se afirmó, por primera vez, la creciente concienciación existente de que un resultado muy significativo del proceso de Bolonia sería el logro "de una educación superior centrada en el alumno y no dirigida por el profesor". Destaca, especialmente, la importancia que cobra la figura del docente, donde empieza a tomar más importancia un cambio real de las metodologías empleadas.

Las sucesivas Conferencias de Ministros, no hacen más que refrendar y potenciar este concepto. En la Conferencia de Lovaina en el año 2009, (European Ministers of Education 2009), se manifiesta la necesidad de “continuar promoviendo el cambio metodológico: El aprendizaje centrado en el estudiante requiere el reforzamiento del estudiante en su individualidad, nuevos enfoques de la enseñanza y del aprendizaje, estructuras eficaces de apoyo y orientación, y un plan de estudios centrado más claramente en el alumno a lo largo de los tres ciclos”. Y tanto en la Conferencia de Ministros de Budapest de 2010 como en la Conferencia de Ministros de Bucarest-Viena en 2012, (European Ministers of Education 2010), se reitera el “compromiso de promocionar la enseñanza centrada en el alumno en la educación superior por métodos innovadores de enseñanza que involucren a los estudiantes como participantes activos de su propia enseñanza. Conjuntamente con las instituciones, estudiantes y el personal, se facilitará un ambiente de trabajo y aprendizaje estimulante y de apoyo”.

Finalmente, en la última Conferencia de Ministros celebrada en Yereván en 2015, (European Ministers of Education 2015), se recalca, de forma muy explícita, que entre los objetivos del proceso para los años venideros está el siguiente: “La principal misión del EEES es mejorar la calidad y la relevancia del aprendizaje y la enseñanza. Animamos y apoyaremos a las instituciones de educación superior y su personal a promocionar innovaciones pedagógicas en entornos centrados en el estudiante y explotando los potenciales beneficios de las tecnologías para el aprendizaje y la enseñanza”. Hago notar que se hace referencia por primera vez en las conferencias de ministros, a las innovaciones pedagógicas y al uso de tecnologías en la educación. Así mismo, se indica también en el documento que “se promocionará una mayor relación entre enseñanza, aprendizaje e investigación en todos los niveles de estudio, y se proporcionará incentivos a las instituciones, profesores y estudiantes para intensificar actividades que desarrollen la creatividad, la innovación y el emprendimiento”.

Así pues, frente a lo que muchas veces se cree, Bolonia como tal no desarrolla ninguna metodología docente específica. Por no decir, ni tan siquiera determina cuáles deben ser los contenidos mínimos y las materias propias de cada titulación.

De este recorrido por los principales documentos-guía del proceso de Bolonia, parece claro que el cambio de metodología en la enseñanza universitaria no fue uno de los objetivos iniciales que propulsaron el plan de Bolonia, aunque sí ha resultado ser una de sus consecuencias. Una decisión académica, la implantación de los créditos ECTS, y otra económica, la incorporación de habilidades y competencias que conecten a los estudiantes con el mercado laboral, se delinearán como los dos factores que han propiciado la renovación metodológica. Muy progresivamente se ha ido construyendo el concepto de “educación superior centrada en el alumno”, que no se explicitó claramente hasta los documentos del año 2007. Sin embargo asombra el silencio sostenido que se cierne sobre el profesorado y su misión en la aplicación del proceso de Bolonia. “Podemos decir que es el gran ausente. Se menciona a las instituciones, estudiantes, asociaciones,... pero el profesorado, su función, su papel en todo este proceso no se menciona, cuando parece que la transformación real de los procesos de enseñanza es tarea suya en el desempeño de su labor docente”, (Alba Pastor 2005).

En cuanto a la dirección y sentido que deben tener estas nuevas metodologías, casi nada se dice en los documentos europeos. Se apuntan intenciones, se aluden actuaciones, se insinúan metodologías, pero no se aclaran las orientaciones metodológicas, quedando estas al arbitrio de cada país.

En el caso de España, este cambio en sus aspectos metodológicos promovido por las directrices europeas ha sido, quizá, más traumático que en otras universidades europeas, pues en ellas ya se habían implantado desde hace años sistemas basados en el trabajo personal del alumno. Sin embargo, en España, estaba especialmente arraigado el sistema de lección magistral.

Es por ello, que en el siguiente apartado se intentará profundizar en las referencias y conclusiones más relevantes de documentos oficiales en el marco nacional, con mayores concreciones sobre los cambios metodológicos que las universidades españolas acometieron para cumplir con las demandas que implicó la integración en el EEES.

2.2. Orientaciones metodológicas nacionales vinculadas al Proceso de Bolonia

Como se ha podido comprobar en el punto anterior, la Declaración de Bolonia, y las consiguientes Declaraciones de Ministros, no hacían referencia explícita a ninguna metodología concreta. Pero en el proceso español de convergencia, el recorrido histórico refleja cómo el EEES está cimentado sobre una base repleta de normativa y burocracia que hace difícil sintetizar todos los documentos, procedimientos, convenciones, declaraciones, sistemas de calidad, instituciones, Reales Decretos, etc. que han ido dando forma al tipo de educación hacia el que se pretende avanzar.

Como perciben algunos autores, (Del Pozo Andrés 2009), durante los orígenes estuvo de alguna forma en el ambiente Universitario, el término “buenas prácticas”, identificándose a través de los resultados de las experiencias piloto y mediante el intercambio interuniversitario, apuntando una necesidad de popularizar otras metodologías que acompañen e incluso sustituyan a la tradicional lección magistral.

Cronológicamente, uno de los primeros proyectos que establece una metodología docente concreta, es el denominado *Proyecto Tuning*, (González & Wagenaar 2008), proyecto iniciado en 2000 por un grupo de universidades con la colaboración de la Asociación de la Universidad Europea y el respaldo económico de la Comisión Europea, que alumbró una serie de documentos y trabajos en los que se condensan los criterios pedagógicos y las estrategias docentes que deben inspirar el nuevo EEES, (Menoyo & García 2006). Una gran cantidad de recomendaciones metodológicas docentes y de aprendizaje se debe, en gran parte, a este mencionado Proyecto Tuning, pues sus propuestas fueron posteriormente asumidas de manera entusiasta e inequívoca por las autoridades patrocinadoras del proceso de Bolonia, y por descontado, por las autoridades políticas españolas.

El Proyecto Tuning parte de la constatación de que el vertiginoso avance en las distintas áreas del saber convierte invariablemente en caduco cualquier conocimiento. Por lo tanto, desde este enfoque, lo decisivo ya no será el conocimiento, en permanente estado de transformación y cambio, sino la adquisición de una serie de competencias que permita a los futuros profesionales

adaptarse justamente a los acelerados cambios que experimentan los conocimientos técnicos propios de su ámbito profesional. El universitario no vendría a culminar su formación al terminar su paso por la universidad, sino que más bien adquiriría las habilidades y destrezas necesarias para continuar formándose sin solución de continuidad a lo largo de su vida laboral. En síntesis, el planteamiento metodológico sería sacrificar conocimientos a cambio de ganar competencias.

A partir de este planteamiento inicial la nueva metodología docente aboga por centrar el foco en el alumno y no tanto en el profesor, de manera que el proceso educativo universitario se asiente más en el aprendizaje que en la enseñanza. El profesor –se dirá– no deberá preocuparse tanto en la transmisión de conocimientos como en contribuir a generarlos a través del trabajo autónomo del alumno. Este no tendrá tanto que acumular conocimientos transmitidos por el profesor como alcanzarlos por sí mismo a través de distintas herramientas y la orientación, guía y supervisión del profesor. En consecuencia, como argumentan ciertos autores, (Sanjurjo Rivo 2012), el docente devendría en una suerte de instrumento (cualificado) al servicio de la adquisición autónoma del conocimiento de los discentes. Además, con la utilización de esas herramientas, los alumnos desarrollarían una serie de capacidades y habilidades y adquirirían una serie de competencias y destrezas que los capacitaría mejor para hacer frente a las exigencias del mundo de hoy en día. De añadidura, como ya se ha referido, este sistema basado en la adquisición de competencias y en los resultados del aprendizaje, supuestamente, vendría a facilitar la comparación de títulos y su homologación y, como consecuencia de todo ello, a promover la movilidad de los titulados.

Podemos identificar las primeras referencias explícitas en nuestro país en el año 2003, tras la conferencia de Ministros de Educación de Berlín, en un documento elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) sobre el crédito europeo, (ANECA 2003). En este documento, se explica las características esenciales del ECTS como sistema de transferencia y el rol del profesor en este proceso. Al profesor se le va a pedir “que guíe/acompañe al alumno a través de un conjunto de actividades educativas donde la clase presencial es un

elemento para la consecución de una serie de competencias en las que los conocimientos (su comprensión y su manejo) son una parte”. Esta recomendación de la ANECA cogió por sorpresa al mundo académico, pues las universidades no disponían de medios ni de formación, y probablemente, tampoco los profesores tenían la mejor predisposición para abordar esta revolución y cambiar un método de enseñanza basado en clases magistrales, tan arraigado después de tanto tiempo practicado.

En abril de 2005 se creó en España la Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad, impulsada por el Ministerio de Educación y Ciencia y con el apoyo técnico de la cátedra Unesco de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid. Dicha comisión, exploró las “experiencias piloto” llevadas a cabo en las universidades para preparar al profesorado en la aplicación de los créditos ECTS y para poder detectar problemas en su implantación. Hay que tener en cuenta que la mayoría de estas experiencias utilizan el proceso de Bolonia como “pretexto” y “contexto” de su innovación, aunque en muchas ocasiones la conexión es únicamente el deseo de abordar metodologías centradas en el alumno. Una de esas experiencias piloto pioneras se realizó en la Universidad Autónoma de Barcelona, (Rué Domingo 2004).

A finales de 2006, dicha comisión presentó un informe con los resultados y conclusiones de su trabajo con la recogida de una serie de propuestas, (MEC 2006). En este informe se plasman 30 estrategias o acciones para llevar a cabo esta renovación. Entre alguna de estas acciones se incluían: que “el entrenamiento sobre metodologías específicas debe considerar las especificidades de los ámbitos científicos” o “que la investigación sobre formación docente debe ser incentivada y reconocida al mismo nivel que otros tipos de investigación”.

Al objeto de satisfacer el nuevo paradigma educativo —el profesor debía dejar de ser un mero transmisor de conocimientos y el alumno un simple receptor pasivo de los mismos— se propusieron distintos y presuntamente novedosos métodos docentes. La implicación del gobierno se puso de manifiesto también con ayudas para estudiar el proceso. Entre otros, surge un trabajo conjunto de varias

universidades en el año 2005, promovido por el Ministerio de Educación y Ciencia, donde se desglosan estos métodos docentes, (de Miguel 2005). El elenco propuesto es amplio y variado. Incluye, entre otros: el aprendizaje basado en problemas, que consiste en que el profesor plantea un problema, real o hipotético, que el alumno deberá resolver; el estudio de casos, en el que el profesor presenta un problema real, pero a diferencia del anterior no debe ser resuelto por el alumno, sino que corresponde aquí la iniciativa al profesor que debe analizar cómo se ha resuelto o se podría resolver el problema en cuestión; el contrato de aprendizaje, o acuerdo explícito en virtud del cual el alumno se compromete a realizar las tareas fijadas y supervisadas por el profesor; o, por último, el aprendizaje cooperativo, mediante el cual los alumnos desarrollan trabajos en común, compartiendo recursos, información, y también esfuerzos, pues todos responden solidariamente del trabajo de todos.

Por supuesto, la mayoría de las acciones innovadoras tienden a la búsqueda de prácticas nuevas, a la utilización de metodologías diversas, favorecen la interacción entre profesores en un ambiente de interdisciplinariedad e intercambio mutuo, intentan indagar y reflexionar sobre la propia práctica, introducen como herramientas de trabajo las posibilidades que ofrecen las TIC y persiguen la formación de alumnos que aprenden autónomamente y desarrollan un pensamiento crítico.

Puede considerarse que el acogimiento inequívoco de las nuevas metodologías docentes universitarias por parte de las políticas educativas españolas se produce con la promulgación de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, (Gobierno de España 2007), y su subsiguiente desarrollo en el RD 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, (Ministerio de Educación y Ciencia 2007).

Así pues, la ley dispone en su artículo 89.5: “El Gobierno, las Comunidades Autónomas y las universidades impulsarán la realización de programas dirigidos a la renovación metodológica de la enseñanza universitaria para el cumplimiento de los objetivos de calidad del Espacio Europeo de Educación Superior”.

De la misma forma, el citado Real Decreto anuncia en su exposición de motivos que “la nueva organización de las enseñanzas universitarias [...] impulsa un cambio en las metodologías docentes, que centra el objetivo en el proceso de aprendizaje del estudiante, en un contexto que se extiende ahora a lo largo de la vida”. Asumiendo, por tanto, completamente las directrices marcadas por el proceso de Bolonia.

En las universidades españolas, a diferencia posiblemente de la mayoría de otros países, se han establecido en los últimos años, con la justificación en el Espacio Europeo de Educación Superior, una serie de estrategias y medidas como el contrato-programa, los proyectos de innovación docente o los programas de Formación y Apoyo Pedagógico al Profesorado, los seminarios para docentes noveles o para la incorporación a las nuevas metodologías, los cursos de apoyo para el uso de las TIC en la enseñanza universitaria, etc. que han contribuido a estimular el afán renovador de los profesores universitarios, (Del Pozo Andrés 2009).

2.3. Modalidades y metodologías de enseñanza en España

Tomando como referencia (de Miguel 2005), es necesario distinguir en una primera instancia entre modalidades de enseñanza y estrategias metodológicas. Así, las modalidades de enseñanza son “las maneras distintas de organizar y llevar a cabo los procesos de enseñanza/aprendizaje”, mientras que los métodos o estrategias metodológicas docentes se refieren a la “forma de proceder que tienen los profesores para desarrollar su actividad docente”.

Para las modalidades organizativas, se distinguen siete estilos, de los cuales cinco son en horario presencial y dos son semipresenciales de trabajo autónomo. La siguiente figura recogida del mismo autor describe estas modalidades organizativas.

Fuente: (de Miguel 2005).

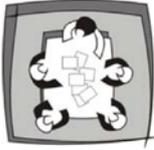
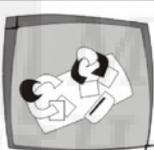
MODALIDADES			
P/A	Modalidad	Escenario	Finalidad/Descripción
HORARIO PRESENCIAL	Clases Teóricas		<i>Hablar a los estudiantes</i> Sesiones expositivas, explicativas y/o demostrativas de contenidos (las presentaciones pueden ser a cargo del profesor, trabajos de los estudiantes, etc.).
	Seminarios-Talleres		<i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad</i> Sesiones monográficas supervisadas con participación compartida (profesores, estudiantes, expertos, etc.).
	Clases Prácticas		<i>Mostrar cómo deben actuar</i> Cualquier tipo de prácticas de aula (estudio de casos, análisis diagnósticos, problemas de laboratorio, de campo, aula de informática).
	Prácticas Externas		<i>Poner en práctica lo que han aprendido</i> Formación realizada en empresas y entidades externas a la universidad (prácticas asistenciales...).
	Tutorías		<i>Atención personalizada a los estudiantes</i> Relación personalizada de ayuda en la que un profesor-tutor atiende, facilita y orienta a uno o varios estudiantes en el proceso formativo.
TRABAJO AUTÓNOMO	Estudio y trabajo en grupo		<i>Hacer que aprendan entre ellos</i> Preparación de seminarios, lecturas, investigaciones, trabajos, memorias, obtención y análisis de datos, etc. para exponer o entregar en clase mediante el trabajo de los alumnos en grupo.
	Estudio y trabajo autónomo, individual		<i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i> Las mismas actividades que en la modalidad anterior, pero realizadas de forma individual, incluye además, el estudio personal (preparar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.), que son fundamental para el aprendizaje autónomo.

Figura 2-1. Modalidades Organizativas derivadas del EEES.

Respecto a las estrategias metodológicas docentes, se definen como el “conjunto de decisiones sobre los procedimientos a emprender y sobre los recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción que, organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos pretendidos en cada uno de los momentos del

proceso, nos permiten dar una respuesta a la finalidad última de la tarea educativa”. Las estrategias docentes se pueden clasificar según diferentes criterios y autores.

Una clasificación generalista, véase (Brown & Atkins 1988), propone que todas las metodologías se encuentran entre dos extremos: en uno de ellos se encontraría la lección magistral en la que la participación y el control del estudiante es mínima, mientras que en el polo opuesto se encontraría el estudio individual o autónomo en el que la influencia del profesor es muy reducida.

Fuente: Basado en (Brown & Atkins 1988).

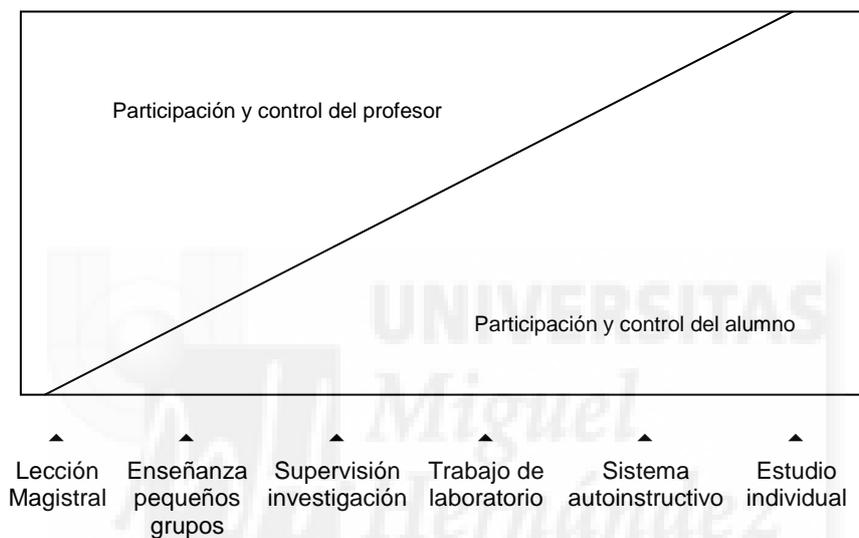


Figura 2-2. Clasificación de metodologías didácticas.

La ubicación de las diferentes metodologías didácticas siempre es orientativa ya que cada método presenta distintos grados de participación y control tanto del profesor como de los estudiantes.

Resumiendo la gran cantidad de metodologías existentes, podemos clasificarlas en dos grandes bloques fundamentales tomando como parámetro el grado de participación de los alumnos en el aula. Así pues, estarían las “tradicionales” en las que el desarrollo de la clase gira fundamentalmente en torno al profesor que hace uso casi exclusivamente de la clase magistral y en la que los alumnos apenas participan; y las denominadas metodologías “modernas”, en las que la dinámica de la clase transcurre alrededor de los alumnos, con metodologías centradas en ellos (Fortea Bagán 2009).

Algunos autores añaden una tercera categoría. Así por ejemplo en (Fernández March 2005) se añaden los métodos orientados a la discusión y/o al trabajo en equipo. O según la clasificación en (Duart & Sangrá 2005): a) modelos tradicionales centrados en el profesor; b) modelos centrados en los medios y en el contenido (tecnológico y espontaneísta); y c) modelos centrados en el alumno (alternativo). Ampliando esta clasificación en (Mayorga Fernández & Madrid Vivar 2010), se dividen en 4 grupos fundamentales: a) tradicional o transmisivo, b) tecnológico, c) espontaneísta o activista, y d) alternativos o integradores.

En estas clasificaciones, los modelos tradicionales se centran, como ya se ha visto, en el profesor y en su capacidad de transmisión, quedando por tanto, la intervención del alumnado en un segundo plano, siendo el conocimiento una selección de la producción científica e investigadora plasmada en libros y apuntes. En contraposición, el modelo tecnológico no solo centra la preocupación de transmitir el conocimiento acumulado sino también en la práctica de los alumnos. Junto con el “directivismo” compartido con el modelo tradicional, se incorpora otra perspectiva más activa centrada en la actividad del alumno con tareas abiertas y poco programadas y por tanto se produce una mezcla de tradición disciplinar y de activismo. El enfoque del modelo tecnológico, sin embargo, no tiene especialmente en cuenta las ideas de los alumnos, solo se consideran sus aportaciones con la intención de sustituirlas por el conocimiento “adecuado”, representado por el referente disciplinar. En el modelo espontaneísta, sin embargo, sí que se toma en cuenta al alumnado y lo pone en el centro del aprendizaje, incardinándolo en la realidad que le rodea, dotando de más importancia en que el alumno aprenda a observar, a buscar información y a descubrir que a recibir la transmisión de conocimiento del profesor. El método socrático es un ejemplo de estas metodologías. Finalmente considera los modelos alternativos o integradores, los cuales los concibe como un proceso de “investigación” de los alumnos guiado por el profesor con el objetivo de favorecer la construcción del conocimiento. Así pues, se hace uso de un aprendizaje basado en problemas con actividades dirigidas a sus resoluciones.

Sin ser tan generalistas, diversos autores proponen metodologías más concretas, aumentando por tanto las variantes de clasificación.

Según el estudio (Torre 2010), se puede hablar de a) motivante o estimuladora (si promueve desde el inicio el interés por los aprendizajes), b) basada en el orden (secuencia de ideas, claridad de la exposición), c) basada en la intuición (en elementos visuales y experiencias concretas), d) que promueve la participación e implicación, e) basado en la exposición magistral, f) centrada en el alumno (siendo éste quien toma la iniciativa de su aprendizaje), g) trabajo en grupo, h) basada en los recursos o medios, i) basada en la práctica, en la ejecución, j) de índole lúdica y creativa.

En cualquier caso, volviendo al estudio (de Miguel 2005) como referencia dentro del cambio metodológico en el marco del EEES, se identifican los siguientes tipos de métodos didácticos agrupados según el enfoque utilizado: a) Enfoque para la individualización; b) Enfoque de la socialización didáctica; y c) Enfoque globalizado.

En el primer caso, se centra la atención en el estudiante en cuanto a sujeto individual, relacionándose con una enseñanza sistemática adaptada a cada alumno en cuanto a que cada individuo es único y con características diferenciadas (trabajo autónomo, enseñanza modular y programada, tutoría académica, investigación autónoma, etc). En el segundo caso, el enfoque de la socialización se centra en la dimensión social del proceso didáctico, donde el elemento clave es el aprovechamiento del potencial del grupo para promover el aprendizaje (método del caso, tutoría entre iguales, aprendizaje colaborativo, etc). Finalmente, el enfoque globalizado pretende abordar la realidad de forma interdisciplinaria con otras áreas de conocimiento y con el entorno que nos rodea (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, etc).

Este mismo autor realiza una propuesta de los métodos más aconsejables en el ámbito universitario, considerados como los más representativos de las diversas formas de trabajar en la enseñanza universitaria en función de la finalidad que se persigue. Esta propuesta puede verse en la siguiente figura.

Fuente: (de Miguel 2005).

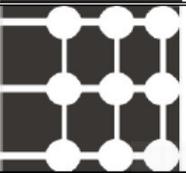
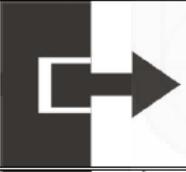
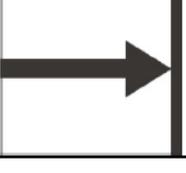
MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante.
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados.
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos.
	Aprendizaje Basado en Problemas	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas.
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos.
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa.
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo.

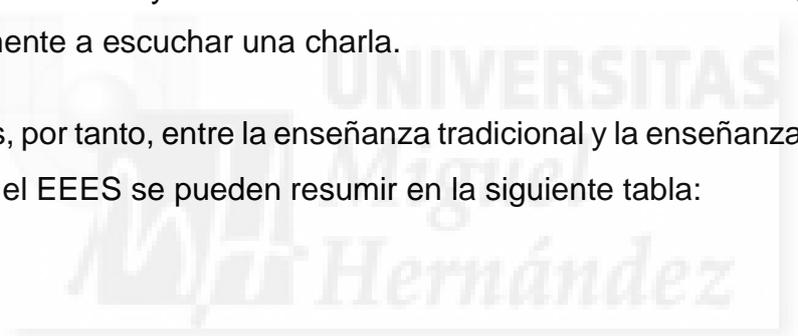
Figura 2-3. Métodos de enseñanza: descripción y finalidad.

En definitiva, aunque existan muchas clasificaciones diferentes, se pone de manifiesto que existe una contraposición natural entre las metodologías tradicionales o pasivas centradas en los discursos docentes, y las metodologías innovadoras, activas y participativas centradas en el aprendizaje activo de los

alumnos, (Rodríguez Sánchez 2011), siendo las segundas las que mayor consideración están teniendo por parte del EEES. En cualquier caso, la mayoría de los autores coinciden en que el profesor ha de seleccionar los métodos y procedimientos didácticos dependiendo de la situación y que sean lo más adecuados posibles para conseguir motivar y centrar al estudiante. El profesor se encuentra ante la necesidad de diseñar experiencias de aprendizaje en las que el estudiante pueda construir sus aprendizajes y sea capaz de aplicar soluciones a las problemáticas contextualizadas en las que se encuentre.

En adelante, se utilizará el término de aprendizaje activo según la definición sugerida por (Pratton & Hales 1986) como “el resultado de un intento deliberado y consciente por parte del profesor que provoque en los estudiantes una participación abierta en la clase”. Se refiere así a ejercicios que motiven a los estudiantes en su proceso cognitivo e incluyen técnicas donde los estudiantes hacen algo más que asistir pasivamente a escuchar una charla.

Las diferencias, por tanto, entre la enseñanza tradicional y la enseñanza innovadora impulsada por el EEES se pueden resumir en la siguiente tabla:



Fuente: (Doménech Betoret 2011).

Enseñanza tradicional (basada en el paradigma conductista)	Enseñanza innovadora (basada en el paradigma cognitivo-constructivista)
Objetivo que se persigue	
Adquirir conocimientos (cantidad)	Desarrollar competencias
Papel del profesor	
Profesor responsable del proceso E/A	Corresponsabilidad del profesor y estudiante en el aprendizaje y resultados obtenidos
Papel del estudiante	
Alumno pasivo	Alumno activo y autónomo
Metodología profesor	
Enseñanza expositiva y transmisiva (estandarizada)	Profesor orientador-guía (enseñanza adaptativa y flexible)
Naturaleza del conocimiento (contenidos)	
Conocimiento inerte (declarativo)	Conocimiento generativo (procedimental)
Tipo de evaluación	
Centrada en resultados	Centrada en los procesos

Figura 2-4. Diferencias entre la enseñanza tradicional e innovadora.

Las metodologías docentes tienen como tarea urgente revisar constantemente sus objetivos y los medios más idóneos para procurar experiencias reales de aprendizaje y contextos evaluativos muy alejados de los sistemas clásicos. La siguiente imagen muestra el famoso cono de Edgar Dale, publicado en (Dale 1946). Dicho planteamiento, y aunque los porcentajes del cono son falsamente atribuidos a su autor original, no pierde vigencia y sigue representando un desafío para quienes diseñan programas educativos, poniendo en evidencia que los aprendizajes activos deben predominar sobre los aprendizajes pasivos.

Fuente: Adaptación libre de (Dale 1946).



Figura 2-5. Importancia de actividades activas vs pasivas.

El aprendizaje activo incrementa las puntuaciones en las calificaciones de los exámenes respecto a formatos más tradicionales (Knight & Wood 2005). Se confirma que los estudiantes aprenden mejor cuando participan en un proceso cognitivo activo como lo demuestran diversos estudios (Mayer & Winne 2009) o (Prince 2004).

De esta forma se constata lo que Confucio en el siglo IV a.C ya intuyó: “Lo oí y lo olvidé, lo vi y lo aprendí, lo hice y lo entendí”.

2.4. Experiencias innovadoras de aprendizaje activo

Ya en el año 1963, el que fuera presidente de la asociación americana de psicología, Wilbert McKeachie, escribió en *Handbook of Research on Teaching*, (McKeachie 1963): "La enseñanza universitaria y la lección magistral han estado tanto tiempo asociados, que cuando un profesor se imagina en un aula, casi de forma inevitable lo hace como conferenciante". Así pues, nadie se extrañaba, 30

años después, de que los profesores que habían sido instruidos mediante charlas magistrales, continuaran con la instrucción predominante que habían conocido, (Bonwell & Eison 1991). Hoy en día, más de 50 años después, podemos afirmar que la tendencia está cambiando, pero que la herencia adquirida y la inercia después de tantos años es muy difícil de cambiar.

La capacidad de algunos profesores de sorprender con el ánimo de motivar es algo que siempre ha existido a lo largo de la historia. La vocación docente conlleva consigo la búsqueda de nuevas fórmulas para conseguir mejorar el proceso de enseñanza de sus alumnos. Podemos remontarnos a la Grecia Antigua donde ya Sócrates fundó un método efectivo para favorecer el pensamiento crítico de los estudiantes, y estableció una metodología basada en la realización de preguntas como fundamento para centrar y motivar a los estudiantes, (Boghossian 2003).

No se pretende realizar un recorrido histórico sobre las experiencias innovadoras en el contexto educativo. Más bien, se pretende poner de relieve, cómo a la luz del proceso de Bolonia, se han realizado gran cantidad de investigaciones y experiencias que desarrollan el concepto introducido de “aprendizaje centrado en el alumno” y su armonización en el contexto de la educación superior.

Pero, para entender este concepto de *aprendizaje centrado en el alumno*, introducido como se ha visto previamente en la normativa europea, es necesario remontarse a ciertos conceptos, ideas y trabajos realizados con anterioridad.

Algunos de los líderes en este campo de los años 80, en publicaciones relevantes, (Cross 1987) o (Bonwell & Eison 1991), ya urgen a la comunidad educativa, en este caso de Estados Unidos, a involucrar y centrar a los estudiantes en el proceso de su aprendizaje. A pesar de estas llamadas urgentes al cambio, los métodos de lección magistral donde los profesores hablaban y los alumnos escuchaban, seguían dominando en las aulas universitarias.

Es por ello, que se hace un esfuerzo importante por una parte del sector educativo mediante estudios empíricos para convencer a los miembros de las facultades en la superación a la resistencia a las técnicas de instrucción interactivas.

Abanderando este cambio surge el concepto de “aprendizaje activo”, siendo este uno de los fundamentos del que hoy ha derivado las innovaciones metodológicas al hilo del proceso de convergencia Europeo.

Así pues, el aprendizaje activo es un modelo de instrucción que enfoca la responsabilidad de la enseñanza a los estudiantes. De esta forma, para aprender, los alumnos deben hacer algo más que simplemente escuchar: deben leer, escribir, discutir o comprometerse con la resolución de problemas. Básicamente, el aprendizaje activo implica que los estudiantes realicen dos tareas: “hacer cosas y pensar sobre las cosas que están haciendo”, (Bonwell & Eison 1991).

A raíz de las experiencias de aprendizaje activo que se han ido realizando durante este tiempo al socaire del proceso de Bolonia se han ido popularizando métodos derivados del aprendizaje activo. Sin pretender ser exhaustivos, se describen a continuación algunas de estas experiencias, trabajos e investigaciones que son consideradas de relevancia entre diversos autores, (Fortea Bagán 2009), (Sharples et al. 2015), (Mel Silberman 2006), y que continúan siendo hoy en día fuente profusa de estudio.

2.4.1. Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo (*collaborative learning*) se refiere al método de instrucción en el que los estudiantes trabajan juntos en pequeños grupos para realizar las tareas de manera colectiva con el propósito de alcanzar un objetivo común, (Cuseo 1992). El elemento central del aprendizaje colaborativo es la interacción entre estudiantes, que contrasta con la metodología basada en el aprendizaje como una actividad individual.

Hay multitud de experiencias que evidencian importantes beneficios del aprendizaje colaborativo. Entre ellas se encuentran (Laal & Ghodsi 2012), en las que clasifican los beneficios en cuatro categorías fundamentales: social, psicológica, académica y evaluación.

El aprendizaje colaborativo ha incorporado las tecnologías de la información evolucionando de esta forma a los llamados *computer-mediated collaborative learning* y *collaborative online learning*, como son conocidos en su terminología anglosajona.

2.4.2. Aprendizaje cooperativo

En la literatura pedagógica tienden a utilizarse el término de aprendizaje cooperativo como sinónimo del término de aprendizaje colaborativo. Sin embargo, algunos autores encuentran que son formas ligeramente diferentes de aprendizaje.

El aprendizaje cooperativo (*cooperative learning*), aunque también está organizado en grupos pequeños donde la interacción entre los estudiantes es pieza fundamental para perseguir objetivos comunes, se distingue del aprendizaje colaborativo en que a diferencia del primero, el grado de libertad de los alumnos es mucho menor, siendo el profesor el que diseña y controla la estructura de estas interacciones y de los resultados que se han de obtener. Por el contrario, en el aprendizaje colaborativo, prima la libertad con la que se constituyen y funcionan los grupos, y son los que diseñan su estructura de interacciones manteniendo el control sobre las decisiones que repercuten en su aprendizaje. En este aprendizaje colaborativo, el docente propone un tema y son los alumnos los que deciden cómo abordarlo bajo la tutela del profesor, que solo interviene si es consultado o si advierte algún problema.

Así, según ciertos autores, véase (Millis & Cottell Jr. 1998), el aprendizaje cooperativo puede definirse como “una forma estructurada de un grupo de trabajo donde los estudiantes persiguen objetivos comunes mientras que son evaluados individualmente”.

Aunque existen modelos de aprendizaje cooperativo diferentes, el elemento fundamental se centra en los incentivos de la cooperación más que en la competición para promover el aprendizaje.

Entre las múltiples experiencias realizadas, podemos citar la reciente investigación realizada en la Universidad del País Vasco, utilizando el estudio del caso como estrategia para promover el aprendizaje cooperativo, (Armendi Jauregui et al. 2013), y en el que se pueden comprobar las bondades el método.

También se ha incluido dentro de este grupo el término de aprendizaje entre pares o iguales (*peer-learning*), aunque ciertos autores lo desmarcan del aprendizaje colaborativo o cooperativo, aduciendo que tiene sus elementos identitarios propios, (Boud et al. 2001). En el aprendizaje cooperativo, un estudiante aprende **con** otro estudiante, mientras que en el aprendizaje entre iguales, un estudiante aprende **de** otro estudiante.

El aprendizaje cooperativo ha sido mejorado gracias a la introducción de la tecnología, y ha evolucionado hacia el *computer-supported collaborative learning*, siendo un campo de investigación pródigo en publicaciones en los últimos tiempos.

2.4.3. Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (*problem based learning*) es un método de instrucción donde se introducen problemas relevantes al comienzo del tema, proporcionando un contexto y una motivación para que el alumno aprenda posteriormente. Este método es siempre activo y generalmente (pero no necesariamente) colaborativo o cooperativo según las definiciones previas. Este aprendizaje conlleva típicamente gran cantidad de autoaprendizaje directo por parte de los estudiantes.

Existen varias formas de clasificación, y algunos métodos parecen englobarse dentro de este término. Algunos de los más conocidos son: estudio del caso, aprendizaje basado en proyectos, o aprendizaje basado en la curiosidad, (Ertmer 2015).

De nuevo, existen multitud de experiencias realizadas en el contexto universitario, y citaré como muestra dos experiencias: la primera es una interesante experiencia realizada en un entorno médico, en donde se muestra la efectividad de este

método, (Oda et al. 2014). La segunda, muestra de nuevo la eficacia del método, pero en un campo tan diferente como es el de las redes de ordenadores en el contexto de un máster universitario, (Linge & Parsons 2006).

La introducción de la tecnología ha llevado también a acuñar nuevos términos, como son: *computer-supported problem-based learning*, *computer-enhanced problem-based learning*, o *technology-supported problem-based learning*.

2.4.4. Aprender enseñando

El método de aprender enseñando (*learning by teaching*) consiste en permitir a los estudiantes que preparen y enseñen las lecciones o parte de ellas. Este método no debe ser confundido con la realización de presentaciones o conferencias por el estudiante, pues los estudiantes no solo van a transmitir ciertos contenidos, sino que también van a elegir sus propios métodos para enseñar a sus compañeros de clase sobre la materia en cuestión.

Aunque es un método antiguo de enseñanza, se ha popularizado recientemente por la escuela alemana, véase (Martin & Oebel 2007). Puede encontrarse abundante bibliografía sobre el tema en (Durán Gisbert 2014).

Algunas de las experiencias interesantes recientes pueden consultarse en (Grzega & Schoner 2008). También merece la pena reseñar las experiencias que muestra las ventajas de utilizar el aprendizaje mediante la enseñanza pero cuando el estudiante sabe que va a realizar esa tarea (*teaching expectancy*), (Fiorella & Mayer 2013) y (Nestojko et al. 2014).

2.4.5. La evaluación entre iguales

La co-evaluación o evaluación entre iguales (*peer assessment*) consiste en que los alumnos son los que evalúan a sus compañeros. Este método conlleva ciertos beneficios para el profesor como son la recepción de información valiosa sobre cómo corrigen los alumnos y, por supuesto, la reducción del tiempo en la corrección del profesor. Pero, desde el punto de vista pedagógico, las ventajas para los

estudiantes son especialmente importantes: Los alumnos pueden aprender de los trabajos, exámenes o exposiciones de los compañeros a los que están evaluando. Una forma frecuentemente utilizada por los profesores es la de utilizar la coevaluación en pruebas tipo test. Los test se utilizan para minimizar el tiempo de corrección de exámenes y el profesor no suele detenerse a explicar el por qué unas son correctas y otras son erróneas. La coevaluación permite, además de obtener las calificaciones de los alumnos, tener la oportunidad de que ellos mismos puedan aprender de las respuestas que han contestado mal. La autoevaluación y la coevaluación permiten que los estudiantes se fijen en aquellas respuestas que han contestado equivocadamente y descubran por qué otras respuestas eran las correctas.

Hay multitud de experiencias tomando como referencia este método pedagógico, entre ellas, y como referentes en el campo se encuentran las mostradas en (Álvarez 2008) e (Ibarra Sáiz et al. 2012).

De nuevo, con la incorporación de la educación virtual, se han incorporado nuevos términos, en concreto, el más utilizado actualmente, *online peer assessment*, hace referencia a la evaluación utilizando medios informáticos y es, generalmente, utilizado en entornos de e-learning, aunque también puede ser empleado en clases presenciales como medio para introducir anonimato en la evaluación y solventar el problema de la incomodidad de ciertos alumnos a que sus resultados puedan ser conocidos por sus compañeros (Vanderhoven et al. 2012).

2.4.6. Instrucción dirigida por preguntas

La instrucción dirigida por preguntas (*question driven instruction*) es un método en el que el profesor realiza preguntas a los alumnos para obtener información que utiliza para conducir la clase. Existen denominaciones similares como instrucción dirigida por los datos (*data-driven instruction*) o instrucción dirigida por las medidas (*measurement driven instruction*), aunque cada una de ellas con sus matices particulares.

Siendo un método utilizado desde siempre, se ha popularizado con la introducción de la tecnología y los sistemas de respuesta o *clickers* entre el alumnado. Existen evidencias de las bondades de estos sistemas. Una revisión de las experiencias realizadas al respecto y sus beneficios puede encontrarse en (Boscardin & Penuel 2012).

2.4.7. Aprendizaje invertido

El aprendizaje invertido (*flipped learning*) es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo hacia el espacio de aprendizaje individual, y el espacio resultante se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el profesor guía a los estudiantes a medida que se aplican los conceptos y pueden participar creativamente en la materia.

Aunque está siendo muy utilizado en la educación primaria y secundaria, no existen tantas experiencias en el ámbito universitario. Sin embargo, caben destacar algunas experiencias como las de la Universidad de Regina de Canadá, (Wagner et al. 2013), o para no salir del ámbito nacional, las recientes experiencias para formador del profesorado en Valencia, (Angelini & García-Carbonell 2015).

2.4.8. Aprendizaje basado en juegos

El aprendizaje basado en juegos (*game-based learning*) es una estrategia utilizada en el aula, que ha sido siempre utilizada en educación infantil y primaria. Sin embargo, el fenómeno que conjuga el aprendizaje con diferentes juegos, se ha recuperado en las enseñanzas secundarias y superiores fundamentalmente con la introducción de los juegos digitales con el fin de apoyar y mejorar la enseñanza, el aprendizaje y/o la evaluación. Para ello, se ha acuñado el término *digital game-based learning*, considerándose "una manera eficaz para motivar al alumno y para que el estudiante participe en experiencias de aprendizaje activo", (Charlier & Ott 2012). Su eficacia ha sido demostrada en multitud de estudios como puede comprobarse en (All et al. 2016),

La utilización de los juegos en el ámbito educativo ha dado lugar a varios campos de investigación como son:

- *Serious games*: Referido a los juegos en los cuales la educación (en sus varios formatos) es el objetivo fundamental más que el de la diversión.
- *Edutainment*: Como subconjunto del anterior, son aquellas actividades lúdicas que están fundamentalmente pensadas para la educación primaria, donde centra el foco en el vehículo curricular del conocimiento de los libros de texto, más que como acicate para la motivación o el paradigma de refuerzo, (Breuer & Bente 2010).
- *Pervasive games*: Aquellos juegos que proporcionan un modelo que combina el mundo real con el mundo virtual. Estudios empíricos demuestran su eficacia en la educación, (Kittl & Petrovic 2008).
- *Augmented reality games*: Basados en un entorno real y aumentado por la información digital. Algunas experiencias como, (Klopfer & Squire 2008), destacan resultados prometedores. Una revisión sobre la realidad aumentada aplicada en la educación puede verse en (Lee 2012) y (Schrier 2006).

2.4.9. Gamificación en la educación

El término gamificación (*gamification*) es un término que puede confundirse con la utilización de los juegos en el aprendizaje. Sin embargo, la gamificación es una variante diferente de experiencia de aprendizaje en el que se toma elementos de los juegos (tales como puntos, medallas, tablas de clasificación, logros, competitividad) y los aplica en un contexto fuera del juego, como es en este caso el aula.

Se han realizado multitud de experiencias de gamificación en la enseñanza universitaria. Una profunda revisión de la literatura existente sobre las experiencias realizadas muestra resultados positivos en la mayoría de ellos, tanto en materia psicológica como conductiva, (Hamari et al. 2014). El tema de la gamificación será tratado con más profundidad en capítulos posteriores.

2.5. Uso de las tecnologías en el aula

Los avances tecnológicos han conducido a una revolución en la educación. Como ha podido comprobarse en la sección anterior, gran cantidad de cambios metodológicos han sido posibles gracias a la incorporación de las tecnologías en el aula. Esto ha causado gran multitud de cambios, no solo en la forma en que aprendemos, sino también en la forma en la que los profesores son capaces de enseñar a sus alumnos.

Atrás quedan los días donde los profesores permanecían únicamente en los métodos del pasado de “hablar y tiza”. La tecnología ha permitido descubrir nuevas formas de pensar y nuevos métodos, de tal forma que puedan llevarse a la práctica y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades docentes en todos los niveles y materias y en todo tipo de instituciones. Esto, de hecho, conduce a una constante mejora de la calidad de la educación.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación por parte del profesorado universitario en su relación con el EEES está siendo objeto de investigación y reflexión en los últimos años, (Pastor & Europeo 2005), (González Sanmamed & Raposo Rivas 2009), (Martínez Rodrigo & González Fernández 2012), (Valentín et al. 2013).

Desde las instituciones públicas se le viene dando una vital importancia a la implantación de la tecnología en las aulas y la incorporación de éstas en los métodos de enseñanza. Diversos informes ya marcan la gran tendencia que existe en los centros de enseñanza españoles hacia la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aula. Así pues, el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de los Sistemas de Información, pone de relieve que sigue en aumento el número de centros con conexión a Internet, (ONTSI 2015). El informe de la fundación Telefónica del año 2014 sitúa a España a la cabeza de Europa en la introducción de las TIC en el proceso educativo, (Telefonica 2014).

En la misma línea se posiciona la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), que mantiene desde el año 2003 una Comisión Sectorial de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Uno de los pilares en los que se asienta la CRUE-TIC es el informe UNIVERSITIC, de publicación anual, en el que se analiza la situación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Sistema Universitario Español. Estos informes pretenden promover la planificación estratégica y el buen gobierno de las TIC en todas las universidades del Sistema Universitario Español, y, mediante el desarrollo de herramientas propias del entorno universitario, ayudar a las universidades a llevar a cabo estos importantes procesos. Entre algunos de los datos significativos recogidos del informe del año 2014 puede comprobarse el grado de equipamiento de las aulas universitarias españolas clasificadas en cuatro tipos: Básico, Avanzado T1, Avanzado T2 y Avanzado T3.

Fuente: (CRUE 2014).

Tipo de Equipamiento del Aula	NºAulas	%
Básico (todos los puestos conectados a Internet y proyector multimedia)	16.309	64,53%
Avanzado T1 (todos los puestos conectados a Internet, proyector multimedia y pizarra digital)	2.479	9,81%
Avanzado T2 (todos los puestos conectados a Internet, proyector multimedia y posibilidad de grabar contenidos y/o distribuir la clase en tiempo real)	868	3,43%
Avanzado T3 (todos los puestos conectados a Internet, proyector multimedia, posibilidad de grabar contenidos y/o distribuir la clase en tiempo real y red propia conectada a una pizarra digital)	722	2,86%
Sin equipamiento TI básico	4.894	19,37%
TOTAL	25.272	100,00%

Figura 2-6. Distribución de aulas según el equipamiento TIC.

El informe considera ciertos datos destacables: cuatro de cada cinco aulas poseen equipamiento TIC, que los estudiantes del sistema universitario español disponen de 90.000 ordenadores a su disposición (fijos, en préstamo o en aulas móviles) y que el 74% de los estudiantes se conectan, al menos una vez al año, a la red wifi de la universidad.

La incorporación de las tecnologías ha supuesto, como ya se ha podido comprobar, un nuevo campo de investigación, que permite nuevas formas de experimentación en la enseñanza. Aunque esta tesis se centra en la enseñanza presencial, es necesario mencionar los avances que han supuesto los entornos de *e-learning*, *b-learning* de educación virtual a distancia y educación semipresencial.

El *e-learning* nace como fruto de la sociedad de la información y las comunicaciones y su influencia en los sistemas de enseñanza y aprendizaje, como una respuesta a los retos que se plantean en educación. Como base de esta modalidad de formación tenemos la idea de poner al servicio de la educación los avances científicos y tecnológicos desarrollados en los últimos tiempos. Entre ellos, la herramienta básica es Internet y todas las posibilidades que puede aportar al mundo educativo. Otra de las necesidades que ha llevado al desarrollo y la extensión de los sistemas de *e-learning* es la idea de la formación a lo largo de la vida, para la que las estructuras y metodologías tradicionales parecen demasiado rígidas y poco adaptadas a un ritmo de aprendizaje que debe ser flexible y centrado en el alumno.

A raíz de la enseñanza virtual a distancia, surgió el concepto de los MOOC (acrónimo en inglés de *Massive Open Online Course*). Son cursos en línea dirigidos a un amplio número de participantes a través de Internet según el principio de educación abierta. Una revisión exhaustiva sobre la literatura y experiencias existentes relativas a los MOOC puede verse en (Chiappe-Laverde et al. 2015).

Como respuesta a muchos de los problemas que planteaba el *e-learning* (competencias tecnológicas necesarias para el manejo de la plataforma, adaptación a nuevos métodos de aprendizaje, costos en la adquisición de la infraestructura necesaria, o sensación de pérdida y aislamiento en diferentes momentos del proceso formativo) surgió, entre otros, el concepto de enseñanza híbrida o del inglés *b-learning* (*blending learning*). A pesar de su origen no se debe etiquetar como una variante del *e-learning* sin comprender que su naturaleza y sus características lo dotan de entidad propia como una modalidad distinta, (Tayebinik & Puteh 2012).

Para la puesta en práctica de estos modelos de enseñanza-aprendizaje apoyados en Internet, es necesario que exista un entorno tecnológico que los sustente y que desarrolle los elementos necesarios para que se pueda llevar a cabo el proceso formativo.

Uno de los conceptos que se ha originado en este contexto es la denominación de entorno virtual, conceptualizado como el soporte tecnológico que hace posible la existencia de la interacción virtual por medios telemáticos. Así pues, las plataformas de *e-learning*, llamadas LMS (*learning management system*), son las herramientas software que permiten distribuir los contenidos didácticos y organizar los cursos on-line. En la actualidad existen numerosas plataformas al servicio de la enseñanza, tanto gratuitas como de pago, entre las que destacan Moodle³, Claroline⁴ o WebCT⁵.

2.5.1. Herramientas didácticas basadas en TIC

Aunque ya se han comentado algunas herramientas didácticas, sin pretender ser exhaustivo, se hace referencia a algunas herramientas TIC que fomentan el aprendizaje activo en cualquiera de sus modalidades metodológicas. En un intento por clasificar estas tecnologías algunos autores, véase (Pérez 2006), distinguen al efecto los siguientes conceptos:

- Tecnología física. Indica el sistema de transmisión de la información (cable, líneas de teléfono, satélite,...), protocolos de comunicación, compresión de datos, etc. Desde el punto de vista del usuario define parámetro como la velocidad de transmisión de la información, o la posibilidad de visualizar la información en diferentes medios (teléfono, móvil, ordenador, televisión,...).
- Herramientas de redes de ordenadores: Entran dentro de esta agrupación las herramientas propias de Internet como son: correo electrónico, listas de distribución, foros, chat, mensajería instantánea, redes sociales, videoconferencia y audioconferencia, escritorio compartido, motores de búsqueda o la compartición de ficheros.
- Entornos, plataformas o sistemas: Aplicaciones software basadas generalmente en servicios web cuya función es facilitar la distribución de

³ <https://moodle.com/>

⁴ <http://www.claroline.net/>

⁵ <http://www.blackboard.com/>

contenidos entre profesores y alumnos. Entre estas podemos encontrar los sistemas LMS mencionados anteriormente, los blogs, wikis, entornos de trabajo colaborativo, juegos y simulaciones.

La incorporación masiva de tecnologías en las instituciones educativas, ha hecho que proliferen la creación de nuevas plataformas y sistemas descritos anteriormente. De nuevo, sin querer ser exhaustivos, merece la pena citar algunas de estas herramientas al servicio de los docentes y estudiantes:

- Sistema de tutoría inteligente: Más conocido por sus siglas en inglés (*intelligent tutorial system, ITS*), es un sistema informático cuyo objetivo es proporcionar instrucción personalizada o feedback a los estudiantes, generalmente sin la intervención de un instructor humano. Dos de las diferencias más importantes que lo distinguen de otras instrucciones dirigidas por computadora son: que los ITS son capaces de interpretar respuestas complejas de los estudiantes y que son capaces de aprender de ellas según se van sucediendo en tiempo real, (Koedinger & Tanner 2013). Aunque los sistemas de tutoría inteligente parecen estar más enfocados en la educación a distancia, el *e-learning* y entornos MOOC, también son utilizados en las aulas y hay experiencias interesantes al respecto como son, por ejemplo, (Keleş et al. 2009) y (Martinez-Maldonado et al. 2014).
- Sistemas de respuesta de estudiantes: Estos sistemas, del inglés *students response systems (SRS)*, consisten en plataformas mediante las cuales el profesor es capaz de lanzar una pregunta en clase y obtener feedback inmediato de los alumnos. Esto se realiza mediante dispositivos específicos que deben tener los alumnos, llamados 'clickers' o bien utilizando dispositivos móviles que realizan esa función. El uso de estas plataformas suele circunscribirse a la metodología de enseñanza de instrucción dirigida por preguntas, y por ello, ambos conceptos suelen estar muy ligados entre sí.

Existe una gran cantidad de terminología usada para describir estos sistemas, tales como: *classroom response systems (CRS)*, *student response*

systems (SRS), *audience response systems* (ARS), o *electronic response systems* (ERS), por nombrar algunas de ellas, (Fies & Marshall 2006) .

Aunque ya se han citado experiencias relacionadas con las metodologías de instrucción dirigida por preguntas, conviene citar una profunda revisión, (Kay & LeSage 2009), sobre las experiencias realizadas con los sistemas de respuesta de estudiante en la docencia y sus beneficios.

El uso de la tecnología en el aula, como se ha visto, tiene gran potencial para profesores y estudiantes. Sin embargo, las aulas no se encuentran preparadas para que los alumnos dispongan de las herramientas necesarias para hacer uso de esa tecnología. Es por ello que existe una tendencia en los últimos años en las que se propone que sean los estudiantes los que lleven sus propios dispositivos al aula. Esta tendencia, acuñada con el término anglosajón *bring your own device* (BYOD), está siendo objeto de estudio por las implicaciones que conlleva en las infraestructuras de la institución y las ventajas, oportunidades y riesgos que esta práctica trae consigo. Algunas disertaciones al respecto pueden verse en (Santos 2013) o (Nykvist 2012).

2.5.2. Nuevas tendencias en el uso de las TIC en el aula

Desde el año 2002, se lleva a cabo un proyecto, denominado Horizon Report, promovido entre el NMC (*New Media Consortium*) y ELI (*Educase Learning Initiative*), el cual trata de identificar, mediante una investigación cualitativa, las tecnologías emergentes que van a tener gran impacto en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa en los centros de enseñanza superior y universidades en los próximos 5 años. En el informe anual de su 12ª edición del año 2015, (Johnson et al. 2015), seis tendencias clave, seis retos importantes, y seis importantes desarrollos en la tecnología educativa son identificados a través de tres horizontes de implantación en los próximos uno a cinco años, sirviendo como guía para los profesionales de la enseñanza en su planificación estratégica de tecnología.

El informe tiene como objetivo proporcionar a estos profesionales información contrastada sobre las tendencias y los retos en la utilización de la tecnología educativa, junto con sus implicaciones políticas y prácticas.

Algunas de las tendencias tecnológicas en la educación así como una muestra de experiencias realizadas, se describen a continuación.

- Realidad aumentada en la enseñanza (*augmented reality*, AR):

La realidad aumentada en la enseñanza utiliza dispositivos tecnológicos sensibles al contexto que permiten a los participantes interactuar con información digital embebida dentro del entorno físico. Su utilización puede realizarse tanto en el aprendizaje formal como en el informal. Como herramienta cognoscitiva y aproximación pedagógica, AR está alineada en primer lugar con la teoría de aprendizaje constructivista, pues posiciona al estudiante dentro del mundo físico real y en su contexto social mientras es guiado, facilitando la participación y el proceso de aprendizaje metacognitivo como la curiosidad, la observación activa, el coaching entre pares o la enseñanza recíproca con múltiples modos de representación.

Actualmente existen dos formas de AR disponibles para los educadores: (1) sensibilidad a la localización y (2) basado en la visión. La realidad aumentada sensible a la localización presenta información multimedia a los alumnos según se mueven físicamente con el GPS activado del teléfono o de algún dispositivo similar. La información multimedia (texto, gráficos, audio, vídeo, modelos 3D) aumenta el entorno físico con narraciones, navegación y/o información académica relevante a la localización. Por el contrario, la realidad aumentada basada en la visión presenta información multimedia a los estudiantes tras apuntar la cámara de sus dispositivos hacia un objeto. Una revisión interesante sobre la literatura existente en este campo puede verse en (Dunleavy & Dede 2014).

Además de todas estas tecnologías, merece la pena estar atentos a los dispositivos de realidad virtual que se están desarrollando. Aunque actualmente el más conocido son las gafas Google Glass, otros proyectos como Magic Leap o las

“gafas” CastAR podrían dar un nuevo impulso a los usos educativos de la tecnología de realidad aumentada.

- Espacios o laboratorios creativos (*makerspaces*):

También denominados *hackerspaces*, *hack labs*, o *fab labs*, son espacios colaborativos donde se comparte hardware, técnicas de programación, trucos, etc. En estos laboratorios se pueden encontrar cúteres de láser, legos, Arduinos (placas de desarrollo que integran un microcontrolador y un entorno de desarrollo) y Raspberry Pi (ordenadores de placa reducida y bajo coste), así como otros gadgets de circuitería electrónica.

Sean cuales sean los instrumentos de que disponga el laboratorio, el objetivo es tener un lugar donde los estudiantes sean libres de experimentar y hacer cosas por ellos mismos como parte de una comunidad productiva.

Una de las herramientas pioneras y que se espera sea determinante en estos nuevos laboratorios son las impresoras 3D, (Vanscoder 2014). Gracias a ellas, los estudiantes pueden experimentar con software de diseño asistido por ordenador (CAD) e inventar productos.

Fuente: (Makerbot Education 2015).

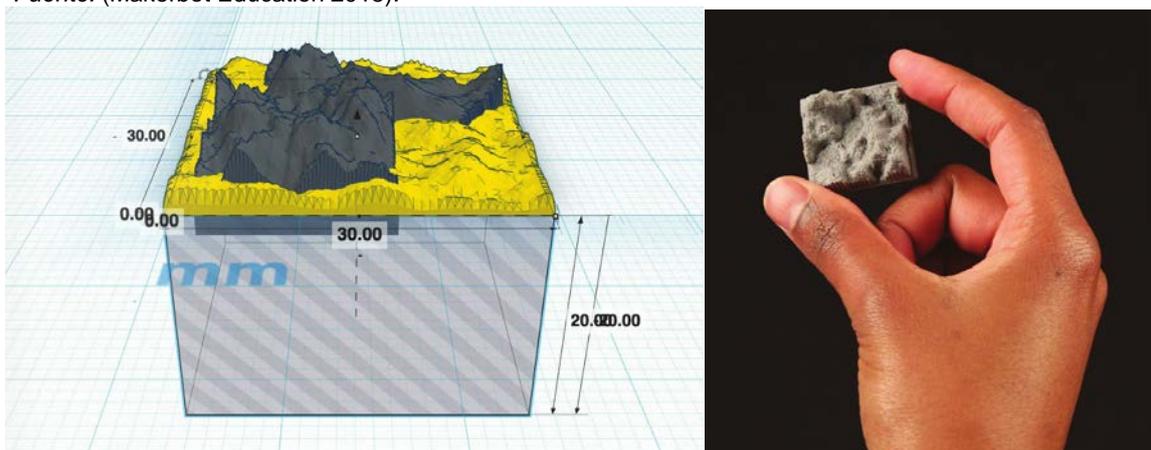


Figura 2-7. Uso de las impresoras 3D.

Un gran número de universidades ha establecido este tipo de laboratorios como lugares interdisciplinarios donde los estudiantes pueden experimentar y compartir sus experiencias y resultados. En el parque de ciencia y tecnología de la

Universidad de Nairobi, los estudiantes de primer año de ingeniería eléctrica han inventado y prototipado un dispositivo impreso en 3D que podría ayudar a los médicos a colocar agujas intravenosas de forma precisa en los niños pequeños. Los estudiantes llevaron a cabo este proceso en el laboratorio cooperativo de la universidad, (Ruvaga 2014). De la misma forma, un diseño de estudiantes turcos consistente en un objeto realizado mediante impresión 3D que mediante la incorporación de un sistema de ultrasonidos permite estimular el crecimiento de los huesos, (Karasahin 2014) ha ganado varios premios.

Fuente: (Karasahin 2014).



Figura 2-8. Ostetoid, estimulador de huesos.

- Tecnología wearable:

Las tecnologías ponibles (traducción libre de *wearable*) se refiere a los dispositivos tecnológicos incorporados en prendas que pueden usar los usuarios tomando la forma de accesorios (joyería, gafas, bandas, relojes, ...) o directamente artículos de ropa como zapatos o chaquetas. La tecnología *wearable* permite integrar herramientas de forma conveniente para monitorizar el sueño, el movimiento, la localización o las interacciones sociales, incluso permitir la realidad virtual. Los

objetos *wereables* actuales no solo hacen un seguimiento de dónde va la persona, qué es lo que hace o cuánto tiempo utiliza en realizarlo, sino también, cuáles son sus aspiraciones y cuándo van a conseguirlas.

Algunas de los escenarios de utilización en la educación son:

- Uso de gafas inteligentes con reconocimiento facial para dirigirse a los estudiantes por su nombre y reclamar su atención. También ser capaz de comprobar qué están haciendo en el aula.
- Uso de *wereables* por parte de los estudiantes que monitoricen su capacidad de atención mediante el análisis de sus patrones biométricos, de forma que el profesor pueda actuar personalmente sobre los alumnos en función de disparadores programables.
- Uso de gafas por parte de los alumnos en entornos de laboratorio o médicos para guiarles en la realización de prácticas, ya sean de química u otro tipo.
- Uso de prendas de vestir en ciencias del deporte para la enseñanza de cómo mejorar la salud y la eficiencia en la alta competición.

Como experiencias se pueden citar, por una parte, la de la Universidad Médica de California - Irvine, en donde han incorporado las Google Glass dentro de su programa de grado, desde el primer y el segundo año de anatomía, hasta el tercero y cuarto año de rotaciones de hospital, usándolas para presentar información en las gafas y permitiendo el formato de manos libres en la instrucción que llevan a cabo los profesores con los alumnos, permitiendo difundir y grabar los cuidados de ciertos pacientes de forma segura a los alumnos, (University of California - Irvine 2015). La universidad de Michigan, por su parte, ha desarrollado un sensor de vapor que utilizado en las prendas de vestir de laboratorio, puede registrar la presencia de fugas químicas o vapores peligrosos y alertar a los estudiantes y profesores del peligro, (University of Michigan 2015). Finalmente, también cabe mencionar el estudio realizado en la Universidad de Friburgo (Alemania) en laboratorio húmedo, donde 22 estudiantes evaluaron el sistema con un experimento de extracción de ADN mediante el uso de Google Glass y sensores gestuales de pulsera, (Scholl et al. 2015).

- El Internet de las cosas (*Internet of things, IoT*):

El Internet de las cosas, IoT por sus siglas en inglés, es una red de objetos conectados que enlazan el mundo físico real con el mundo de la información a través de la conectividad a la web. De esta forma se permite que objetos, sensores y dispositivos puedan tener un direccionamiento y comunicarse a través de Internet.

El uso del Internet de las cosas en entornos educativos se está enfocando en lo que viene a llamarse la “hiperubicación” (traducción del término anglosajón *hypersituation*). La hiperubicación es la habilidad para amplificar el conocimiento basado en la localización de los usuarios. En otras palabras, los estudiantes que llevan dispositivos conectados con ellos, pueden beneficiarse de gran cantidad de información interdisciplinar que les llega desde sus alrededores. Por ejemplo, un estudiante que está explorando una ciudad con una riqueza cultural importante, puede explorar su entorno desde un punto de vista arquitectónico, político o biológico, dependiendo de cómo esté equipado este entorno. IoT puede también crear un entorno donde los estudiantes se informen gracias a contribuciones y observaciones de la comunidad a través de objetos conectados. De esta forma, el estudiante no solo consume información sino que también la crea. Este tipo de experiencias está comenzando a aparecer en museos: Los iBeacons (sistemas de posicionamiento en interiores de Apple) se pueden asociar a un objeto de tal forma que al acercarse el estudiante, este recibe historias en forma de texto, video, audio o multimedia, y estas historias pueden ser diferentes según el patrón de persona al que está dirigido, intentando que sea lo más útil posible al mismo (no serían los mismos contenidos para un niño de primaria, que para un universitario). Una experiencia en este sentido se ha realizado en el Museo de Nueva York en 2014, (Dormehl 2014).

Para la instrucción, el Internet de las Cosas en la educación superior toma la forma de los modelos híbridos de enseñanza que integran materiales personalizados y tecnologías de evaluación formativa que consiguen un feedback instantáneo. En este contexto, los estudiantes tienen la capacidad de monitorizar su propio entorno y recoger datos en tiempo real para un estudio posterior. De forma parecida a la hiperubicación, empresas como Cisco Systems, vislumbran un entorno sensible al

contexto, donde los objetos pueden comunicarse con los estudiantes y viceversa para crear experiencias interactivas relevantes de aprendizaje, (Selinger et al. 2013).



Capítulo 3

3. La Gamificación en el Aula

En los últimos años se ha consolidado la tendencia de aprovechar los componentes motivadores propios de los escenarios de juego trasladándolos a contextos formales no lúdicos, fenómeno denominado gamificación -traducido literalmente del inglés *gamification*-, con el fin de implicar a los usuarios en procesos complejos y predisponerlos favorablemente hacia la adquisición de aprendizajes de diversa índole. El fenómeno de la gamificación no está siendo ajeno al ámbito educativo, donde está encontrando múltiples beneficios en aspectos como la motivación, el compromiso o el rendimiento en el aprendizaje.

El presente capítulo pretende hacer un repaso de cómo y dónde ha surgido la gamificación y cómo ha llegado al aula mediante las tecnologías de la información y las comunicaciones para convertirse en uno de los agentes más importantes en la revolución metodológica y pedagógica de los últimos tiempos.

3.1. Definición y usos

La comunidad científica coincide en la definición de la gamificación como: “el uso de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos”, (Deterding, Dixon, et al. 2011a). El término es relativamente reciente. Los primeros artículos que citan este término datan de 2010, (Bunchball Inc. 2010), pero el concepto del uso de los juegos para influir o motivar a grupos de personas es mucho más antiguo. Los profesores de educación infantil y primaria han usado los juegos como parte de la pedagogía educativa desde siempre. De la misma forma, elementos de juego han sido utilizados en el mundo empresarial desde mucho tiempo atrás, así ya desde los años 80 pueden leerse diversos libros y artículos que hacen referencia a ellos, (Coonradt & Nelson 1985), (Rhyne et al. 2000). Pero es en 2010, cuando algunos actores principales de la industria, así como múltiples congresos y conferencias popularizaron el término que extendió ampliamente su uso desde entonces (Bunchball Inc. 2010). En la figura siguiente puede comprobarse esta popularización del término utilizando la herramienta de google trends, (Google Trends 2015).

Fuente: Google.

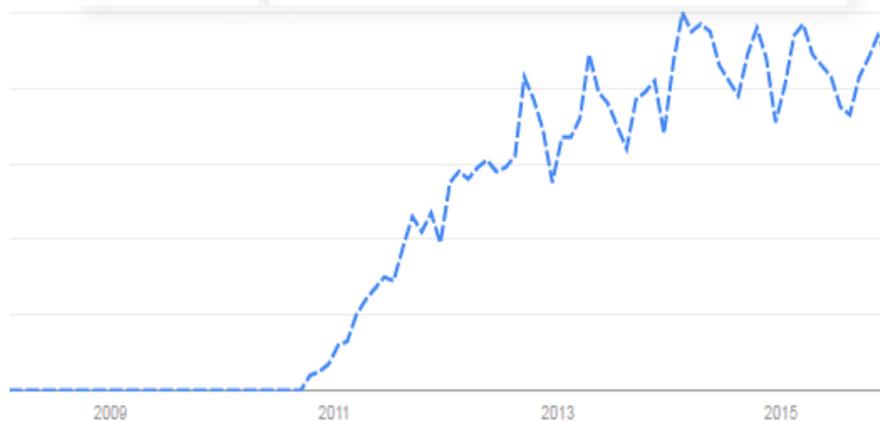


Figura 3-1. Evolución del interés sobre el término Gamificación.

Con respecto a los contextos no lúdicos, en (Deterding, Dixon, et al. 2011b), se hace una clara distinción entre juegos serios, videojuegos diseñados para propósitos distinto del entretenimiento y los sistemas gamificados, sistemas que usan elementos del diseño de juegos para un propósito determinado, sin que sea

propiamente diseñado para un juego. De esta forma, la gamificación está relacionada con conceptos tales como los juegos serios, interacciones lúdicas o tecnologías basadas en juegos.

La gamificación es empleada para incentivar ciertos comportamiento o para recompensar acciones específicas en diferentes contextos y con diferentes objetivos, no solo en el mundo relacionado con las tecnologías, sino en las actividades más mundanas, como pone de manifiesto el artículo (Fanego 2011).

Fuente: (Fanego 2011).



Figura 3-2. Utilización de elementos de juego en contextos mundanos.

Dado que la idea fundamental es inducir al usuario a adquirir una serie de comportamientos y/o habilidades, el campo de uso de la gamificación es muy variado.

Recientemente los sistemas de gamificación han sido aplicados a campos tan diversos como la empresa, (Hamari & Lehdonvirta 2010), (Mayer et al. 2014), (Geurts et al. 2007); la salud, (Pereira et al. 2014); o por supuesto en la educación, (Cohen 2011).

Como herramienta de marketing en la empresa:

- Ayuda a fidelizar a los usuarios que acceden a la web o sistema, mediante los mecanismos básicos de gamificación (retos, recompensas, logros, etc.)

- Ayuda a convertir tareas aburridas en tareas atractivas, fomentando la participación de los usuarios.
- Permite distinguirse de la competencia, particularmente teniendo en cuenta que la gran mayoría de los sitios web todavía no aplican este tipo de técnicas

Por otro lado, hay un aspecto muy importante que liga todavía más la gamificación al marketing, y es que la gamificación se está convirtiendo en la forma por excelencia de fidelización de los usuarios con las marcas. La gamificación sustituye, mejora, y adapta al medio online, a los más tradicionales programas de fidelización que trataban de mantener cautivos a los usuarios en marcas y productos. Además, como la gamificación surge y está conceptualizada dentro de la web social, aprovecha al máximo el poder del “social media” para expandir el compromiso de los usuarios con las marcas, y consigue que los usuarios estén orgullosos y compartan con su círculo social lo “fans” que son de determinadas marcas.

La gamificación ya se ha aplicado con éxito también en funciones propias del departamento de Recursos Humanos:

- En el reclutamiento del personal. Las mecánicas de gamificación se han aplicado con éxito en los procesos de captación y selección de profesionales. Las mecánicas lúdicas se pueden realizar tanto en procesos individuales como grupales y, además, ambas partes ganan: los potenciales candidatos estarán más motivados y las empresas obtendrán información previa de los candidatos.
- En los procesos formativos. Las empresas que han apostado por la gamificación lo han hecho por convertir algunos procesos formativos en algo divertido y gratificante que mantenga a los trabajadores motivados mejorando, por supuesto, la asimilación de conocimientos.
- En los procesos de generación de ideas. Muchas organizaciones tienen dificultades para conseguir que sus empleados generen y compartan sus ideas, con los procesos de gamificación se persigue estimular la creatividad y la colaboración a través de las mecánicas del juego.

- En el plan del desarrollo profesional del personal. Implementando mecánicas de juego es posible identificar mejor las habilidades y destrezas de los trabajadores. Aplicar dinámicas lúdicas y fomentar el sentimiento de la competición, permite a los responsables del desarrollo profesional de los trabajadores descubrir las funciones en las que destaca cada trabajador y poder así diseñar adecuadamente itinerarios profesionales dentro de la organización y la capacitación de los mismos.
- En la cultura corporativa. El uso de procesos de gamificación permite la mejora de la cultura organizativa, avanzando hacia un modelo mucho más colaborativo en el que se aprovechen las competencias de cada empleado (utilizando la información y las sinergias de la etapa anterior).

Es importante destacar que las recompensas no tienen por qué ser materiales, también el reconocimiento profesional puede tener impactos muy positivos en la productividad y en la motivación de los trabajadores.

En la toma de decisiones, la gamificación puede asistir a las organizaciones en la exploración de políticas para cambios de estrategia. El proceso combina el rigor de las técnicas de simulación y análisis con la creatividad en la construcción de escenarios y el poder comunicativo de las técnicas de grupo estructuradas y *role-playing*, también llamadas técnicas de dramatización, simulación o juego de roles.

Existen multitud de plataformas dirigidas al entorno empresarial que incorporan elementos de juego. Algunos ejemplos pueden verse en actividades tan distintas como: gestión de call-centers⁶, identificación de marca⁷, CRM y fuerza de ventas⁸ o gestión de viajes y gastos de empleados⁹.

En el ámbito de la salud, la combinación de la automonitorización y el entretenimiento, se realizan llevando consigo modificaciones del comportamiento y

⁶ <http://www.playvox.com/>

⁷ <http://bigdoor.com/>

⁸ <http://www.salesforce.com/>

⁹ <https://badgeville.com/>

adopción de buenos hábitos para mejorar la salud. Hoy en día se están utilizando de forma masiva gran cantidad de pulseras y relojes inteligentes para monitorizar parámetros relacionados con la salud. Son bien conocidas las plataformas que se basan en puntos y recompensas para enganchar al usuario en la realización regular de rutinas de ejercicio. Es posible destacar algunas pioneras como fueron las campañas de Nike con sus dispositivos para zapatillas de running¹⁰ o las bandas de la compañía Fitbit para monitorizar actividad y rendimiento¹¹.

Menos conocidos son otros usos relacionados con la salud, entre los que es posible encontrar aplicaciones gamificadas para ayudar a los pacientes a adoptar hábitos específicos a su condición de diabéticos¹², o para inculcar buenos hábitos alimenticios para mejorar la salud y evitar la obesidad, (Jones et al. 2014), entre otros.

En todos estos campos, la gamificación transforma a las personas en jugadores activos, introduciéndoles en un entorno divertido y enfrentándoles a desafíos atractivos que les provocan un aumento en su grado de compromiso con las tareas propuestas e incrementan su nivel de compromiso en actividades diversas, utilizando estrategias análogas a las adoptadas en los juegos.

En el campo de la educación, la gamificación ha adquirido también una importancia notable, siendo objeto de abundante estudio en la actualidad. Es por ello, que se trata posteriormente en esta tesis de forma más amplia y detallada.

¹⁰ <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/03/17/comunicacion/1237298112.html>

¹¹ <https://www.fitbit.com/es>

¹² <http://ayogo.com/>

3.2. Marco teórico. Arquitectura MDA

En esta sección se describen los elementos teóricos que componen un sistema basado en la gamificación. Para ello se refiere a una de las arquitecturas más conocidas en el diseño e implementación de juegos que es la arquitectura MDA.

Una de las arquitecturas más conocidas en el diseño de juegos es la denominada MDA, siglas que refieren a: Técnicas (*Mechanics*), Dinámicas (*Dynamics*) y Estéticas (*Aesthetics*). Esta arquitectura introducida en (Hunicke et al. 2004), pretende ayudar al diseño de videojuegos mediante la descripción de las interacciones de los elementos de los juegos para posteriormente aplicarlos fuera de los entornos lúdicos.

- **Mecánica:** tienen que ver con el funcionamiento de los componentes del juego. En su núcleo, permiten al diseñador el control último sobre los resortes del juego, permitiéndole la habilidad de guiar las acciones del jugador. Por ejemplo, en el parchís, las mecánicas son tirar los dados, mover fichas...
- **Dinámica:** tienen que ver con las interacciones de los jugadores con esas mecánicas del juego. Determinan qué está haciendo cada jugador en respuesta a las mecánicas del sistema, tanto individualmente como con los demás jugadores. Algunas veces el término mecánica y dinámica se usa de forma intercambiable, pero son notablemente diferentes. Las dinámicas son los elementos que incitan a los jugadores a moverse de un punto a otro, las motivaciones del juego, es decir las razones por las que la persona juega. Por ejemplo, puede ser por status dentro del grupo de amigos, o por la simple autosuperación personal.
- **Estética:** son aquellos elementos que determinan cómo el juego hace sentir al jugador durante la interacción. La estética del juego puede verse como el resultado compuesto de la mecánica y la dinámica cuando interactúan entre ellas creando emociones. Éstas pueden presentarse de formas variadas como excitación, diversión, sorpresa, o asombro, y mezclarse con

sentimientos negativos como decepción o tristeza por perder o por no conseguir una determinada recompensa.

El término estética, ha sido sustituido por algunos autores, por el término “emociones”, (Robson et al. 2015), pues se considera que define mejor los beneficios motivacionales que se obtienen en sistemas gamificados, en lugar de la “estética” que estaría más relacionada con el mundo de los videojuegos. Es por tanto que a esta arquitectura se le denomina indistintamente MDA o MDE.

Algunas de las mecánicas y dinámicas más comunes encontradas en los juegos son recogidas en (Deterding, Dixon, et al. 2011a) en la tabla siguiente:

Tabla 3-1 : Mecánicas y dinámicas de juego.

Mecánicas de juego	Dinámicas de juego
<ul style="list-style-type: none"> • Puntos • Clasificaciones • Insignias y trofeos • Niveles • Desafíos • Logros • Bienes virtuales • Espacios virtuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Recompensa • Status • Éxito • Autoexpresión • Autoestima • Competición • Altruismo • Daño

Fuente: Traducido de (Deterding, Dixon, et al. 2011a).

En (Werbach & Hunter 2012) surge el apodo de *triada PBL (Points, Badgets and Leaderboards)* para denominar a las tres mecánicas más comúnmente presentes en los sistemas gamificados: puntos, insignias y clasificaciones.

3.2.1. Puntos

Los puntos son una de las mecánicas de juego a la que más expuestos están todas las personas en la actualidad. Los puntos afectan a muchas facetas de nuestra vida, algunas más relacionadas con los juegos, pero otra gran cantidad de ellas que no lo están, como pueden ser los exámenes, evaluaciones de rendimiento, valoraciones de proyectos, etc. Los puntos son una forma básica y simple de

obtener un feedback ante las actividades realizadas. Es un feedback motivante, pues es un feedback inmediato y, que por otra parte, permite la fácil comparación con otras personas realizando la misma actividad.

En los videojuegos, los puntos han estado presentes prácticamente desde su nacimiento. Casi cualquier género de videojuego tiene algún sistema de puntuación, desde sus orígenes del tipo arcade (*Space Invaders™*, *Pacman™*), pasando por los de estrategia y puzzles (*Tetris™*), deportes (*Fifa 16™*), o incluso rol (*World of Warcraft™*), por citar algunos.

Es relativamente simple aplicar un sistema de puntos a webs, servicios, redes sociales, o incluso a otras tareas off-line. Los usuarios de cualquier web están constantemente realizando acciones, bien sean de forma implícita (visitar una página o producto), o bien de forma explícita (registrarse, comentar, añadir amigos,...). Determinando la importancia de cada una de estas acciones, y asignando un valor numérico en puntos, se obtiene un sistema que motiva al usuario a realizar acciones en la web, y prima aquellas acciones que son de mayor valor, por lo que se consigue que el usuario “juegue” justamente al juego deseado por el desarrollador.

El concepto de los puntos ha aparecido en sistemas parecidos a la gamificación que son relativamente habituales hoy en día, como pueden ser los programas de fidelización. Por ejemplo, muchas gasolineras tienen sistemas que permiten acumular puntos (que suelen venir representados como un porcentaje de las compras realizadas), para posteriormente canjearlos por algún tipo de producto o descuento. Los usuarios acaban fidelizándose en aquellas gasolineras que están adheridas al programa de fidelización, lo cual repercute en que el usuario se fije menos en el precio de la gasolina que en los puntos que no deja de ser una recompensa secundaria.

Sea como fuere, los puntos son indispensables en casi cualquier sistema gamificado, independientemente de si su acumulación se comparte o no entre jugadores, o incluso si se comparte o no entre el diseñador y el jugador. Es imprescindible dotar de una valoración a las acciones de los usuarios-jugadores,

incluso si esos resultados sólo son visibles para el desarrollador en su consola de gestión. Es una forma de monitorizar cómo los jugadores interactúan con el sistema, de poder visualizar resultados, y poder hacer los ajustes apropiados. Los sistemas de puntuación pueden servir para una amplia gama de propósitos. Es por ello que los autores tratan de clasificar estos sistemas. Una clasificación aceptada de los sistemas de puntuación para la gamificación es la recogida en (Sy et al. 2011). Estos diferentes sistemas de puntuación pueden usarse para objetivos diferentes como mostrar un progreso, motivar a los usuarios, recompensarles o establecer confianza. Esta clasificación puede verse resumida en la siguiente tabla:

Tabla 3-2 : Sistemas de puntuación.

Puntos de experiencia	Los puntos de experiencia simplemente identifican el rendimiento y la clasificación de un jugador y no tiene un valor reintegrable. Los usuarios que realizan las acciones deseadas ganarían puntos de experiencias, y esos puntos nunca restarán y normalmente carecerán de límite.
Puntos reembolsables	Estos puntos pueden ser cambiados: bien por recompensas externas (regalos, dinero, status), o bien por recompensas dentro del sistema gamificado. La presencia de puntos reembolsables, generan una economía virtual que en última instancia tendrá valor para los usuarios.
Puntos de habilidad	Los puntos de habilidad son raros en gamificación. Se distinguen de los puntos de experiencia en que son ganados por acciones específicas. Son puntos que se reciben por tareas no directamente relacionados con el núcleo del juego, pero que son subobjetivos del mismo, y que cuantifican la adquisición de una destreza. Un ejemplo puede ser la calidad de las fotos, por ejemplo en una plataforma web de concurso de fotografía.
Puntos karma	Los puntos karma, en general, son puntos sin excesivo sentido. Guían un comportamiento dentro del sistema hacia ciertas actividades. Suelen guiarse por aspectos altruistas de las interacciones. Ciertamente no existe una diferencia tan clara con respecto a los puntos de experiencia y a veces se usan indistintamente.
Puntos de reputación	Estos puntos son los más complejos y, en general, indican la credibilidad del usuario y son usados para establecer un nivel de confianza entre las partes. Un ejemplo claro es el sistema de puntuación de eBay, que indica la reputación del vendedor en términos de envío y calidad del producto.

Fuente: Traducido de (Sy et al. 2011).

3.2.2. Clasificaciones

La mayor problemática que presentan los puntos es que, por sí mismos, no permiten extraer conclusiones adecuadas. Conseguir un 5 en un examen puede ser tanto o más complicado que obtener un 9 en un examen de otra materia; la puntuación no permite medir el esfuerzo real. Así pues, para extraer conclusiones, es necesario poder relativizar las puntuaciones, y con ello surgen las comparativas.

Las comparativas aportan una visión distinta. Aunque en el examen se haya obtenido un 5, si esa puntuación ha sido la nota más alta de la clase, se puede extraer una cierta información del esfuerzo realizado para alcanzar esa meta. Por otro lado, si el 9 que se ha conseguido en la otra asignatura resulta estar en la media de las notas, no destaca el esfuerzo, por muy cerca de la nota máxima que se esté.

El propósito de las clasificaciones es, por tanto, hacer comparaciones simples. Como cabría esperar, la mayoría de la gente no necesita ninguna explicación cuando se encuentra una tabla de clasificación. Por defecto, cuando se muestra una lista ordenada con un nombre y una puntuación al lado, se entiende perfectamente que nos encontramos ante un sistema de clasificación.

Más allá de la relativización de los puntos, las comparativas potencian un aspecto que se encuentra en la naturaleza humana: la competitividad. La posibilidad de comparación entre usuarios, complementado con ranking globales, fomenta esa competitividad, así como la participación de los usuarios en la experiencia gamificada.

Por otro lado, a los diseñadores les permite detectar a los usuarios más activos, y a aquellos *power-users*¹³ que con su actividad y su “enamoramiento” con la experiencia, atraen a más usuarios y fomentan la participación del resto.

¹³ Anglicismo que hace referencia a un usuario final de una aplicación con un conocimiento considerablemente superior a los usuarios comunes.

Las clasificaciones deben poseer una característica fundamental: no deben ser desincentivadoras. Deben intentar que el usuario no pierda el interés por no encontrarse en los puestos altos de la tabla. No importa tanto estar en la posición 81 o en la 200.000. Que el jugador se encuentre en medio de la tabla implica que tiene amigos tanto por abajo como por arriba, pero sabe exactamente lo que debe hacer para superarlos. De la misma forma, debe ser un incentivo y un reconocimiento estar en el top 10 o el top 20. En algún momento, la puntuación de un jugador determinado será superada y el jugador caerá posiciones en la clasificación. Existen mecanismos, hoy en día, para controlar que esos jugadores no pierdan súbitamente el interés o queden atascados en el juego. Uno de los mecanismos utilizados consiste en agrupar las tablas de clasificación en función de la proximidad (la clasificación de España por ejemplo), o en función de los amigos de Facebook, por ejemplo, o de diferentes ligas, en función del nivel en el que se encuentra el jugador, pudiendo destacar el top 20 por ejemplo de cada semana. Es el caso de juegos como Flight Control™ o Clash of Clans™. En ellos se recompensa periódicamente a los mejores situados en la clasificación en cada momento y en cada una de esas ligas.

3.2.3. Insignias y trofeos

A la gente le gustan las insignias y trofeos por múltiples razones. Para muchas personas el simple hecho de coleccionar les proporciona un placer especial, porque intentar completar una colección les hace sentir satisfechos por el logro conseguido. En otras ocasiones, el placer procede de conseguir una insignia de forma inesperada, y por tanto, la motivación del jugador es la expectativa de cómo será la insignia que va a recibir. Otras veces, las insignias bien diseñadas son deseadas simplemente por motivos estéticos. De la misma forma, los trofeos permiten a los jugadores presumir de un logro. Depende del emisor del trofeo o medalla, que este sea prestigioso o reconocido.

En cualquier caso, las insignias son una forma excelente de promocionar actitudes hacia el uso de productos y servicios. Así mismo, las insignias, permiten marcar la realización satisfactoria de un objetivo dentro del sistema.

3.2.4. Niveles

En la mayoría de los juegos, los niveles indican progreso, aunque no es el único rol que hoy en día tienen. En los videojuegos tradicionales, los niveles se veían claramente, (color de los fantasmas, complejidad del laberinto, el tipo de fruta del comecocos,...).

Los niveles suelen venir representados como rangos de puntos, y ofrecen al usuario un panorama más claro de cómo están situados en un determinado juego o sitio, ya que, generalmente, dispondremos de una serie finita de niveles, frente a una serie (prácticamente) infinita de puntos. Básicamente, ganar 10.000 puntos puede ser tan fácil en un nivel avanzado del juego que ganar 100 puntos en un periodo inicial del mismo. Sin embargo, estar en el nivel 40, permite rápidamente tener una visión de que se encuentra prácticamente a la mitad del desarrollo de niveles en el juego (asumiendo que el juego dispone de 80 niveles). Los niveles sirven para marcar a los jugadores para conocer dónde se encuentran a lo largo del tiempo.

Los niveles permiten, además, identificar rápidamente distintos grados de implicación, así como establecer distintos retos a los usuarios. Un usuario de nivel 1 es un recién llegado al sistema, y no está, ni de lejos, tan implicado como lo pueda estar un usuario que ha llegado al nivel 80. A los usuarios de niveles más altos se les pueden mostrar más funcionalidades (ya están acostumbrados a la interfaz de la experiencia gamificada, y además, seguramente, lo disfrutan), aparte de proponerles retos mucho más complejos. Sin embargo, a los usuarios de niveles más bajos, es necesario seducirlos de otra forma, permitiéndoles un desarrollo más rápido para que se vayan enganchar, e irles presentando las funcionalidades y posibilidades del sistema poco a poco, para que no se sientan totalmente perdidos en un sinfín de posibilidades.

Por supuesto, los diseñadores de experiencias gamificadas no usan los niveles de la forma tradicional que se encontraban en los antiguos videojuegos, pero entender el sistema de establecimiento de niveles, puede proporcionar una potente herramienta al diseñador.

En el comecocos, el jugador conoce instantáneamente el nivel al que ha cambiado porque, aparte de ver los laberintos y los fantasmas de colores diferentes, el juego se vuelve más difícil y los premios se incrementan en valor. En el diseño de juegos, la dificultad no es lineal. En otras palabras, no lleva 100 puntos al nivel uno, 200 puntos al nivel dos, y 300 puntos al nivel tres. En lugar de eso, la dificultad se incrementa de forma curvilínea. Para que un juego sea adictivo, la dificultad tiene que incrementarse exponencialmente al paso de ciertos niveles, pero también decrecer su progresiva dificultad en otros niveles. Esto puede apreciarse en la siguiente figura:

Fuente: *Elaboración propia.*

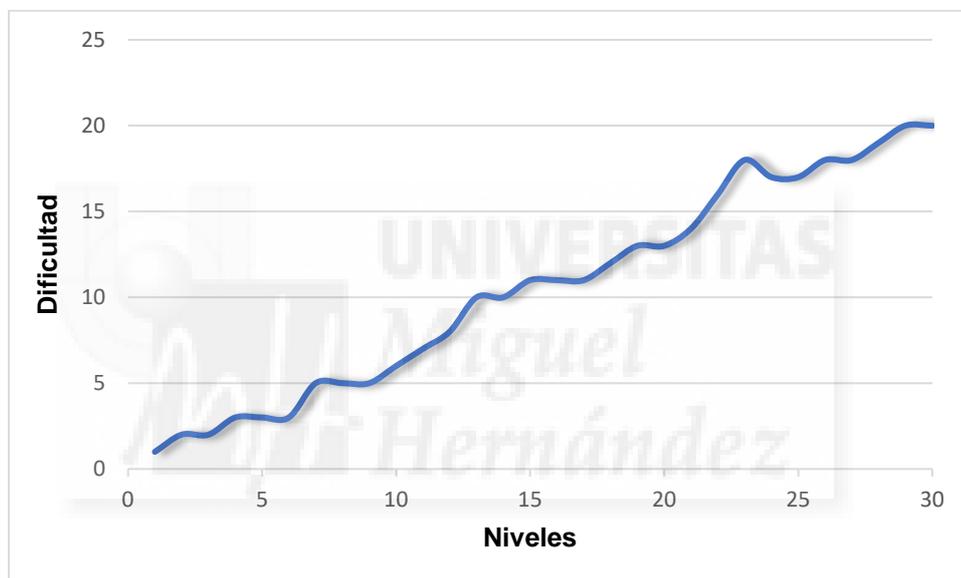


Figura 3-4. *Dificultad en función de la progresión en niveles.*

El nivel de dificultad es, así mismo, difícil de medir, pero el concepto básico que se muestra es que la progresión de la dificultad no es lineal ni exponencial. El establecimiento adecuado de niveles, y su progresiva dificultad puede resultar la clave fundamental del éxito o fracaso del juego. Por ejemplo, se ha considerado que gran parte del éxito del juego Angry Birds™ se debió a su magistral ajuste y equilibrio entre progresión y dificultad.

La actividad del usuario debe gestionarse para que se mantenga dentro de un estrecho margen de compromiso en el que haya un equilibrio entre el aburrimiento y la frustración, pues dichos desagradables extremos provocan que el jugador cambie a otra actividad. Aun manteniéndose dentro del canal, existen algunos

movimientos que parecen más adecuados que otros. Es comúnmente aceptado que el movimiento lineal dentro del canal no es lo más adecuado. Parece mucho más interesante un ciclo repetido de incremento de la dificultad seguido por una recompensa que proporcione mejores capacidades al jugador para que exista un periodo de menor dificultad. Posteriormente, la rampa de la dificultad subirá de nuevo. Este movimiento dentro del canal de flujo del progreso del jugador puede verse en la siguiente figura.

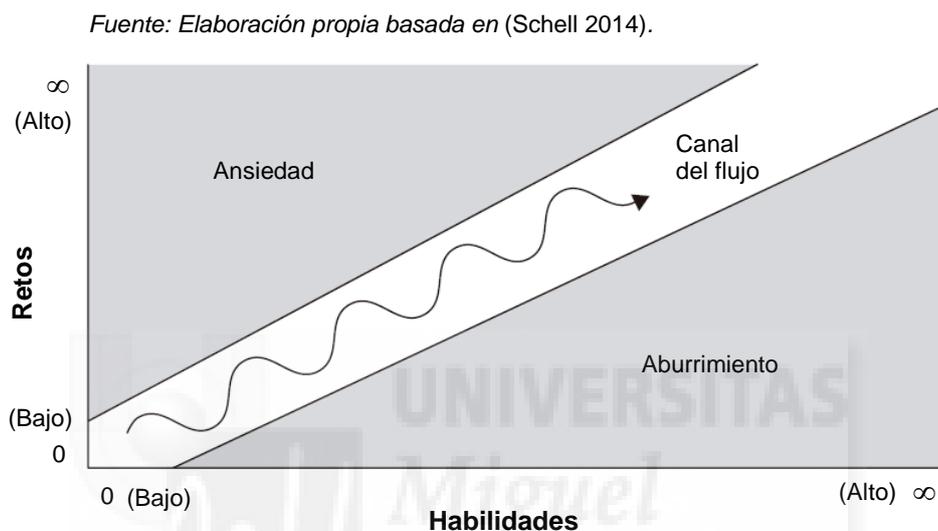


Figura 3-5. Relación entre los retos y las habilidades.

Este ciclo de tensar y relajar se repite cíclicamente durante el diseño. Este ciclo parece ser inherente a la forma de disfrutar de las personas. Si existe demasiada tensión las personas desistimos de la actividad, y si existe demasiada relajación se tiende a caer en el aburrimiento. Cuando se fluctúa entre las dos, se disfruta tanto de la excitación como de la relajación. El flujo del progreso del jugador es muy difícil de testear, no puede verse en 10 minutos de juego, es necesario observar al jugador durante largos periodos de tiempo.

3.2.5. Dinámicas

Las dinámicas de gamificación son los tipos de comportamiento de los usuarios que surgen conforme los jugadores van progresando en la experiencia. Al contrario que las mecánicas que son configuradas por el diseñador, las dinámicas son producidas por los jugadores al seguir las mecánicas escogidas por los diseñadores. Estas

dinámicas describen el comportamiento en el juego y las acciones estratégicas y las interacciones que surgen durante el mismo, (Camerer 2011). En el contexto de un juego de póker multijugador, las mecánicas del juego incluyen el barajado de cartas, las decisiones de descarte o el sistema de apuesta; de las cuales surgen diferentes dinámicas como pueden ser ir de farol, el engaño, presumir, etc. En gamificación, mecánicas de juego basadas en equipos, pueden conducir a dinámicas como la cooperación, mientras que una mecánica con una estructura de jugador individual conduciría a una dinámica más competitiva. Más allá de la estructura del jugador, la presencia tanto de espectadores como de observadores tiene implicaciones con respecto a las dinámicas del jugador. Por ejemplo, en los juegos de negociación, cuando los jugadores saben que están siendo observados, existen implicaciones psicológicas importantes en los jugadores, consiguiendo aumentar su competitividad para intentar destacar o no quedar mal delante de los demás. Así, en el ejemplo del póker, los jugadores son menos propensos a abandonar, hacer concesiones o igualar la apuesta, cuando sienten que hay gente observándolos.

Las dinámicas en los juegos son difíciles de prever y pueden conducir a comportamientos que el desarrollador no desea. Consecuentemente, el desafío para los diseñadores es anticipar los tipos de dinámicas que pueden surgir y desarrollar mecánicas apropiadas para esa experiencia. Para ello, en ocasiones resulta interesante clasificar el tipo de jugadores a los que va dirigido la experiencia.

Aunque existen varias taxonomías para clasificar a los jugadores, una de las más aceptadas es la taxonomía utilizada en (Bartle 1996), según la cual existen cuatro tipos de jugadores:

- Asesinos: Su motivación es luchar, destruir, engañar, competir.
- Exploradores: Les gusta interactuar con el sistema, investigar, explorar. No les importa tanto el cómo interactúan el resto de jugadores sino lo que son capaces de descubrir por ellos mismos.

- Triunfadores: Su objetivo es ser los primeros, los más rápidos, los que más recolectan. Les gusta ser comparados con otros y sentir la victoria frente al adversario ya sea humano o no.
- Sociales: Buscan reflexionar, compartir, discutir con otros jugadores. No buscan tanto la victoria como socializarse y cooperar con otras personas.

Un buen estudio del tipo de jugadores a quienes va dirigido el juego ayudará a un buen diseño del mismo que provoque las dinámicas deseadas en los usuarios.

3.2.6. Efectos de la gamificación sobre la motivación

La motivación para actuar se ha estudiado en diversas áreas como en psicología social, psicología de la educación y las ciencias, o en organización de empresas. Cada área tiene un enfoque distinto de estudio, y la gamificación, como mecanismo para modificar conductas motivacionales, puede estudiarse desde las teorías planteadas en estas áreas.

La motivación se puede presentar como una elección individual para engancharse a una actividad midiendo la intensidad del esfuerzo y la persistencia en dicha actividad, (Garris et al. 2002). Las tendencias actuales dividen la motivación en dos grupos distintos: motivación intrínseca y motivación extrínseca, (Deci & Ryan 1985). La motivación intrínseca se define como la conducta que se lleva a cabo por motivos inherentes a la propia persona y sin ningún tipo de contingencia externa. Por el contrario, en la motivación extrínseca, los motivos que impulsan la acción son ajenos a la misma, con incentivos positivos o negativos externos al propio sujeto y actividad. La gamificación combina estas dos motivaciones; por un lado el uso de recompensas extrínsecas como niveles, puntos e insignias, contribuye a que el individuo mejore su compromiso con la actividad, y por otro lado, estas recompensas favorecen intrínsecamente a que las personas se esfuercen en la realización de las actividades por la mera satisfacción de hacerlas, mejorando sus competencias, autonomía o sentimiento de pertenencia, (Muntean 2011).

Aunque no es objeto del presente trabajo describir las teorías de la motivación, sí que es interesante destacar la clasificación realizada en (Vassileva 2012), donde

se presentan las teorías de la motivación en el juego dentro del espectro que va desde las motivaciones extrínsecas (básicamente basadas en recompensas), pasando por la motivación social, hasta llegar a la motivación intrínseca. Como teoría que engloba el conjunto de la motivación se considera frecuentemente la teoría de la autodeterminación, (Deci & Ryan 2008), teoría exhaustiva que considera la motivación de forma continua desde la motivación interna a la externa.

Según otras investigaciones sobre la motivación, se pueden diferenciar seis perspectivas principales que pueden ser relevantes en la gamificación (Sailer et al. 2013): la perspectiva individualista o del rasgo, la perspectiva del aprendizaje constructivista, la perspectiva cognoscitiva, la perspectiva de la autodeterminación, la perspectiva del interés y la perspectiva de la emoción. Es interesante comprobar cómo ciertos mecanismos motivacionales pueden ser asociados con ciertos elementos del juego. Así, por ejemplo, los puntos funcionando como refuerzo positivo inmediato se asocian a los mecanismos de motivación de la perspectiva del aprendizaje constructivista y de la perspectiva del interés.

El análisis de las teorías de motivación muestra que desde el punto de vista teórico, la gamificación tiene gran potencial para fomentar la motivación en diferentes contextos, y en concreto en la enseñanza (de Sousa Borges et al. 2014). Mejorar la motivación de los estudiantes es uno de los principales argumentos para incorporar sistemas gamificados en la educación.

3.3. La gamificación en la educación

La forma de educar mediante juegos es algo que siempre se ha utilizado por profesores y educadores. Ya se ha comentado que el uso de juegos en el aula es una técnica habitual en los maestros de educación infantil y primaria.; pero tampoco en la enseñanza superior es algo nuevo. Ya en la década de los 60 existen publicaciones donde describen las bondades de juegos llevados al aula, (Carlson 1967). En estos años comenzaron a popularizarse los juegos de simulación de negocios que siguen vigentes hoy en día en muchos ámbitos educativos.

El uso de juegos en el aula ha evolucionado paralelamente a los hábitos y costumbres culturales de cada sociedad y siempre en estrecha relación con la tecnología. La proliferación del uso de videojuegos para PC vino acompañada de iniciativas para su uso en el aula, (Hunter & Wood 1982). Posteriormente, también se introdujeron juegos basados en videoconsolas como la Xbox™, PlayStation™ o GameCube™, (Kirriemuir & McFarlane 2003). Algunas revisiones de la literatura existente con respecto al uso de videojuegos en el aula pueden verse en (Egenfeldt-Nielsen 2006) o (Boyle et al. 2016).

De la misma forma, juegos procedentes de la televisión también han sido utilizados para la educación paralelamente a su popularización en este medio. Así pues, se han adaptado concursos como “La Ruleta de la Fortuna™” (Blake & Goodman 1999), o “¿Quién quiere ser millonario?™” (Rodenbaugh et al. 2000), o incluso realities como “Supervivientes™” (Howard et al. 2002).

También son interesantes las adaptaciones a los juegos de cartas y juegos de mesa para la docencia (McBride & Lamb 1991). Así, es posible encontrar ejemplos con juegos como el “Monopoly™” (Tanner & Lindquist 1998) (Yeh et al. 2007), “Rummy™” o “Go™” (Odenweller et al. 1998). Una revisión de la literatura de estos juegos para las enseñanzas de medicina puede encontrarse en (Bochennek et al. 2007).

El uso de juegos, por tanto, ha sido una tendencia habitual en las clases desde hace décadas. Sin embargo, la consideración de las técnicas de los juegos para su introducción en las clases ha adquirido una estructura más formal (Bunchball Inc. 2010).

La educación ha seguido un sistema de puntos y status desde los comienzos de la era industrial. Las calificaciones de los exámenes sirven como puntos. Las graduaciones no dejan de ser superación de niveles. Los diplomas se asemejan a las insignias de confianza por parte de una institución acreditada. Sin embargo, esta simplificación no debe confundir con el verdadero fundamento de los juegos. Es lo que algunos críticos han denominado “*pointsificación*”, “*exploitationware*”, o “*gameful design*” (Rughiniş 2013). En todos los casos quiere hacer notar que la gamificación

pretende no solo añadir sistemas de seguimiento, sino que pretende conseguir aumentar los niveles de motivación mediante la diversión ayudada por esos mecanismos. El simple hecho de añadir insignias no significa que los estudiantes quieran ganarlas. Permitir que puedan acumular más puntos que otros estudiantes no necesariamente tiene que motivarles a hacerlo. El uso de elementos de juego no constituye una gamificación si el sistema resultante no puede ser de alguna forma 'jugado'. Aunque la gamificación no requiere el diseño de un juego en toda regla, sí que tiene características de un juego sencillo.

La gamificación en la educación es un tema de actualidad y de estudio creciente. La gamificación puede servir para motivar a los estudiantes en el aula. Puede proporcionar nuevas herramientas a los instructores para conducir las clases y recompensar a los estudiantes para que se interesen por los temas. Les puede enseñar formas alternativas que demuestran que la enseñanza puede ser divertida, y que puede servir de apoyo, especialmente, en actividades consideradas relativamente aburridas, (Jang 2008). La gamificación puede difuminar los límites entre el aprendizaje formal e informal, estimulando a los estudiantes a aprender de una forma más profunda (Lee & Hammer 2011).

La gamificación es usada en diversos ámbitos, no solo en la educación presencial en el aula. Algunos ejemplos pueden verse en (Koutropoulos 2012). En ellos se muestra cómo la gamificación está adquiriendo importancia y aceptación no solo en la enseñanza presencial sino también en la educación a distancia.

Existe literatura que muestra cómo deben diseñarse las estrategias y tácticas para integrar la gamificación en cualquier tipo de negocio (Sy et al. 2011). Específicamente para la enseñanza, existe literatura relevante sobre cómo llevar a cabo la gamificación en la educación (Smith-Robbins 2011), (Cohen 2011). Es especialmente importante que los sistemas gamificados cumplan ciertas condiciones (Benjamin 2010): *i*) que sean suficientemente atractivos, *ii*) que proporcionen un nivel de recompensa adecuado para involucrar a los estudiantes, y *iii*) que tengan suficiente flexibilidad para ser usados tanto individualmente como de forma colectiva en el ámbito del aula.

El concepto de logros y recompensas, tanto en actividades individuales como colaborativas, puede ser introducido en actividades comunes como ejercicios, tareas o explicaciones. En cualquier caso, existe un cierto consenso en que el uso de los elementos de juego mencionados previamente no deben ser utilizados de forma aislada, sino que deben utilizarse dentro de un contexto más amplio, que implica cambios en la forma de impartir y organizar las clases. El profesor debe conseguir hacer de estas actividades algo jugable y divertido. Por consiguiente, la introducción de los juegos como una herramienta de aprendizaje tiene que ser entendida como una pieza más dentro de un engranaje mayor.

En este sentido, se considera que los entornos educativos se encuentran gamificados en tanto existe una trasposición de las clases a un ambiente similar al de un juego, en donde existen recompensas, se puntúan los aciertos, se alcanzan los niveles, etc. de forma semejante a como ocurre en los juegos (Deterding, Sicart, et al. 2011). La gamificación en el ámbito de la enseñanza se identifica con el diseño de escenarios de aprendizaje compuestos por propuestas recurrentes y actividades seductoras que promuevan la superación y la consecución de objetivos y competencias por parte de los estudiantes (Lee & Hammer 2011).

En concreto, la gamificación en el entorno universitario hace referencia a iniciativas con el objetivo de incrementar la motivación de los estudiantes, partiendo de experiencias de juego y consiguiendo un ambiente favorable para desarrollar habilidades, en un clima que puede ser competitivo o de cooperación, de la misma forma a como existe en los juegos (del Moral Pérez 2013).

El fenómeno de la gamificación está presente en la formación universitaria, también en gran variedad de titulaciones del sistema educativo español (Martínez & Pérez 2015). Hay experiencias exitosas en el ámbito del marketing, recursos humanos, gestión de clientes y dirección de empresas (Cortizo Pérez et al. 2011); en el ámbito biosanitario con aulas gamificadas (Martin et al. 2014), o en el de las ingenierías (Javier et al. 2015). La gamificación está llegando incluso a los materiales educativos como pueden ser los libros digitales, que con sus posibilidades multimedia e interactividad transforman el aprendizaje en algo divertido (Area et al. 2015).

La introducción de la gamificación en las aulas ha reportado numerables beneficios para los estudiantes, entre ellos se pueden encontrar: incremento de la atención, incremento de la asistencia, incremento de la participación, efecto positivo en la cantidad de contribuciones de los estudiantes sin menoscabar la calidad, menores diferencias entre las notas más altas y más bajas de la clase, o mejora del comportamiento de los alumnos. Algunas de las revisiones de la literatura existente donde se pueden encontrar estudios relacionados con la gamificación en la educación pueden encontrarse en (Dicheva et al. 2015), (Nah et al. 2014) o (de Sousa Borges et al. 2014).

A parte de las plataformas de gamificación generalistas y para uso empresarial citadas al inicio de este capítulo, existen plataformas comerciales específicas de gamificación para la educación, que al no ser libres y al hecho de ser de propósito general, no tienen un alto grado de personalización. Entre las plataformas más conocidas se encuentran 3D GameLab™, ClassDojo™, o Classcraft™.



Capítulo 4

4. Experiencias realizadas

El presente capítulo aborda dos experiencias de gamificación realizadas dentro del aula, así como una propuesta para la coordinación de grupos grandes desdoblados. Estas experiencias parten del desarrollo de unas aplicaciones tecnológicas que sirven de base para la interacción con los estudiantes.

La primera experiencia consta de un sistema de respuesta de estudiantes gamificado que permite que los estudiantes respondan a las preguntas dentro de un entorno competitivo, facilitando un mayor aprovechamiento del tiempo en el aula, no solo por parte de los alumnos sino también por parte del profesor.

La segunda experiencia consiste en la recreación de un TV-show mediante la creación de una plataforma tecnológica que, mediante la introducción de elementos de juego, permite un ambiente distendido que mejora la predisposición de los alumnos y posibilita una mayor eficiencia en el proceso de instrucción.

4.1. Preámbulo a las experiencias realizadas

Tal y como se ha expuesto previamente en el análisis del contexto educativo actual, el aprendizaje activo aparece como una necesidad en las enseñanzas de cualquier nivel educativo. El cambio en el entorno educativo universitario ha cambiado tan radicalmente desde el despegue de las TIC aplicadas a la educación, que hace casi imprescindible complementar con otro tipo de técnicas los métodos de enseñanza utilizados durante tantos siglos basados fundamentalmente en la clase magistral. En el pasado, los estudiantes no disponían de tantos recursos de estudio como de los que disponen actualmente. En ocasiones, la asistencia a clase era la única forma de obtener material para su posterior estudio. Por supuesto, no existían ni los libros digitales, ni información multimedia, ni diapositivas, ni en definitiva, la capacidad actual de compartir información entre alumnos y profesor o incluso entre los propios alumnos. Ello, entre otras cosas, ha provocado que donde antes resultaba imprescindible asistir a clase para la obtención de material, hoy deja de serlo, evidenciando que las clases presenciales deben servir de algo más que de fuente de apuntes. Es más, deben competir con la eficacia que tienen los innumerables recursos de estudio que existen en casi todas las materias (incluyendo ejercicios de clase, exámenes de otros años, libros digitalizados, ...); por no contar con la competencia existente con cursos a distancia que pueden tener temarios parecidos ofrecidos por universidades o centros educativos más o menos prestigiosos presentados a través de sus MOOC. Aunque las clases magistrales pueden ser muy interesantes y beneficiosas para el aprendizaje, el rol pasivo que adoptan los estudiantes y la rutina que conllevan estas clases, pueden convertir las clases en aburridas y desmotivadoras.

En un mundo donde Google nos permite conocer inmediatamente la respuesta a la pregunta más extraña o a la más complicada, nuestro sistema educativo continúa insistiendo, en gran medida, en conseguir que los estudiantes memoricen gran cantidad de datos. Estos estudiantes nativos digitales podrían conseguir estos mismos datos en unos pocos segundos usando los teléfonos móviles, y que suelen tener disponibles casi en cualquier momento. Algunos autores como (Prensky 2001) afirman que las diferencias entre esta generación y las generaciones previas

de estudiantes son suficientemente significativas como para que las escuelas y universidades deban adaptar los métodos y las técnicas para mejorar la experiencia de aprendizaje en el aula.

Como ya se ha comentado, casi todas las acciones para mejorar esta experiencia pasan por disminuir el uso de la clase magistral en beneficio de técnicas de aprendizaje activo. Esta evidencia de los problemas que tienen las clases magistrales la muestran diversos estudios como (Minhas et al. 2012), (Bonwell & Eison 1991) o (Benware & Deci 1984). Por contra, otros autores (Chickering & Ehrmann 1996) muestran las ventajas de usar técnicas de aprendizaje activo cambiando el rol del estudiante que pasa de una posición pasiva a una activa.

Cabe la tentación de pensar que este cambio en la sociedad y en las nuevas generaciones de estudiantes podría hacer prescindibles las clases presenciales en favor de la educación a distancia. Es cierto que la educación a distancia tiene muchas ventajas y beneficios, véase (Muradkhanli 2011), (Coman 2002) o (Keengwe et al. 2013); sin embargo, estas metodologías adolecen o al menos restringen enormemente la capacidad de influencia del profesor, introduciendo un factor de despersonalización que no se puede resolver de forma simple con sistemas de videoconferencia o similares (Chipps et al. 2012). Por consiguiente, la docencia presencial no debe ser olvidada, especialmente cuando está involucrada la motivación. La interacción entre profesores y estudiantes suele ser más efectiva en estas clases que en la educación online. Algunos elementos, como el contacto visual o una palmada confortadora en la espalda, no pueden ser reemplazados por medios digitales, siendo estos esenciales para estimular y motivar a los estudiantes (Díaz & Entonado 2009).

A raíz de este escenario, surge la inquietud de dotar de utilidad a las clases presenciales. Por tanto, aunque el e-learning puede guiar a un aprendizaje activo con el uso de nuevas tecnologías, las experiencias que se van a presentar centran su fundamento en las clases presenciales.

La inquietud de realizar experiencias de aprendizaje activo dentro del aula, nos lleva a la exploración de multitud de nuevas técnicas, y entre ellas, seleccionamos para

esta tesis la gamificación como nexo común de todas ellas, partiendo de que existe literatura abundante (como se ha mostrado anteriormente) que refleja las ventajas de su utilización en diversos entornos educativos.

Se describen a continuación dos experimentos diferentes los cuales pretenden evaluar el efecto que produce en los estudiantes la introducción de nuevas técnicas metodológicas basadas en aprendizaje activo con elementos de gamificación. Estas dos experiencias comparten un mismo objetivo genérico que es verificar si la introducción de estos elementos de gamificación mejora el aprendizaje de los alumnos frente a la no inclusión de estos elementos. Sin embargo, estas dos experiencias han sido llevadas en contextos diferentes y tienen sus propios objetivos específicos así como sus metodologías, muestras y resultados independientes.

4.2. TV-SHOW “¿Quién quiere ser millonario?”

4.2.1. Marco teórico

La utilización de formatos populares de televisión lleva tiempo siendo utilizada como técnica de enseñanza en la educación (Buckmaster & Craig 2000). En particular, la recreación de concursos de televisión adaptados al aula se ha llevado a cabo en multitud de experiencias, entre las que se encuentran “*Card Sharks*™” (Gertner 1993), “*Jeopardy*™” (Metrick 1995) (Revere 2004) (Benek-Rivera 2004), (Aljezawi & Albashtawy 2015), “*Lingo*™” (Beetsma & Schotman 2001), “*Will (s)he share or not?*™” (Belot et al. 2010), “*Deal or no Deal*™” (Post et al. 2008), “*The Price is Right*™” (Chavez et al. 2012), “*The Alphabet Game*™” (Melchor Ferrer 2012), “*The Wheel of Fortune*™” (Blake & Goodman 1999), or “*Who Wants to Be Millionaire?*™”, (Rodenbaugh et al. 2000) (Deavor 2001) (Cook & Hazelwood 2002) (Sarason 2004) (Fotaris et al. 2015) (Radhika et al. 2015). Éste último, “*Who wants to be a millionaire?*™” o su versión en castellano “¿Quién quiere ser millonario?” (Wikipedia 2016), es quizá el más popular de entre todos ellos y quizá el más conocido de todos los tiempos.

Todas las experiencias citadas muestran que el uso de este formato es atractivo para los estudiantes, mejorando su motivación y su participación activa en una clase presencial. Por otro lado, la gamificación en la educación es algo que realmente importa a los principales agentes del mundo de la enseñanza, demostrado con el incremento de aceptación que están teniendo este tipo de experiencias en todo tipo de entornos educativos. El desarrollo de nuevas aplicaciones y plataformas está mejorando la enseñanza tanto virtual como presencial. Diferentes áreas de la educación se están beneficiando de este tipo de aplicaciones en diferentes niveles, desde secundaria hasta la superior. La introducción de mecanismos atractivos de juegos, combinada con un buen diseño del sistema de puntuación, puede conducir a una gran mejora de las metodologías docentes.

Como ya se ha comentado previamente, la mera introducción de puntos, insignias u otros elementos del juego, no modifican sustancialmente la eficacia de la docencia si no van acompañadas de cambios en las metodologías docentes. El término anglosajón *pointsification* quiere denotar precisamente esa situación (Seaborn & Fels 2015).

En esta primera experiencia docente de introducción de elementos de juego en una asignatura presencial, el objetivo consistió en apoyarse en el formato del concurso televisivo para que la gamificación introducida fuera realmente efectiva.

Para desarrollar la experiencia se requería desarrollar un sistema que conjugara ambos elementos, la recreación del concurso y los elementos de gamificación. Tras analizar las experiencias similares de recreación del juego televisivo en el aula, se comprobó que las herramientas utilizadas eran demasiado simples (la mayoría de ellas se limitan a unas diapositivas de Microsoft PowerPoint® similar a las creadas en (Cochran 2001)). La mera utilización de transparencias restringía la capacidad de integración con otros desarrollos, limitando, de la misma forma, la introducción de las mecánicas del juego más comúnmente utilizadas en la gamificación.

La plataforma propuesta permite la introducción de los elementos principales de la gamificación sin tener que apoyarse en complejas estructuras tecnológicas. El

objetivo es un escenario lo suficientemente flexible para permitir su uso tanto individual como colectivo y configuraciones competitivas y colaborativas para diferentes niveles y para diferentes cursos. El desarrollo podría ayudar a mejorar los resultados de motivación y atención de los estudiantes como los principales ingredientes para una mejora en el rendimiento académico en las clases presenciales.

4.2.2. Funcionamiento del juego

El juego recrea el concurso “¿Quién quiere ser millonario?”. En determinados momentos, durante el transcurso de la clase, esta se convierte en un plató de televisión. Los estudiantes cambian su rol y pasan a ser el público del concurso, mientras que el profesor se convierte en el presentador. La atmósfera adecuada se completa con la música original del juego y con la disminución de la luminosidad del aula. El juego es de sobra conocido por todos, con lo que resulta fácilmente reconocible y fácil de implementar sin necesidad de grandes explicaciones a los estudiantes.

El Sistema selecciona un estudiante al azar que hará las veces de concursante ocupando la “silla caliente”, mientras que el resto de estudiantes permanecen en sus asientos representando al público. La silla caliente en el show de TV original se corresponde con el lugar donde el concursante interactúa con el presentador del programa. En el aula, la silla caliente es un lugar del aula donde sólo se puede ver el proyector y al presentador, pero no se puede ver al público para evitar que se puedan hacer trampas.

Una vez en la silla caliente, el concursante tiene que contestar preguntas de creciente dificultad relacionadas con la asignatura. Las cuestiones son del tipo de opción múltiple con cuatro posibles respuestas (etiquetadas como A, B, C y D), y el concursante tiene que elegir la respuesta correcta. Una vez contestada, si es acertada gana una cantidad determinada de puntos. Todos los estudiantes dentro del aula pueden ver las preguntas a través del proyector de la clase cuando el profesor está preguntando al concursante. Las consiguientes preguntas que se van

realizando conllevan mayores puntuaciones, doblando aproximadamente su valor en cada turno, aunque el sistema puede ser configurado para adaptarse al sistema de puntuación elegido por el profesor.

Antes de intentar resolver una cuestión, el concursante puede abandonar el juego con los puntos conseguidos hasta ese momento, en lugar de intentar resolver la siguiente pregunta. Si el concursante contesta de forma incorrecta pierde todos los puntos acumulados hasta ese momento.

Si en cualquier momento del juego el concursante no está seguro de la respuesta correcta a una pregunta determinada, puede usar uno o más comodines que le proporcionan una forma de asistencia para las preguntas más difíciles. Puede emplear tantos comodines como desee por cada pregunta, pero cada comodín solo puede ser utilizado una vez por juego. Tras usar el comodín, el concursante puede o bien contestar la pregunta, o usar otro comodín, incluso abandonar el juego con los puntos acumulados. Los tres comodines disponibles al inicio del juego son similares a los del juego original pero con alguna adaptación para hacerlos más adecuados para el aula:

- **50:50:** El ordenador elimina dos de las respuestas incorrectas. El concursante solo necesita elegir entre la respuesta correcta y la incorrecta.
- **Comodín del público:** Los estudiantes pueden alzar sus manos (simulando el mando del show de televisión) para elegir la que ellos creen que es la respuesta correcta. El presentador proporciona información al concursante sobre el porcentaje del público que elige cada opción
- **Comodín de la llamada:** El concursante puede hablar únicamente con una persona del público. La conversación está limitada a 30 segundos.

Una captura de la pantalla del ordenador cuando está en marcha una pregunta se presenta en la siguiente figura:

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-1. Captura de pantalla en un instante del juego.

El uso de comodines permite al resto de estudiantes participar en el juego y hacer la clase más dinámica, involucrando a todos los miembros con el objetivo de conseguir algún tipo de recompensa, aunque sea una recompensa social. Es más, los últimos dos comodines tienen un objetivo particular en términos de motivación y compromiso.

El comodín del público involucra activamente a los estudiantes en el juego. Los estudiantes no solo desean ayudar a un compañero sino que también ellos saben que están siendo observados por el profesor y el resto de la clase, y nadie quiere fallar una respuesta en estas circunstancias. Con respecto al comodín de la llamada, la situación es más crítica si cabe porque puede causar que el concursante pierda todos sus puntos. Por ello, los estudiantes tienen una motivación mayor para estudiar en casa y estar atentos a las explicaciones de clase durante una lección para evitar quedar mal delante del profesor y de sus compañeros de clase.

Adicionalmente al juego original, se han incluido algunas insignias extra para incrementar las recompensas. Ya se ha visto que las insignias no solo son deseadas por el gusto de coleccionar, sino que también representan una forma de

reputación puesto que son marcadores visuales de lo que los usuarios son capaces de conseguir.

Las insignias diseñadas son las siguientes:

- **Tres, seis o diez respuestas consecutivas correctas.** Estas insignias se ganan cuando un concursante contesta acertadamente tres, seis o diez cuestiones consecutivas.
- **Experto.** Esta insignia se consigue cuando un estudiante ayuda de forma acertada 3 veces a un amigo con el comodín de la llamada.
- **Flash.** Esta insignia se consigue cuando se contesta una pregunta en menos de tres segundos, en 3 cuestiones diferentes.

Finalmente, se ha diseñado una tabla de clasificación para reflejar el ranking de los estudiantes con los puntos de cada uno y las veces que cada uno ha sido concursante. De esta forma, el juego añade otro elemento de competición, lo cual ayuda a mejorar la motivación de los estudiantes. Un ejemplo de la tabla de clasificación se muestra en la figura siguiente:

Fuente: Elaboración propia.

Position	Nickname	Games	Points	Badges
1	Carlos R	2	20	
2	Pep C.	2	18	
3	Yerai D.	2	12	
4	Ali A.	1	10	
5	Carles D.	1	9	
6	Antonio M.	1	9	
7	Alberto C.	1	8	
8	Lluis F.	1	7	
9	Maria G.	1	7	
10	Fernando D.	1	6	

Figura 4-2. Ejemplo de tabla de clasificación.

Se pretende que en el juego todos los estudiantes tomen parte, que sea competitivo y que permita visualizar los resultados en tiempo real permitiendo la comparación entre compañeros. El hecho de que los estudiantes, ya sean concursantes o miembros del público, sepan que están siendo observados, hace que se comporten de forma distinta a como lo harían si no lo estuvieran, tal y como constata (Camerer 2011), y esto puede contribuir también a aumentar la motivación y el compromiso de los mismos.

El juego ha sido desarrollado usando enteramente herramientas de programación web. El front-end ha sido desarrollado usando HTML5 con la ayuda del framework JQuery. JQuery es una librería JavaScript rápida y pequeña que sirve de apoyo a la programación del cliente. Se utiliza fundamentalmente para manipulación de documentos, gestión de eventos, animación y llamadas Ajax simplificadas. Tiene también una API fácil de usar que es interoperable con multitud de navegadores.

El backend está programado en PHP. PHP es un lenguaje de scripting de propósito general que está especialmente diseñado para el desarrollo web y que puede embeberse en el HTML. El backend se conecta con una base de datos SQL simple. SQL es una librería de software que implementa un motor de base de datos transaccional SQL, autocontenido. Esta base de datos está compuesta por una única tabla que registra los datos de los estudiantes, incluyendo puntos e insignias. Estos datos son utilizados para mostrar la tabla de clasificación. El instructor puede manejar toda esta información de forma fácil y flexible. Toda la plataforma del juego puede instalarse en cualquier infraestructura LAMP o WAMP.

El uso de tecnología web permite que cierta información esté disponible a los estudiantes. De esta forma, ellos pueden comprobar el ranking, la puntuación y las insignias en cualquier momento desde cualquier dispositivo, incluidos teléfonos móviles. La naturaleza de código abierto del sistema permite que se pueda interconectar a futuros componentes como pueden ser los sistemas de respuesta de estudiante, que se verán en posteriores secciones de este trabajo.

Un diagrama de flujo de la mecánica del juego puede verse en la figura siguiente, donde los rectángulos representan diferentes estados del juego, y los diamantes decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

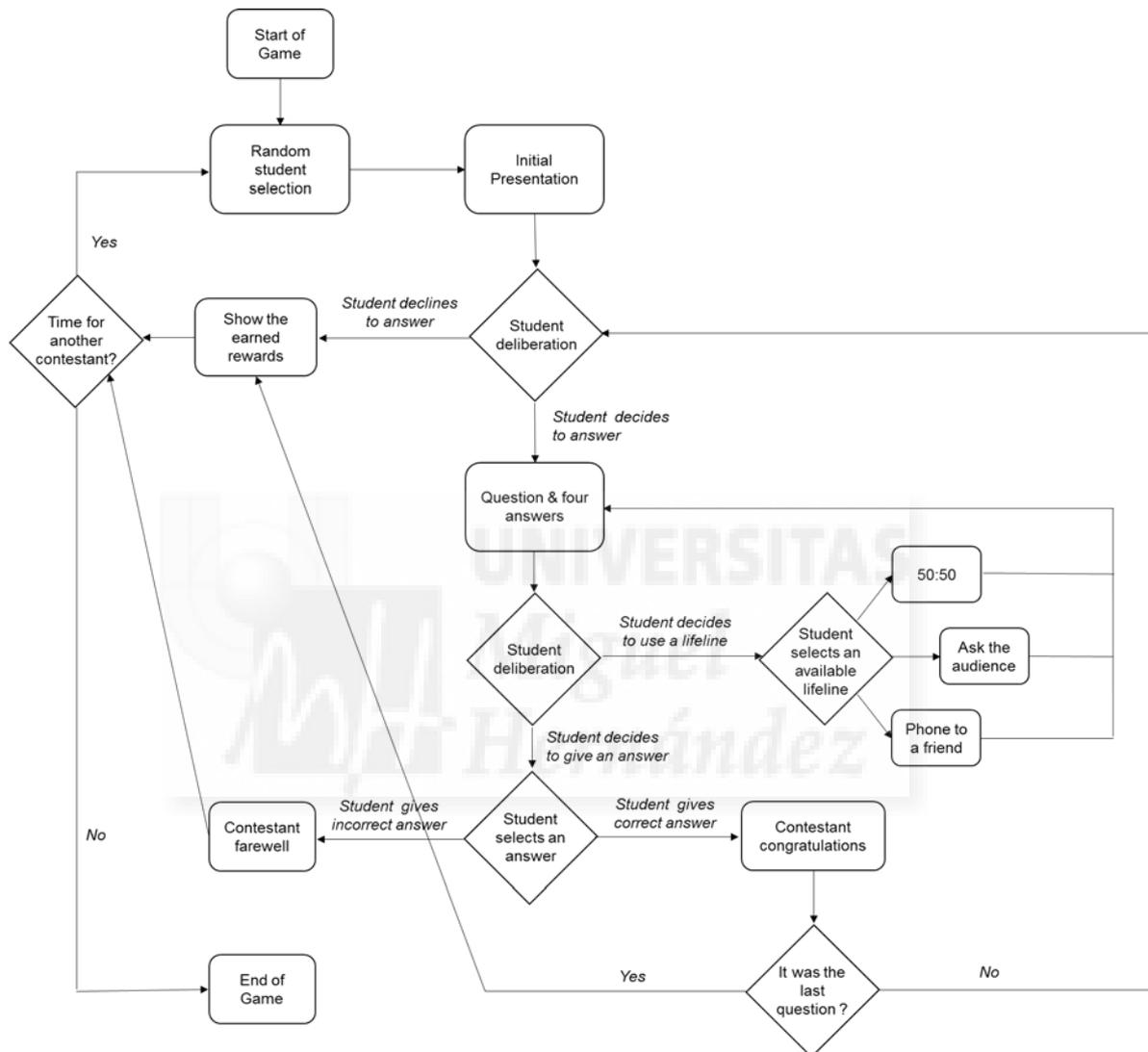


Figura 4-3. Diagrama de flujo del juego.

4.2.3. Descripción de la experiencia

Se ha realizado una experiencia con el juego en un contexto universitario. En esta experiencia, el juego no ha sido utilizado como una nueva metodología de enseñanza en sí misma, sino que ha sido utilizada como apoyo para los nuevos métodos derivados del proceso de Bolonia mencionados en (Valverde 2012) dentro

del aprendizaje activo. Esta experiencia ha sido divulgada en el congreso INTED 2016, véase (Morillas Barrio et al. 2016b).

La experiencia fue llevada a cabo en el primer semestre de la asignatura “Redes, Sistemas y Servicios de Comunicación” que forma parte de la carrera de ingeniero de telecomunicación. En ese semestre estaban matriculados 42 estudiantes de entre 21 y 23 años. Sin embargo, solo alrededor de 25 alumnos asistían regularmente. La asignatura estaba programada con 5 horas lectivas teóricas y 2 horas prácticas por semana. La experiencia fue realizada en las horas dedicadas a teoría.

El experimento se desarrolló en un aula equipada con ordenador y proyector. Se programó una sesión de juego tras la finalización de cada uno de los temas del temario. En cada sesión, de una hora de duración, alrededor de 2 o 3 concursantes participaron en el concurso. Los estudiantes no sabían con antelación cuándo se iba a realizar una sesión del juego con la finalidad de que los alumnos intentaran llevar al día los estudios por si al día siguiente les tocaba participar y podían ganar alguna recompensa.

El sistema de puntuación consistió en 10 niveles de dificultad recompensados con puntos desde 1 a 10 en escalones de 1 punto. Las cuestiones estaban básicamente relacionadas con el tema previamente dado, aunque algunas preguntas tenían relación con puntos de temas anteriores para realizar cierta evaluación continua. Se creó una colección de 300 preguntas distribuidas por sesión, teniendo por tanto un conjunto de 30 lotes de preguntas en el sistema, 3 lotes por cada tema. El profesor seleccionaba manualmente cada uno de estos lotes en cada ejecución del juego. Tras la finalización de cada partida, bien porque el estudiante se retiraba o porque perdía, las restantes cuestiones se exponían en clase para reforzar la comprensión de conceptos impartidos del tema y enfatizar el por qué se había equivocado en la respuesta.

Los puntos fueron del tipo reembolsable según la clasificación sugerida en (Sy et al. 2011). Este tipo de puntos se obtienen y gratifican de forma similar a las recompensas de las tarjetas de fidelización de las gasolineras. Los puntos

conseguidos en el juego podían cambiarse por puntos reales en el examen final en un ratio de equivalencia de diez a uno entre puntos del juego y puntos de examen con un máximo de 1,5 puntos. Este ratio responde al criterio que impuso el profesor basándose en su experiencia en la evaluación de la asignatura.

Al finalizar el curso, los estudiantes fueron invitados a participar en una encuesta. Esta encuesta no fue diseñada inicialmente solo para esta experiencia sino que formaba parte de una encuesta más grande que servía también para evaluar los contenidos del temario así como las capacidades del profesor de la asignatura.

Se dejó claro que la participación en la encuesta era voluntaria y anónima. La pregunta relacionada con el experimento se correspondía con el tipo de escala Likert de siete ítems abarcando desde 1 (completamente en desacuerdo) a 7 (completamente de acuerdo). La cuestión relacionada con la experiencia se enunciaba:

- Q1. La introducción del juego en clase incrementa la motivación de los estudiantes.

Un total de 25 estudiantes, 16 chicos y 9 chicas, contestaron a la encuesta, pero solo se consideraron 20 estudiantes que asistieron a un mínimo del 50% de las clases. En la figura siguiente se muestra la distribución de las respuestas. La media de las respuestas de los estudiantes fue de 5,65 con una desviación estándar de 1,23.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-4. Gráfico de barras de las respuestas de estudiantes.

Esto significa que, en promedio, la percepción de los estudiantes sobre la utilidad en la motivación es en general positiva. En particular, el 80% de los estudiantes consideran que la experiencia mejora la motivación (una respuesta de 5 o más), el 15% de ellos fueron neutrales con el juego (una respuesta de 4), mientras que solo un 5% de ellos no consideran mejora alguna con la introducción del juego “¿Quién quiere ser millonario?TM” (respuestas de 3 o menos). Pero de estos últimos, ninguno respondió con un 2 o menos, lo cual quiere decir que incluso los que creen que esto no les motiva más, solo están moderadamente en desacuerdo.

Durante el transcurso de la experiencia observamos que algunos estudiantes padecían del denominado miedo escénico. Este tipo de estudiantes rechazan totalmente el uso de estas técnicas si son ellos los protagonistas, aunque suelen valorar positivamente si no son ellos los concursantes. Otra impresión que tuvimos fue que algunos estudiantes percibían el juego como si se les estuviera tratando de forma infantil, como si fueran estudiantes de secundaria. Es, por tanto, que sospechamos que este tipo de estudiantes no valoran positivamente estos juegos, si bien es cierto que esto puede estar atenuado por los puntos de recompensa que pueden conseguir para el examen final.

4.2.4. Conclusiones de la experiencia

Aunque el estudio estadístico de esta experiencia es limitado, la introducción de este tipo de gamificación en el aula parece tener sentido para casi todos ellos. La combinación de la recreación de un concurso de televisión con mecánicas de gamificación conduce a aumentar la motivación y el compromiso, lo cual es consistente con la literatura existente. Así por ejemplo se evidencia en (Fotaris et al. 2015) en su experimento con una aproximación multidimensional de la gamificación en el aprendizaje o en (Radhika et al. 2015) donde se muestran los beneficios de la competición entre los estudiantes derivadas del uso de formatos de TV dentro de una enseñanza mediada por tecnología gamificada.

El uso de estas técnicas pueden ser utilizadas en diferentes contextos. Por ejemplo, la recreación del plató de televisión y sus beneficios son dependientes del número de estudiantes dentro del aula. Aquellas clases con más de 25 personas, pueden dividirse en grupos de 4 o 5 personas realizando el juego de forma colectiva. Es más, la flexibilidad del juego permite su uso de forma colaborativa utilizando una configuración acorde en lugar de la configuración competitiva, véase, por ejemplo, el trabajo (Buckmaster & Craig 2000).

Los profesores que han llevado a cabo la experiencia percibieron un cambio de actitud cuando los estudiantes asistían a las clases. La respuesta positiva al juego confirma la bondad de la introducción de este tipo de gamificación dentro del aula. Así mismo, también los profesores mostraron cierto entusiasmo con el uso del juego. La diversión inherente dentro de una clase más dinámica, ayuda a mejorar también la motivación de los instructores y la satisfacción de enseñar.

El estudio muestra un porcentaje muy alto en la percepción positiva de los estudiantes en relación con la ganancia en motivación con el uso de las técnicas descritas anteriormente. A pesar de lo limitado del estudio, los resultados están en línea con otros autores que reafirman la buena aceptación de los métodos activos de aprendizaje y de nuevas herramientas de gamificación (da Rocha Seixas et al. 2016). Sin embargo, se han de realizar experimentos similares en otras áreas de

enseñanza diferentes de la realizada para tener una completa certeza de la bondad de ellas y de los beneficios concretos que aportan.

Como se ha visto, la decisión de desarrollar nuestra propia herramienta permitirá integrar diferentes componentes para continuar trabajando en esta dirección. La creación de nuevos componentes en el sistema ampliarán las posibilidades de manejar las clases dinámicas de forma satisfactoria. Uno de estos componentes podría ser el uso de sistemas de respuesta de estudiante (SRS) como el descrito en (Morillas Barrio et al. 2015) que están asociados con efectos positivos y beneficios en el aprendizaje académico (Chien et al. 2016). La combinación de estos SRS con formatos de concurso de TV es objeto de estudio, y aunque no existen todavía demasiadas experiencias, sí que algunas de ellas muestran resultados prometedores (Draper et al. 2002) (Fotaris et al. 2015).

La instrucción gamificada combinada con diferentes estrategias todavía está en sus inicios y lejos de agotar sus posibilidades. Todavía queda trabajo por hacer en estas áreas. El desarrollo de una plataforma flexible propia es un comienzo para poder continuar trabajando en estas líneas. Tenemos confianza en que la adopción de estas técnicas para la enseñanza presencial se extenderá en un futuro cercano.

4.3. Sistema de respuesta de estudiante gamificada

4.3.1. Introducción

Se considera que la interacción estudiante-profesor es una parte esencial del proceso de aprendizaje con una fuerte influencia en el rendimiento académico de los estudiantes (Siau et al. 2006) y contribuye a mejorar la actitud de los estudiantes frente al aprendizaje (Haseman et al. 2002). El ambiente del aula puede incluir multitud de tipos de interacción entre los que se incluyen estudiantes-profesor, estudiante-estudiante y estudiante-contenido (Moore 1989), con eficacias diferentes dependiendo de la situación de aprendizaje. La interacción objeto de este estudio es la de estudiante-profesor. En esta interacción, el instructor desea calibrar la comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes y modificar el

desarrollo de la instrucción en función de las respuestas. La utilización sistemática y planificada de un mecanismo de *pregunta-respuesta-análisis-acción correctora* es la base de la instrucción dirigida por preguntas, *Question Driven Instruction (QDI)*. Este tipo de instrucción añade características que la hacen especialmente útil en las clases presenciales, consiguiendo importantes beneficios en el aprendizaje de los estudiantes.

La metodología de enseñanza de instrucción dirigida por preguntas no puede decirse que sea una metodología nueva. Ya se ha comentado cómo Sócrates estableció un método basado en la realización de preguntas como una forma de mejorar la enseñanza y motivar a los estudiantes, (Boghossian 2003). El método socrático ha sido utilizado a lo largo de la historia y ejemplarizado en muchas universidades como medio para obtener realimentación de los alumnos, (Cosgrove 2011).

La instrucción dirigida por preguntas es una metodología radicalmente opuesta a la clase magistral tradicional. La clase se organiza en base a “ciclos de preguntas” reemplazando el paradigma de “transmisión y evaluación” de las clases magistrales en las cuales simplemente se transmite información de forma unidireccional desde el profesor hacia los alumnos y se evalúa a estos sobre la información transmitida. El proceso interactivo se compone de varias fases: formulación de la pregunta, deliberación y respuesta de los estudiantes, discusión dentro del aula y exposición condicionada por las respuestas.

El tiempo de clase se utiliza fundamentalmente para desarrollar la comprensión de forma interactiva en lugar de presentar contenidos. El profesor es más un ingeniero de experiencias de aprendizaje que un dispensador de conocimientos. Esto requiere nuevas habilidades para la enseñanza, como la moderación de las discusiones, gestionar las dinámicas de clase, interpretar las intervenciones de los alumnos y modelar su aprendizaje, toma de decisiones de enseñanza en tiempo real, y diseño adecuado de preguntas que enseñan en lugar de preguntas que sólo evalúan, (Beatty et al. 2006a).

Este tipo de instrucción no sería viable sin la ayuda de la tecnología, ya que levantar las manos y responder mediante la voz a preguntas formuladas por el profesor hace tediosa la clase y limita las posibilidades de respuesta. Además, algunos estudiantes no desean contestar debido a su timidez (Stowell et al. 2010) o al miedo a quedar mal (Voelkel & Bennett 2014).

Es por ello que esta interacción se lleva a cabo mediante otros sistemas tecnológicos denominados sistemas de respuesta de estudiante, *Student Response Systems* (SRS). Estos permiten responder de forma anónima y simultánea a todos los estudiantes, lo cual permite que este sistema de instrucción pueda llevarse a cabo.

El objetivo de esta experiencia trata, por tanto, de desarrollar un SRS que permita su integración con elementos de gamificación para así poder comprobar la eficacia del uso conjunto de ambas en las clases presenciales.

4.3.2. Sistema de respuesta de estudiante, SRS

Fruto de la evolución tecnológica, la forma de realizar la interacción profesor-alumno ha evolucionado para realizarse de forma más eficiente. Tradicionalmente, desde los años 70, se venían usando los llamados “*clickers*”, pequeños dispositivos de mano que transmitían las respuestas desde la audiencia al ponente. Estos *clickers* no estaban pensados para fines académicos exclusivamente, sino que también estaban destinados a la realización de votaciones en tiempo real para tomar decisiones en reuniones de empresa, (Simmons & Elsberry 1988). Sin embargo, la proliferación de dichos dispositivos no ocurrió hasta la década de los 90. En estos años, el desarrollo tecnológico permitió que estas herramientas se volviesen más potentes, permitiendo registrar la actividad en tiempo real de la audiencia. Dichas herramientas pasaron a conocerse con diferentes terminologías, apareciendo en la literatura con diferentes nombres como sistemas de respuesta de audiencia, *Audience Response Systems* (ARS), (Miller et al. 2003); máquinas de votación, *Voting Machines* (VM) (Reay et al. 2005); sistemas de respuesta de teclado inalámbricos, *Wireless Keypad Response Systems* (Burnstein 2001);

sistemas de comunicación de aula, *Classroom Communication Systems (CCS)*, (Dufresne et al. 1996); sistemas de respuesta electrónica, *Electronic Response Systems (ERS)*, (Freeman & Blayney 2005); sistemas de respuesta de clase, *Classroom Response Systems (CRS)*, (Siau et al. 2006) o sistemas de respuesta de estudiante, *Student Response Systems (SRS)*, (Penuel et al. 2007). En cualquier caso, una comparación de los diferentes sistemas comerciales disponibles, (Social Compare 2016), (PollEverywhere 2016) indica que dichos productos son marcadamente similares, y que por tanto, los términos son intercambiables. De esta forma, es posible definir genéricamente los SRS, como cualquier combinación de hardware y software usado para proporcionar realimentación instantánea tanto a profesores como a alumnos. Sea como fuere, los SRS se han convertido en pieza fundamental para los sistemas modernos de instrucción dirigida por preguntas.

El uso de los SRS tiene múltiples ventajas comparado con las técnicas de docencia tradicionales. Entre otras se encuentran: incremento de la motivación y menor absentismo escolar (Blasco-Arcas et al. 2013); mejora de la atención en clase (Bullock 2002), (Bunce et al. 2010); aumento de la participación (Fuller 2011), mayor motivación en el aula (Gehring & Narang 2011); mejora en las interacciones estudiante-profesor, estudiante-estudiante (Kay 2009); mejora en la retención de contenidos (Rubio et al. 2008); y, finalmente, clases más amenas y entretenidas (Ah yun & Maureen 2010), (Gok 2011). Un interesante meta-análisis sobre los efectos de los SRS puede encontrarse en (Hunsu et al. 2016)

Algunas revisiones de la literatura existente sobre los beneficios y los desafíos en el uso de los SRS pueden encontrarse en (Chien et al. 2016) y (Kay & LeSage 2009). Estos últimos clasifican los beneficios en términos de asistencia, atención, anonimato, participación, motivación, interacción, discusión, rendimiento de aprendizaje, calidad de aprendizaje, realimentación, y comparación entre estudiantes.

Los SRS están siendo utilizados en todas las etapas formativas y no solo en áreas científicas de matemáticas e ingenierías a las que se le presuponen más facilidad en el uso de tecnologías, (Good 2013) sino también en otras menos afines como la

educación superior en enfermería y medicina, (Jensen et al. 2011), (Alexander et al. 2009).

En la enseñanza dirigida por preguntas, el SRS se utiliza para facilitar la discusión directa, para motivar a los alumnos en una construcción activa de su propio conocimiento y apoyar la enseñanza ágil mediante el suministro al profesor de constante realimentación sobre el conocimiento que los alumnos han adquirido y las dificultades que se han encontrado. La QDI permite modificar el trascurso de una clase en función de las respuestas de los alumnos, permitiendo mejorar la toma de decisiones del profesor en tiempo real.

La mayor crítica que suele realizarse sobre el uso de los SRS proviene del escepticismo sobre si su aceptación puede deberse al hecho de ser una mera novedad para los estudiantes (Lantz 2010) (Lasry 2008), pero que con su uso continuado los beneficios acaban desapareciendo. Indudablemente, la efectividad de la tecnología educacional siempre sufre del efecto novedad porque los estudiantes frecuentemente se entusiasman cuando una nueva tecnología se institucionaliza. Sin embargo, estudios más recientes, sugieren que el aumento de beneficios de la instrucción dirigida por preguntas mediante SRS respecto a las clases tradicionales se sustentan sobre una firme base empírica, y que esta superioridad de docencia se mantiene de forma robusta incluso cuando los estudiantes han experimentado con los SRS durante periodos relativamente largos de duración (Chien et al. 2016). Por tanto, el efecto novedad no debería ser un aspecto primordial respecto a la adopción de los SRS.

Existen evidencias considerables para sugerir que los estudiantes de educación superior tienen una muy buena predisposición hacia el uso de los SRS (Guse & Zobitz 2011). Sin embargo, la implementación de estos sistemas no garantiza una mejora del aprendizaje del estudiante por sí mismos (Caldwell 2007) (Tregonning et al. 2012), y como se ha comentado, no debería convertirse en una mera novedad tecnológica.

Es necesario, por tanto, una estrategia adecuada para un uso productivo de los SRS para evitar posibles problemas que pudieran encontrarse con su uso. Así, por

ejemplo, en (Kay & LeSage 2009) se enumeran los siguientes desafíos a los que hay que hacer frente:

- Desafíos tecnológicos: Existen estudios que indican la dificultad al incorporar un nuevo elemento tecnológico en clase.
- Desafíos del profesor: Los profesores menos experimentados tienen dificultades en ajustar su explicación en función del feedback de los alumnos. Así también se critica la reducción del contenido de la materia debido a la introducción de los SRS y el excesivo tiempo dedicado a la creación de las preguntas.
- Desafíos del alumnado: Algunos alumnos se sienten a disgusto por contestar mal a las preguntas, por ser monitorizados o por no permanecer en el anonimato.

Algunos autores marcan ciertas pautas para solucionar dichos problemas. Así, de la literatura existente pueden encontrarse las recomendaciones de (Caldwell 2007) sobre planificación, asistencia, el modelo de comunicación del profesor, la evaluación o la gestión del tiempo.

De igual forma, la adecuada redacción y elaboración de las preguntas es parte fundamental para obtener los beneficios cognoscitivos descritos anteriormente (Allen & Tanner 2005) (Beatty et al. 2006b). Existe una amplia variedad de sugerencias respecto a cómo deben ser las preguntas, cómo deben ser expuestas y el formato que es recomendable utilizar. Entre ellas se encuentran los trabajos (Kay & LeSage 2009) o (Lee et al. 2011).

Como se ha mencionado previamente, existen multitud de sistemas de respuesta en el mercado (PollEverywhere 2016). La mayoría de ellos funcionan con el modelo de software como servicio¹⁵ (SaaS) con el único requisito de disponer de un

¹⁵ Modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores de una compañía de tecnologías de información y comunicación (TIC), a los que se accede vía Internet desde un cliente.

navegador web en el dispositivo de usuario, eliminando la necesidad de un hardware específico.

La mayoría de estos sistemas se limitan a hacer encuestas y sondeos en tiempo real, pero pocos de ellos disponen de características avanzadas y dirigidas al profesor como pueden ser la modificación de preguntas en tiempo real, visualización de estadísticas en tiempo real, o control de tiempos. La gran mayoría de estudios sobre la instrucción dirigida por preguntas se ha realizado sobre plataformas propietarias o se han llevado a cabo con herramientas poco sofisticadas, llegando incluso a utilizar como SRS el servicio de Google Docs (Gehring & Narang 2011) o plugins para wordpress como el WP-Poll (Chan 2013).

Por ello, era necesario la creación de un sistema de respuesta de usuario propio, de libre distribución, con características avanzadas, flexible, ampliable y sencillo de usar, para permitir trabajar en estas líneas de investigación. En concreto, los SRS tradicionales no incluían elementos de gamificación, pieza fundamental para el estudio, como hemos visto en la sección anterior.

Por esta razón se desarrolla una plataforma propia, denominada IGC (*Interactive Gamification Classroom*) con el objetivo de habilitar estudios relacionados con la enseñanza dinámica e interactiva en el aula que permita incrementar los beneficios originales de los SRS y los amplíe, no solo desde una perspectiva de estudiante, sino que también permita reportar beneficios a los profesores combinando ambas metodologías, la realimentación en tiempo real y las dinámicas del juego.

Este SRS gamificado pretende minimizar, si cabe aún más, el efecto novedad de los SRS, con el objetivo de evitar que mermen o se pierdan los beneficios en términos de atención, asistencia, motivación o participación del uso prolongado de una metodología de instrucción dirigida por preguntas.

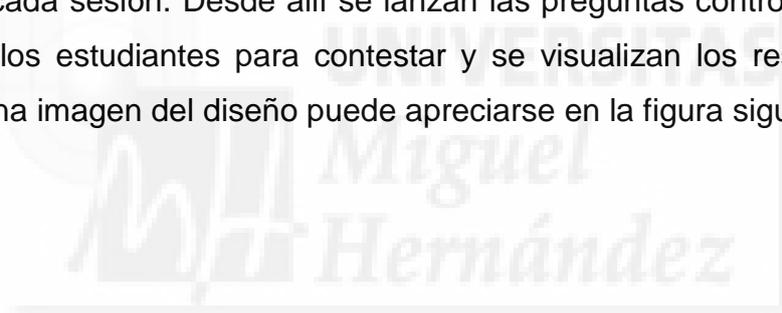
4.3.3. Descripción de la herramienta IGC

IGC Gamification Classroom es un programa de sistema de respuesta de estudiante (*Student Response System*). Estos sistemas basados en el modelo

cliente-servidor, permiten que, durante el trascurso de una charla, el profesor lance una pregunta al auditorio y ésta pueda ser contestada a través de los denominados *clickers* que pueden ser teléfonos móviles o dispositivos hardware específicos.

La herramienta continúa la tendencia de los SRS de estar integrados en un servicio web. Entre las ventajas de esta aproximación se encuentran la facilidad de acceso tanto por parte de estudiantes como de profesores, la utilización de cualquier dispositivo sin necesidad de instalar nada en ellos y el menor coste respecto a los *clickers* hardware (que pierden actualidad con la introducción de los móviles).

Así pues, como la mayoría de los SRS, la plataforma está compuesta por dos módulos distintos, el del profesor y el del alumno. El acceso a ellos se realiza desde el mismo sitio web, pero desde diferentes cajas de inicio de sesión. Como es habitual, desde la sección del profesor, este puede preparar todos los temas relativos a cada sesión. Desde allí se lanzan las preguntas controlando el tiempo que tienen los estudiantes para contestar y se visualizan los resultados de los alumnos. Una imagen del diseño puede apreciarse en la figura siguiente:



Fuente: Elaboración propia.

The screenshot displays the teacher interface of the IGC tool. It features several panels:

- Questions Repository:** A list of 11 questions with status indicators (green dots).
- Questions History:** A list of 11 questions with status indicators (green dots).
- Received Answers:** A table showing student performance for a specific question.
- Students Questions:** A panel for managing student questions.
- Bar Chart:** A chart titled "Question: 1" showing the distribution of answers.

Nickname	Answers	Time	Score	Ranking
yeral2	●●●●	154.40	2.75	2.75
pepe	●●●●	21.41	2.00	2.00
manual	●●●●	156.08	1.50	1.50
jgarrod	●●●●	20.74	1.00	1.00
luis	●●●●	119.77	1.00	1.00
ali	●●●●	113.53	1.00	1.00
Juanjo	●●●●	71.04	1.00	1.00
Mou	●●●●	39.70	1.00	1.00
vma	●●●●	212.98	0.00	0.00
juanmabellmunt	●●●●	90.27	0.00	0.00
yeral	●●●●	30.48	-0.25	-0.25
maria	●●●●	84.28	-0.25	-0.25
carlos	●●●●	33.88	-0.25	-0.25
Sergio	●●●●	58.80	-0.25	-0.25

The Bar Chart for "Question: 1" shows the following data:

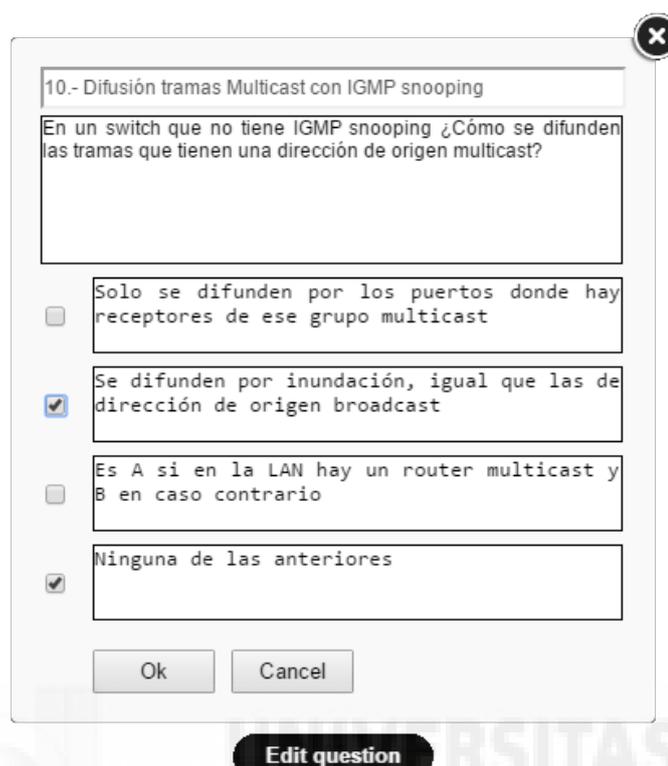
Answer	Count	Percentage
Answer 1	4	29%
Answer 2	5	35%
Answer 3	1	7%
Answer 4	2	14%

Figura 4-5. Sección del profesor de la herramienta IGC.

La herramienta posee las características propias de los SRS pero estructuradas de manera sencilla y ágil para el profesor. Permite la creación de un repositorio de preguntas que serán utilizadas en cada sesión, incluyendo la posibilidad de la creación de nuevas y modificación de preguntas antiguas para adaptar de forma ágil el “ciclo de preguntas” a los alumnos cuando se detecte alguna circunstancia que lo requiera.

En primer lugar, se encuentra el panel de repositorio de preguntas. Estas preguntas han podido ser creadas previamente y cargadas en el panel o pueden crearse directamente en el panel. Se pueden añadir, eliminar, duplicar, reordenar o modificar las preguntas haciendo un doble clic sobre ellas. Las preguntas son del tipo tri-estado multi-opción. Esto quiere decir que una pregunta tiene 4 posibles respuestas y que cada una de ellas puede ser verdadera o falsa, permitiendo que la audiencia tenga que contestar a cada una de las respuestas como verdadero, falso o dejarla en blanco.

Fuente: Elaboración propia.



10.- Difusión tramas Multicast con IGMP snooping

En un switch que no tiene IGMP snooping ¿Cómo se difunden las tramas que tienen una dirección de origen multicast?

Solo se difunden por los puertos donde hay receptores de ese grupo multicast

Se difunden por inundación, igual que las de dirección de origen broadcast

Es A si en la LAN hay un router multicast y B en caso contrario

Ninguna de las anteriores

Ok Cancel

Edit question

Figura 4-6. Confección de las preguntas triestado multiopción.

El siguiente panel es el de historial de preguntas lanzadas en la sesión. Este panel muestra las preguntas que han sido contestadas por la audiencia. Al pinchar sobre una de estas preguntas, se muestran las estadísticas relativas a la misma en los otros dos paneles: panel de respuestas y panel gráfico estadístico. Estando en el estado de pregunta lanzada, la última pregunta mostrará los datos en tiempo real de lo que están contestando los asistentes, pudiendo ver la cadencia de respuesta de los estudiantes.

El panel de respuestas muestra los tiempos de respuesta con los aciertos de cada persona del público. Al ser tri-estado, cada una de las respuestas tendrá un color, rojo para fallo, verde para acierto y gris para no contestada. Además, muestra para cada persona la puntuación de esa pregunta basada en los parámetros antes descritos: aciertos, fallos, blancos y tiempo de respuesta.

Finalmente, el panel gráfico estadístico muestra las estadísticas agregadas de todas las personas a las que ha ido dirigida la pregunta, permitiendo ver las tasas de acierto en cada una de las respuestas correspondientes a dicha pregunta, incluyendo datos porcentuales.

El panel de control se asemeja al de un reproductor de música, permitiendo lanzar la pregunta actual (PLAY), avanzar a la pregunta siguiente (FF), retroceder a la pregunta anterior (REW) o parar la pregunta lanzada (STOP).

Una vez que la pregunta ha sido lanzada, una marca verde se sitúa a la derecha de ella en el panel de repositorio para ayudar al instructor a identificar que la pregunta ha sido lanzada. Si esa misma pregunta se modifica posteriormente, la marca verde se vuelve a reconvertir en el estado gris.

El pie de página está reservado para mostrar información de estado: el estado de la pregunta (en progreso o parado), estadísticas de las conexiones (dirección IP, sistema operativo, etc). Los menús superiores se utilizan para realizar acciones obvias como cargar, salvar, o importar cuestiones a una sesión o configurar los parámetros de la misma.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-7. Menús e Información de estado.

Con respecto al entorno de estudiante, este se comporta de forma análoga a como lo harían los clickers tradicionales, es decir, mostrando la pregunta con las posibles opciones de respuesta. La ventaja de utilizar cualquier dispositivo con navegador, como pueden ser los teléfonos móviles, es que permite además presentar otro tipo

de información adicional. En este caso, el alumno puede ver tiempos y estadísticas propias y de grupo. Esta funcionalidad introduce cierta competencia entre estudiantes en el sistema lo cual incrementa la motivación de los mismos, (Silva & Madeira 2010). Alguna captura de pantalla del módulo de estudiante puede apreciarse en la figura siguiente.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-8. Sección del alumno en la plataforma IGC.

Como se puede comprobar, la vista es más limpia y sencilla que la vista del instructor. Los estudiantes solo pueden ver y contestar las preguntas cuando el profesor ha lanzado la pregunta en el módulo instructor.

Tras contestar a una pregunta, los estudiantes pueden ver información estadística y la puntuación clasificatoria para la cuestión en curso. Existen dos tipos de clasificaciones, la individual y la de grupo.

Los gráficos de barras representan el porcentaje de éxito de una pregunta particular, permitiendo la comparación de un estudiante respecto al resto de la clase. Esta información solo puede visualizarse cuando el profesor así lo desea, cuando decide la terminación de la pregunta mediante la pulsación del icono de STOP, evitando así que los estudiantes puedan hacer trampas.

Todas las vistas del módulo estudiante están implementadas con la mente puesta en dispositivos móviles. De esta forma, la plataforma IGC puede ser perfectamente

utilizada en tablets y smartphones, siendo diseñada para adaptar el contenido dependiendo del dispositivo utilizado mediante un diseño responsivo (*responsive design*).

La herramienta ha sido desarrollada para ser lo suficientemente flexible como para cumplir con cualquier tipo de requisito del profesor. Multitud de configuraciones avanzadas pueden realizarse programáticamente, entre las que se encuentran:

- Permitir o no el login anónimo.
- Dividir alumnos en grupos.
- Modificar criterios de recompensa.

4.3.4. Elementos de gamificación

Los elementos de gamificación introducidos en el sistema incluyen puntos y tablas clasificatorias.

Se ha deseado, en el diseño y desarrollo de la plataforma, que ésta sea lo más flexible posible en su sistema de puntuación. Como ya se ha comentado anteriormente, el sistema de puntuación puede ser vital para conseguir que el sistema gamificado sea eficaz.

En el caso de nuestra plataforma IGC se han considerado 3 formas de obtener o sustraer puntos:

- Puntos por acertar o equivocarse en las respuestas.
- Puntos en función del tiempo de respuesta al contestar.
- Puntos por contestar más rápido o más lento que el resto de estudiantes.

La combinación de estos 3 criterios, y teniendo en cuenta que las preguntas al ser multiopción y triestado se evalúan independientemente, otorgan una capacidad de maniobra muy alta para adaptar el sistema de puntuación a las características de la asignatura y de los criterios de evaluación del profesor.

Así, por ejemplo, es posible configurar el sistema para que otorgue 20 puntos por respuesta acertada, que reste 2 puntos por respuesta equivocada, que reste también 1 punto por cada segundo que se tarda en contestar, y que sumen 3, 2 y 1 punto respectivamente a los 3 primeros en contestar correctamente.

Esta flexibilidad permite graduar el nivel de competitividad que se desea en la clase y priorizar por ejemplo la agilidad en contestar frente a la capacidad de retención. Esto puede ser importante para poder adaptarse a diferentes contextos y materias que pueden ser tan diferentes como las matemáticas o la historia.

Aunque no sea objeto de estudio de esta tesis sería interesante estudiar cómo afecta la modificación de estos parámetros al comportamiento de los estudiantes. Así, por ejemplo, parece que sea importante equilibrar los parámetros de tiempo de respuesta, frente a los de respuesta acertada/equivocada para que el comportamiento de los estudiantes no sea de responder simplemente por intuición con tal de ganar más puntos por rapidez y tampoco parece adecuado lo contrario y provocar un comportamiento excesivamente conservador a la hora de responder.

Las tablas clasificatorias añaden el elemento social necesario para permitir la comparación. Existen 2 tipos de tablas:

- Tablas de clasificación individual.
- Tablas de clasificación del grupo.

Ambas clasificaciones se realizan tanto para una pregunta determinada como para la sesión completa. Sin embargo, la distinción entre individual y grupo permite crear el sentimiento de identidad y fomentar la competitividad y la colaboración.

Con estas mecánicas del juego de puntuación y clasificación, se pretende fundamentalmente crear dinámicas competitivas en los alumnos, en donde la motivación al estudio surja de la satisfacción que produce la comparación con sus iguales. En menor medida se pretende provocar una dinámica de estatus y logro que provoque a los estudiantes un reconocimiento propio o ajeno al esfuerzo

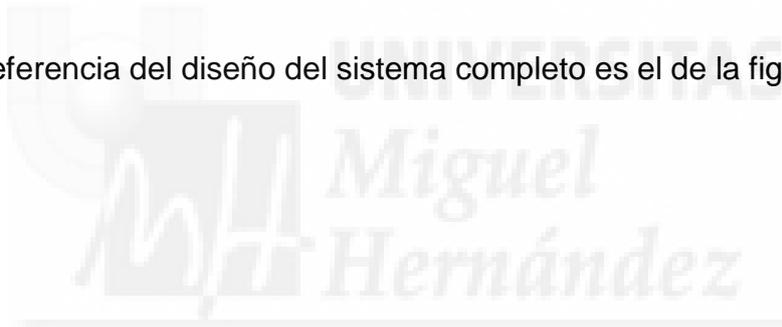
realizado. Finalmente, si el profesor lo desea, puede crear una dinámica de recompensa mediante el reembolso de los puntos ganados en el juego por una recompensa exterior al mismo. Esta dinámica queda fuera del objeto de desarrollo de esta plataforma.

Para poder realizar la experiencia que se describirá a continuación se ha desarrollado también una versión de la plataforma que elimina todos los componentes de gamificación, convirtiéndola así en un SRS convencional.

4.3.5. Arquitectura y aspectos técnicos

El desarrollo de la plataforma IGC se ha realizado utilizando enteramente lenguajes de programación orientadas a la web. Así pues, el grueso de la aplicación ha sido desarrollado en PHP, permitiendo la conexión con una base de datos SQLite.

El marco de referencia del diseño del sistema completo es el de la figura siguiente:



Fuente: Elaboración propia.

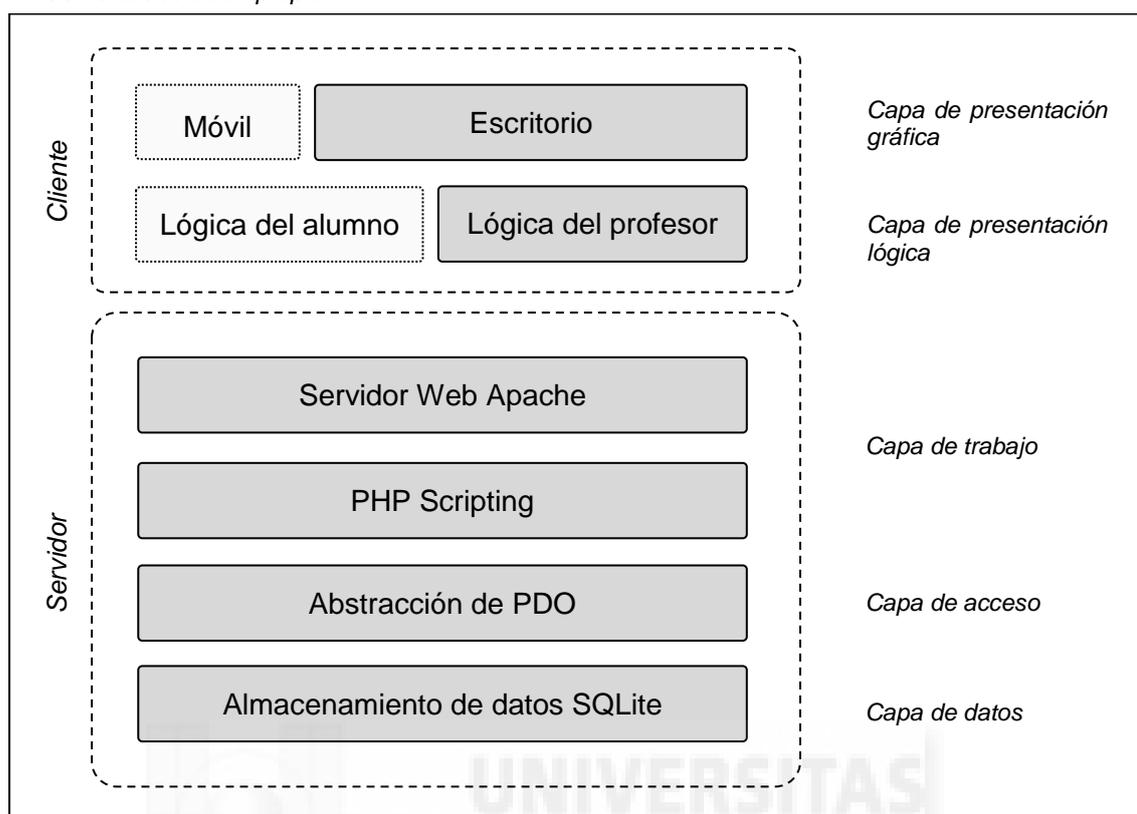


Figura 4-9. Arquitectura general de la plataforma IGC.

La arquitectura está compuesta por diferentes módulos que hacen al sistema escalable al número de usuarios. El modelo de abstracción por capas implementado es el siguiente:

- **La capa de datos:** Consiste básicamente en el sistema de gestión de base de datos (DBMS). Para ello se ha utilizado SQLite como base de datos relacional simple pero eficiente que permite un número suficiente de accesos concurrentes con un buen rendimiento de indexación y optimización de las query (solicitud de datos a la base de datos).
- **La capa de acceso:** Se ha utilizado PHP Data Objects (PDO) para recoger los datos con una interfaz ligera y consistente para acceder a la base de datos.
- **La capa de trabajo:** Supone el núcleo de la aplicación. Aquí reside la inteligencia y la manipulación de los datos del sistema. En lenguaje utilizado es PHP, apoyado por el servidor web Apache. Ambos son libres y de código abierto y están ampliamente extendidos en el mundo Internet.

- **La capa de presentación lógica:** Proporciona la lógica de la interfaz con el usuario final, incluye toda la lógica para la interfaz gráfica tanto del módulo del instructor como del alumno. Se ha desarrollado utilizando Javascript con el framework de JQuery.
- **La capa de presentación gráfica:** Proporciona la interfaz gráfica de usuario. Para ello, se realiza un uso extensivo de HTML5 apoyado por JQuerymobile como framework para la manipulación del DOM y Bootstrap como framework para el CSS3, todas de libre distribución.

La aplicación, una vez ejecutada, actúa en modo servidor esperando conexiones entrantes tipo TCP/IP escuchando en el puerto 80 de la dirección IP local.

Se ha desarrollado sobre el sistema operativo Windows, utilizando el entorno de desarrollo Aptana Studio 3. Una vez comprobado el funcionamiento en el entorno de pruebas, se procede a su compilación mediante PHP Desktop, un proyecto de software libre para desarrollar aplicaciones GUI de escritorio nativas usando tecnologías web, como PHP, HTML5, JavaScript y SQLite.

El programa es una aplicación servidora dirigida por base de datos. La respuesta de salida está determinada por la información que se está continuamente recuperando de la base de datos. En este caso es el servidor el que decide cuando cambiar el contenido de las preguntas que se mostrarán a los estudiantes en base a las decisiones del instructor.

Para ello, se ha utilizado una aproximación basada en el modelo comet, neologismo utilizado para describir un modelo de aplicación web en el que se mantiene abierta una petición HTTP permitiendo al servidor web enviar datos a los navegadores cliente sin que éste los solicite explícitamente. El diagrama de flujo de esta comunicación puede verse en la siguiente figura:

Fuente: Elaboración propia.

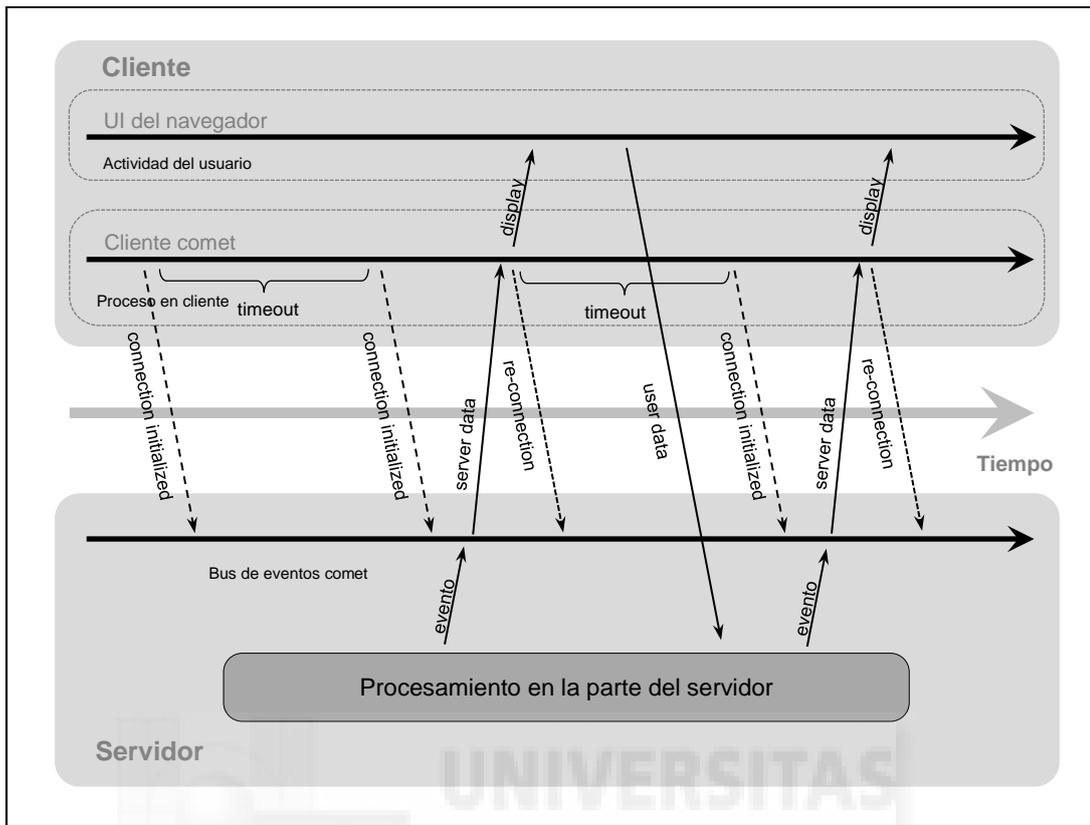


Figura 4-10. Diagrama de flujo del modelo implementado.

A continuación se muestra el modelo relacional de la base de datos utilizado, con las conexiones entre las distintas tablas, así como los campos que incluye cada tabla.

Fuente: Elaboración propia.

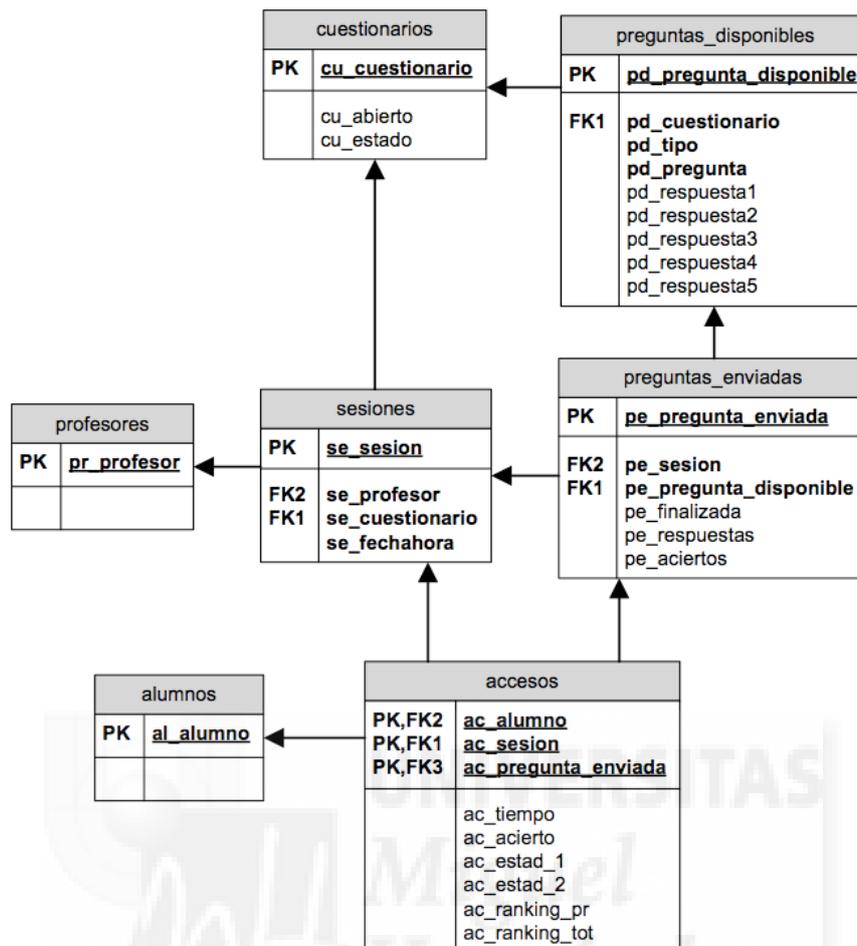


Figura 4-11. Modelo relacional de las bases de datos.

4.3.6. Investigación experimental

Se ha realizado un estudio experimental para analizar si la integración de un SRS con técnicas de gamificación conduce a mejores resultados en términos de motivación, atención, compromiso y rendimiento académico que el uso de un SRS tradicional sin elementos de juego. Este estudio se ha realizado con estudiantes de diferentes áreas y de diferentes niveles académicos. Con el objetivo de proporcionar un análisis más detallado del impacto positivo del uso de los SRS entre los estudiantes, también se explora el grado de influencia de factores como el género y el tipo de estudio en la percepción en el uso de los SRS dentro del aula.

Para la preparación del estudio, se han tenido en cuenta las sugerencias de (Beatty et al. 2006b) sobre cómo los SRSs deben ser integrados dentro de un marco de

instrucción dirigido por preguntas (configuración de los objetivos de la instrucción, diseño de las cuestiones, gestión de la clase, modelado de las necesidades de los estudiantes y guiado de los mismos).

Se han seleccionado estudiantes de diferente género perteneciente a tres grupos de estudio. Un grupo procede de educación secundaria y los otros dos de un nivel universitario (un grupo de estudiantes de sociología y otro grupo de estudiantes de ingeniería de telecomunicación). Cada uno de estos tres grupos fue dividido en subgrupos, un grupo de control recibiendo las clases usando nuestra herramienta IGC sin ningún tipo de gamificación (grupo de control), y el otro grupo, recibiendo las clases con las técnicas de gamificación activadas en él (grupo experimental). En cada clase, los dos grupos (control y experimental) fueron formados de forma aleatoria.

Todos los estudiantes utilizaron la herramienta en 4 sesiones diferentes con el objetivo de aprender y competir de forma entretenida. Las respuestas de los estudiantes en las cuatro sesiones fueron anónimas para ambos grupos para evitar las comparaciones entre compañeros y no sentirse influido por el miedo de quedar mal delante del profesor en caso de enviar respuestas equivocadas.

Al final de las cuatro sesiones se solicitó a los estudiantes que rellenaran un cuestionario que contenía 16 preguntas con el objetivo de calificar sus percepciones con respecto al efecto del uso del SRS en relación con la motivación, la atención, el compromiso y el rendimiento académico. Tras evaluar las metodologías más importantes para diseños experimentales en entornos de aprendizaje (Oncu & Cakir 2011), se seleccionó un análisis de diseño de grupo de control solo de post-test aleatorio descrito en (Fraenkel et al. 1993). Para este análisis, se requiere dividir la muestra en dos grupos asignando los sujetos de forma aleatoria. A uno de los grupos se le aplica la variable experimental o independiente, mientras que el otro grupo permanece inalterado actuando como grupo de control. Posteriormente a la realización del experimento se realiza el mismo test a los individuos de ambos grupos permitiendo al investigador evaluar a los dos grupos en la variable dependiente.

4.3.6.1 *Participantes*

Formaron parte del estudio un total de 131 estudiantes de diferentes instituciones y niveles académicos.

La distribución fue la siguiente: 38 de ellos eran estudiantes de ingeniería de telecomunicación matriculados en la asignatura de “Redes, Servicios y Sistemas de Telecomunicación” de 4º curso en la Universidad Miguel Hernández de Elche; 38 participantes eran estudiantes de 1er curso de la carrera de sociología matriculados en la asignatura de sociestadística en la Universidad de Alicante y 55 alumnos estaban matriculados en un curso introductorio de ordenadores en 1º de Bachillerato en el instituto Jorge Juan de Alicante. Sus edades estaban comprendidas entre los 15 y los 26 años. La muestra consistió en 77 hombres y 54 mujeres. Todos los participantes procedían de un entorno urbano, no existiendo diferencias culturales significativas entre ellos.

El grupo de control consistió en 19 estudiantes de ingeniería de telecomunicación, 21 estudiantes de sociología y 29 de secundaria; sus edades comprendían desde los 15 a los 26 años, siendo 40 hombres y 29 mujeres. Por el otro lado, el grupo experimental estaba compuesto por 19 estudiantes de ingeniería de telecomunicación, 17 estudiantes de sociología y 26 estudiantes de secundaria. Sus edades estaban comprendidas entre los 15 y los 26 años, siendo 37 de ellos hombres y 25 mujeres.

4.3.6.2 *Metodología*

El experimento fue realizado en un entorno de laboratorio de ordenadores donde cada estudiante tenía acceso a un ordenador. El experimento fue llevado a cabo durante cuatro sesiones. Cada sesión duraba alrededor de una hora y media. Se realizaron alrededor de diez preguntas relacionadas con el temario en cada sesión. Solo los estudiantes que asistieron a las cuatro sesiones fueron invitados a participar en el cuestionario post-test. Se proporcionaron instrucciones claras así como una breve explicación sobre los antecedentes del estudio antes de que los alumnos contestaran. Se dejó claro que la participación en la encuesta era anónima

y voluntaria. La encuesta estaba compuesta por ítems de escala Likert de siete puntos comprendiendo entre 1 (completamente en desacuerdo) hasta 7 (completamente de acuerdo). La encuesta incluía también algunas preguntas de información demográfica (edad y género).

De cara a diseñar un cuestionario neutral, las preguntas fueron las mismas para ambos grupos. Los dos grupos pensaban que habían tenido la misma experiencia con los SRS, sin embargo, existía una diferencia: el uso o no de técnicas de gamificación en el SRS. La intención era observar si estas técnicas de gamificación mejoraban la percepción de los estudiantes cuando se usaban los SRS respecto a la clase tradicional en los siguientes aspectos:

- **Hipótesis 1:** La motivación de los estudiantes era mayor cuando se utilizaba un SRS gamificado que cuando el SRS no estaba gamificado en términos de ganas de asistir a clase e interés por aprender.
- **Hipótesis 2:** La atención prestada en clase es mayor cuando el SRS está gamificado que cuando no lo está.
- **Hipótesis 3:** El compromiso adquirido por los alumnos en su proceso de aprendizaje es mayor cuando el SRS está gamificado respecto al SRS sin gamificar.
- **Hipótesis 4:** El rendimiento académico de los estudiantes es mayor cuando se utiliza un SRS gamificado que cuando se utiliza un SRS sin gamificar.

Con el objetivo de analizar cada una de estas cuatro hipótesis, se diseñaron 4 afirmaciones para cada hipótesis. Por consiguiente, la encuesta que debían responder los estudiantes estaba compuesta de 16 preguntas/afirmaciones. Estos ítems, agrupados por hipótesis, fueron los siguientes:

H1. Con el SRS gamificado la motivación es mayor que con un SRS no gamificado.

Con un uso habitual del SRS...

Q11.- Creo que las clases serían más entretenidas.

Q12.- Creo que estaría más motivado a asistir a clase.

Q13.- Creo que me estimularía más para aprender el material de estudio.

Q14.- Creo que estaría más satisfecho con su uso.

H2. Con el SRS gamificado, la atención es mayor que con un SRS no gamificado.

Con un uso habitual del SRS...

Q21.- Creo que desconectaría de la clase menos a menudo.

Q22.- Creo que mis desconexiones serían de menor duración.

Q23.- Creo que harían que incrementara mi esfuerzo mental en clase.

Q24.- Creo que mi nivel de concentración sería más intenso.

H3. Con el SRS gamificado, el compromiso es mayor que con un SRS no gamificado.

Con un uso habitual del SRS...

Q31.- Creo que mis opiniones serían tomadas más en cuenta.

Q32.- Creo que las interacciones con la clase me harían sentir más útil.

Q33.- Creo que mejoraría mis relaciones personales con los profesores.

Q34.- Creo que estaría involucrado de forma más activa en mi proceso de aprendizaje.

H4. Con el SRS gamificado, el rendimiento académico es mejor que con un SRS no gamificado.

Con un uso habitual del SRS...

Q41.- Creo que me ayudaría a descubrir y resolver dudas.

Q42.- Creo que me ayudaría a entender conceptos dados en clase.

Q43.- Creo que me influiría para obtener mejores resultados en los exámenes.

Q44.- Creo que mejoraría mi experiencia de aprendizaje.

4.3.6.3 Procedimiento

La herramienta se utilizó en sesiones de 90 minutos. Las cuatro sesiones de cada grupo (control y experimental) fueron dirigidas por el mismo profesor, con las mismas cuestiones y la misma duración. El grupo experimental utilizó la versión gamificada del SRS con los dos sistemas de puntuación (individual y colectivo), mientras que el grupo de control utilizó una versión no gamificada del software sin referencia alguna a puntuaciones o recompensas para los estudiantes.

El grupo experimental fue dividido en dos equipos usando el género como criterio de asignación. La idea tras esta segmentación era beneficiarse del incremento del comportamiento competitivo entre estudiantes cuando compiten contra el sexo contrario. El esquema fue aceptado por los estudiantes durante todas las sesiones, minimizando el problema de la novedad tecnológica apuntado anteriormente.

El criterio de recompensa utilizado en el grupo de control estaba basado en las carreras de coches. Cada clase se correspondía con un gran premio, y todo el experimento (las cuatro sesiones) se correspondían con el campeonato mundial de conductores de F1. La recompensa en puntos para cada clase se aplicaba tanto a los conductores (estudiantes individuales) como a los constructores (género masculino y género femenino). Solo los 10 mejores estudiantes en cada pregunta tenían puntos de recompensa: 25 puntos para el ganador y 1 punto para el décimo y último. La puntuación de los equipos era la suma de los puntos de sus miembros.

En ambos grupos, la plataforma IGC fue configurada para mandar las respuestas de los estudiantes de forma anónima. Cuando los estudiantes usaban la herramienta por primera vez, tenían que indicar un alias y su género. Esto significa que no existía asociación entre el alias y el estudiante, y por consiguiente, no se obtuvo información alguna sobre el rendimiento académico real de ningún estudiante particular.

El cuestionario post-test fue ofrecido a los estudiantes tras finalizar las cuatro sesiones.

4.3.6.4 Análisis de datos estadístico

El análisis de datos estadístico ha sido llevado a cabo usando el software StatGraphics Centurion XV¹⁶ y el software R¹⁷.

En primer lugar, se utilizó el test estadístico T de Student (T-test) para evaluar si existen diferencias entre los valores medios de las respuestas de cada grupo (experimental/SRS gamificado y control/SRS no gamificado) para cada una de las 16 preguntas (agrupadas en 4 hipótesis) sobre su percepción sobre el uso de los SRS y, su homólogo no paramétrico, el test estadístico de Wilcoxon-Mann-Whitney (W-test) para evaluar si existen diferencias entre los valores medianos de las respuestas. Asimismo, se utilizarán gráficos pareados de barras para comparar visualmente las distribuciones de las respuestas.

A continuación, se realizó un análisis de la varianza multivariante con tres factores (herramienta de aprendizaje, tipo de estudios y género) para analizar el efecto de estos tres factores en las respuestas de los estudiantes sobre su percepción sobre el uso de los SRS. La técnica estadística elegida para ello fue un análisis factorial multivariante no paramétrico (o permutacional) –MANOVA no paramétrico o permutacional–, diseñado por (Anderson 2001) y (McArdle & Anderson 2001). Para los análisis de la varianza con un solo factor y respuesta simple se utilizó el test estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis (KW-test) y para la diferenciación de grupos, cuando procedió, la prueba no paramétrica de comparación de rangos múltiples HSD de Tukey, que no es más que la prueba HSD de Tukey aplicada sobre los datos transformados por la función rango. Asimismo, se utilizaron gráficos de centroides para la visualización de los resultados. La razón para la utilización de técnicas no paramétricas se debe al carácter ordinal de las variables de respuesta y el número de observaciones en cada bloque.

¹⁶ <http://www.statgraphics.com/>

¹⁷ <https://www.r-project.org/>

En todos los análisis estadísticos se han distinguido 4 niveles de p -valor para identificar diferencias estadísticamente significativas:

“***” p -valor $< 0,01$

“**” p -valor $< 0,05$

“*” p -valor $\leq 0,10$

“ “ p -valor $> 0,10$

La base de datos del estudio incluye las siguientes variables: herramienta de aprendizaje, tipo de estudio, género, edad y las 16 preguntas/enunciados expuestos anteriormente, divididas en 4 bloques correspondientes a las 4 hipótesis de trabajo.

Las variables consideradas como relevantes en el experimento toman los siguientes valores:

- **Herramienta de aprendizaje (LT):** Es una variable binaria que toma el valor de 0 para el grupo de control (SRS sin gamificar) (No gam) y 1 para el grupo experimental (SRS con gamificación) (Gam).
- **Tipo de estudio (ST):** Toma el valor de 0 para enseñanzas secundarias (HS), 1 para estudios de sociología (Soc) y 2 para estudios de telecomunicaciones (Tel).
- **Género (G):** Es una variable binaria que toma los valores 0 para mujeres (M) y 1 para hombres (H).
- **Q_{xy} ($x=1, 2, 3, 4$ e $y=1, 2, 3, 4$):** Toma los 7 valores de la escala Likert, 1 para totalmente en desacuerdo y 7 para totalmente de acuerdo.
- **H_x :** Es la media de las cuatro variables correspondientes Q_{xy} , $y=1, 2, 3, 4$. Por consiguiente, H_x toma todos los valores comprendidos entre 1 y 7, ambos incluidos, en pasos de 0,25.

El objetivo fundamental del experimento es evaluar el impacto de la introducción de técnicas de gamificación en las herramientas SRS mediante la comparación de las respuestas de los estudiantes en los grupos de control y experimental; para de esta forma evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas en las

respuestas dadas a cada una de las 16 preguntas por cada grupo, control y experimental. Pero también se consideran otros dos factores en el análisis que pueden tener influencia en la percepción de los estudiantes, como son el tipo de estudio y el género.

Por lo tanto, el diseño final del estudio experimental es el siguiente:

Fuente: Elaboración propia.

		Gamificado		No Gamificado			
		H	M	H	M		
HS		16	10	17	12	HS	
Soc		8	9	11	10	Soc	
Tel		13	6	12	7	Tel	

Figura 4-12. Diseño del estudio experimental.

En cada uno de los bloques se indica el número de individuos que se tiene con esas tres características, y cada individuo está caracterizado por un vector de 16 coordenadas, una por pregunta; o 4 coordenadas, una por hipótesis.

Para validar la primera hipótesis H1 (**con el SRS gamificado la motivación es mayor que con un SRS no gamificado**), se ha realizado un T-test, asumiendo varianzas diferentes y de una sola cola, y un W-test de una sola cola a los resultados de cada una de las 4 cuestiones relacionadas con la motivación. Los resultados se encuentran reflejados en la Tabla 4-1. Los valores de la media y la mediana para ambos grupos son altos en todos los casos, eso significa que el uso de las herramientas SRS tiene un impacto positivo en la motivación de los estudiantes por sí misma, como queda puesto de manifiesto en la propia literatura sobre el tema (Blasco-Arcas et al. 2013) (Han & Finkelstein 2013). Los valores de la media y la mediana para el grupo experimental en las cuatro preguntas son mayores o iguales que para aquellas del grupo de control. Sin embargo, solo se encuentran diferencias estadísticamente significativas (p -valor < 0,05) para los valores medios y medianos en las respuestas a la cuestión Q₁₂. Por lo tanto, los

estudiantes consideran que estarían más motivados a asistir a clase con el uso de una versión gamificada del SRS; pero, en cualquier caso, a la vista de los resultados, la versión gamificada del SRS reporta valoraciones muy altas de los estudiantes, ligeramente superiores, aunque no estadísticamente significativas, que en la versión no gamificada del SRS. Esto es coherente con varios estudios sobre la literatura de pedagogía con gamificación, por ejemplo (Banfield & Wilkerson 2014), confirmando que el uso de la gamificación tiene un impacto positivo en el aspecto motivacional.

Tabla 4-1: T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con la motivación.

LT	Q ₁₁		Q ₁₂		Q ₁₃		Q ₁₄	
	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me
Control	5,52	6,00	5,26	5,00	5,02	5,00	5,62	6,00
Experimental	5,69	6,00	5,62	6,00	5,17	5,00	5,66	6,00
<i>p</i> – valor	0,1998	0,1385	**0,0443	**0,0413	0,2751	0,4321	0,4350	0,2275

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las respuestas a cada una de las preguntas relacionadas con la motivación para ambos grupos, de control y experimental, pueden verse en la siguiente figura.

Fuente: Elaboración propia.

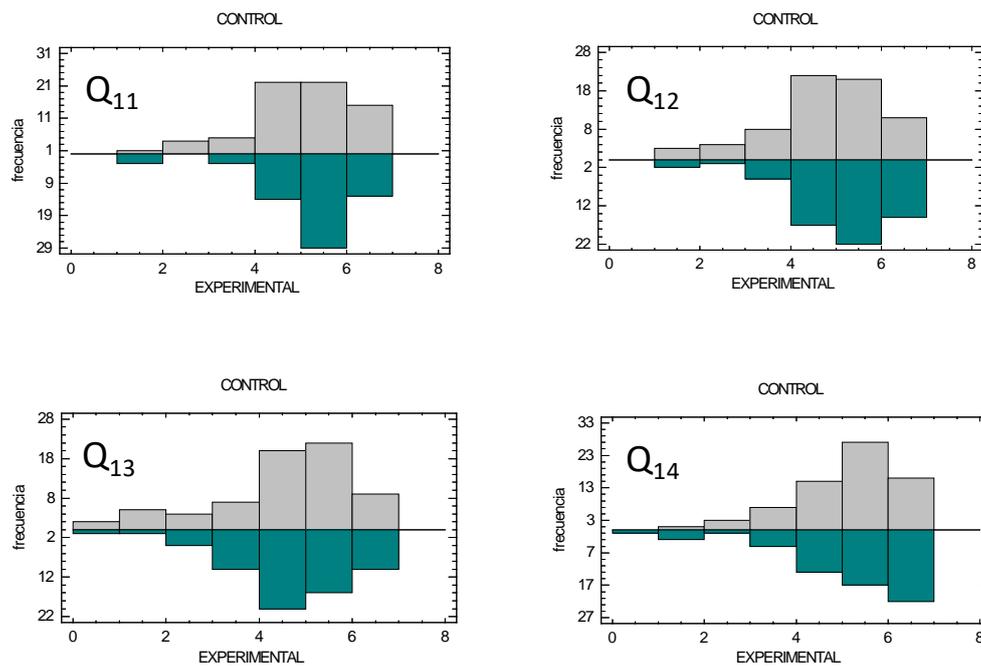


Figura 4-13. Distribución de las respuestas relacionadas con la motivación.

Siguiendo el mismo esquema de análisis para la segunda hipótesis H2 (**Con el SRS gamificado, la atención es mayor que con un SRS no gamificado**) y las cuatro cuestiones asociadas, se obtienen los resultados que figuran en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con la atención.

LT	Q ₂₁		Q ₂₂		Q ₂₃		Q ₂₄	
	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me	\bar{x}	Me
Control	4,94	5,00	4,86	5,00	5,12	5,00	5,06	5,00
Experimental	5,24	5,00	5,22	5,00	5,34	5,00	5,31	5,50
p – valor	*0,1050	*0,1099	*0,0591	*0,0411	0,1428	0,1873	0,1260	0,1370

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las respuestas a cada una de las preguntas relacionadas con la atención para ambos grupos, de control y experimental, pueden verse en la siguiente figura.

Fuente: Elaboración propia.

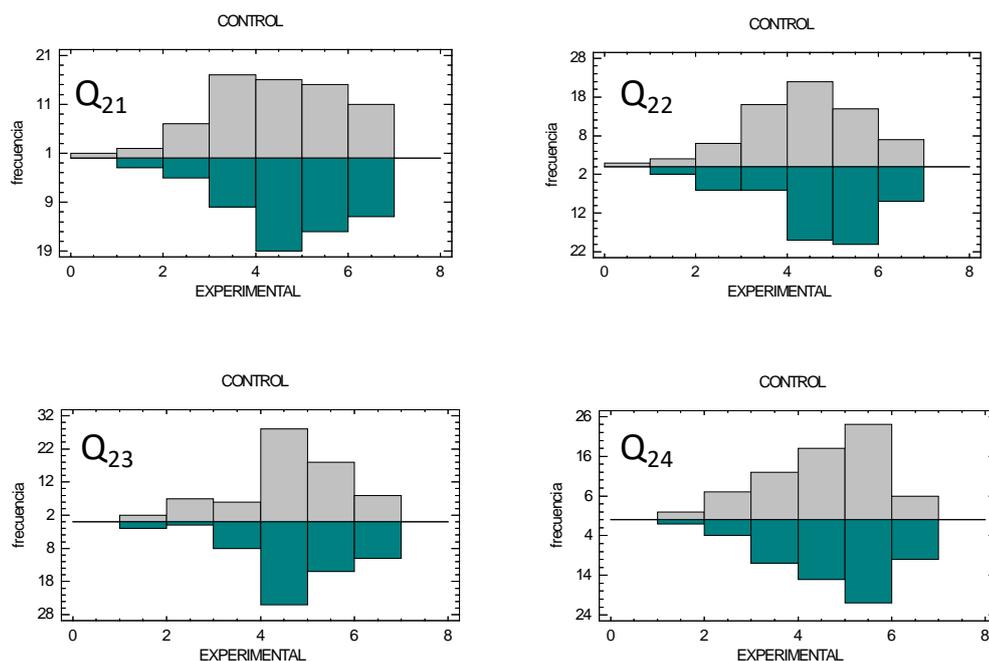


Figura 4-14. Distribución de las respuestas relacionadas con la atención.

Se observa que existen diferencias estadísticamente significativas para los valores medios y medianas en las respuestas a las cuestiones Q₂₁ y Q₂₂ (p -valores menores o ligeramente superiores a 0,1). Esto significaría que los estudiantes perciben que desconectarían menos frecuentemente y con menor duración cuando usan los SRS gamificados. En relación con los valores relacionados con la atención, estas dos cuestiones son importantes puesto que los valores medios de ellos son los más bajos en los aspectos identificados como relacionados con la atención. Los resultados justifican que el uso de la competición en clase incentiva a los estudiantes a no desconectar de las actividades dentro del aula como también sugieren otros autores como (Muñoz-Merino et al. 2014).

Con respecto a la tercera hipótesis H3 (**Con el SRS gamificado, el compromiso es mayor que con un SRS no gamificado**), los resultados obtenidos, siguiendo la misma metodología de análisis, se muestran en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con el compromiso.

LT	Q ₃₁		Q ₃₂		Q ₃₃		Q ₃₄	
	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me
Control	5,17	5,00	5,30	6,00	5,12	5,00	5,48	6,00
Experimental	5,16	5,00	5,53	6,00	5,32	6,00	5,53	6,00
p – valor	0,5255	0,4914	0,1454	0,2094	0,1790	0,1999	0,3963	0,3706

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las respuestas a cada una de las preguntas relacionadas con el compromiso para ambos grupos, de control y experimental, pueden verse en la siguiente figura.

Fuente: Elaboración propia.

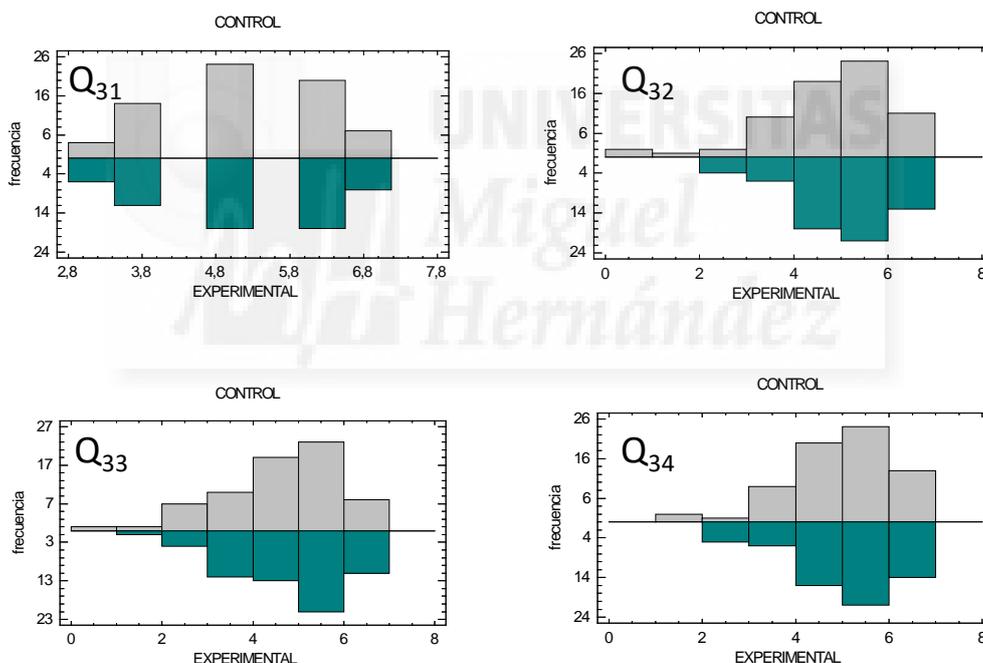


Figura 4-15. Distribución de las respuestas relacionadas con el compromiso.

Los resultados muestran que ambos tipos de SRS proporcionan un alto nivel de compromiso en los estudiantes sin existir diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las cuestiones planteadas. El uso de los SRS (con o sin gamificación) permite a los estudiantes estar activamente comprometidos con la asignatura. Un hecho curioso es el que se muestra en los diagramas de barras de la pregunta Q₃₁, en el que se observa una polarización en la percepción de los

estudiantes sobre si sus opiniones serían tenidas más en cuenta, lo que puede reflejar que muchos estudiantes piensan que los profesores no van a tener en cuenta su opinión sea cual sea la metodología empleada, aunque esta les pueda resultar más atractiva o le permita interactuar más con los compañeros y con el propio profesor.

Finalmente, con respecto a la última hipótesis H4 (**Con el SRS gamificado, el rendimiento académico es mejor que con un SRS no gamificado**), los resultados obtenidos en el análisis estadístico de las respuestas de los estudiantes se reflejan en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4 : T-test y W-test para las cuestiones relacionadas con el rendimiento.

LT	Q ₄₁		Q ₄₂		Q ₄₃		Q ₄₄	
	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me	\bar{X}	Me
Control	5,39	6,00	5,29	6,00	5,04	5,00	5,45	6,00
Experimental	5,82	6,00	5,73	6,00	5,42	5,50	5,77	6,00
p – valor	**0,011	*0,0525	**0,017	**0,017	**0,042	*0,0692	*0,0636	*0,0875

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las respuestas a cada una de las preguntas relacionadas con el rendimiento académico para ambos grupos, de control y experimental, pueden verse en la siguiente figura.

Fuente: Elaboración propia.

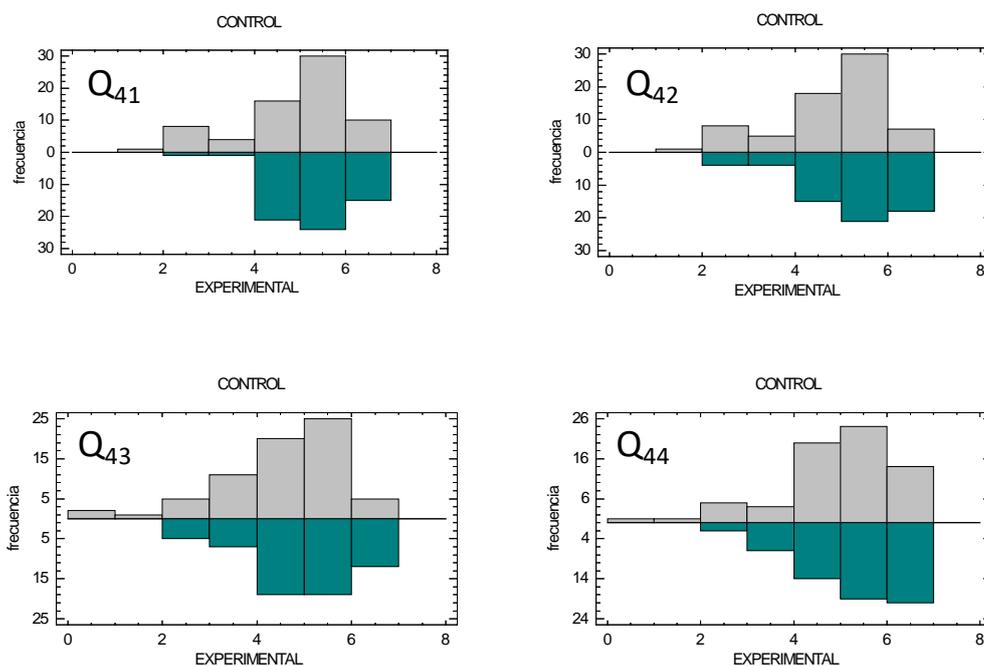


Figura 4-16. Distribución de las respuestas relacionadas con el rendimiento.

La Tabla 4-4 muestra que la percepción de los estudiantes, respecto al rendimiento académico, mejora cuando se utiliza un SRS y, especialmente, cuando el SRS está gamificado. En todas las cuestiones se observan diferencias estadísticamente significativas (todas con p -valores menores que 0,05, excepto la última que lo hace con un p -valor menor que 0,1). Por lo tanto, los estudiantes perciben que son más receptivos para averiguar los contenidos de la lección que no han entendido completamente y sienten que tendrían más confianza a la hora de realizar un examen. También consideran que la experiencia de aprendizaje es todavía mejor cuando se usa el SRS gamificado. Una de las posibles razones tras estos resultados puede ser debida a la competición creada con la versión gamificada, pues proporciona un entorno más apropiado para retener y memorizar la información así como para analizar con mayor profundidad y con un pensamiento analítico y crítico los conceptos aprendidos.

Para entender mejor las implicaciones de los sistemas SRS para el aprendizaje, aparte del uso o no de técnicas de gamificación en estos sistemas, se han añadido como variables independientes el género y el tipo de estudio. El género es una variable interesante para examinar, pues existe una cantidad razonable de

investigaciones relacionadas con la importancia del género en el uso de tecnologías y juegos (Jenson & de Castell 2010), y en particular con la utilización de los SRS (Kay 2009).

El rol de cada una de las variables de estudio anteriores es el siguiente: las variables herramienta de aprendizaje, tipo de estudios y género pueden considerarse los tres factores para llevar a cabo la distribución en grupos de los individuos y, por consiguiente, son las variables explicativas, independientes o predictivas en el estudio. Las variables Q_{xy} y H_x son las variables dependientes o de respuesta. Con el objeto de entender los efectos de las variables independientes en las respuestas dadas por los estudiantes en el experimento, se ha realizado un análisis estadístico con la siguiente estructura: Primero se ha realizado un análisis multifactorial multivariante de la varianza (MANOVA) aplicando el MANOVA permutacional (formalmente denominado MANOVA no paramétrica), véase (Anderson 2001) y (McArdle & Anderson 2001), incluido en el paquete de R "Vegan" (Vegan Project 2013). Este test estadístico se aplica para analizar las diferencias entre grupos acerca de efectos multivariantes de las variables de respuesta de interés H_1 , H_2 , H_3 y H_4 . A continuación, se aplica el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, el homólogo del análisis de la varianza, para las comparaciones de las k -muestras para todas las combinaciones de factores y variables de respuesta. Finalmente, cuando sea necesario, se realiza una comparación de los grupos haciendo uso de la prueba de rangos múltiples HSD de Tukey no paramétrica para todos los tratamientos de pares.

Se presentan primero los resultados de algunos de los estadísticos descriptivos de las variables de respuesta H_x relacionados con los factores para mostrar las características básicas de los datos de estudio. En particular se muestran la media (\bar{x}), la desviación estándar (s), la mediana (Me), el cuartil 1 (Q_1) y el cuartil 3 (Q_3).

Los estadísticos descriptivos para los tratamientos en el factor **herramienta de trabajo** para las variables de respuesta H_1 , H_2 , H_3 y H_4 pueden verse en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5 : Estadísticos descriptivos para tratamiento del factor herramienta trabajo.

	LT	N	\bar{x}	s	Q ₁	Me	Q ₃
H ₁	No gam	69	5,36	1,06	5,00	5,75	6,00
	Gam	62	5,54	0,95	5,25	5,63	6,25
H ₂	No gam	69	5,00	1,04	4,50	5,00	5,75
	Gam	62	5,28	0,96	4,75	5,25	5,94
H ₃	No gam	69	5,27	0,92	4,75	5,50	6,00
	Gam	62	5,39	0,89	4,75	5,50	6,00
H ₄	No gam	69	5,29	1,05	5,00	5,50	6,00
	Gam	62	5,69	0,83	5,25	5,75	6,25

Fuente: Elaboración propia.

Los estadísticos descriptivos para los tratamientos en el factor **tipo de estudio** para las variables de respuesta H1, H2, H3 y H4 pueden verse en la Tabla 4-6.

Tabla 4-6 : Estadísticos descriptivos para los tratamientos del factor tipo de estudio.

	ST	N	\bar{x}	s	Q ₁	Me	Q ₃
H ₁	HS	55	5,53	1,00	5,25	5,75	6,25
	Soc	38	4,88	1,07	4,31	5,25	5,69
	Tel	38	5,89	0,67	5,50	6,00	6,25
H ₂	HS	55	5,00	0,84	4,50	5,00	5,50
	Soc	38	4,70	1,06	4,06	4,75	5,44
	Tel	38	5,75	0,89	5,31	5,88	6,25
H ₃	HS	55	5,21	1,01	4,50	5,25	6,00
	Soc	38	5,36	0,86	4,75	5,38	6,00
	Tel	38	5,45	0,77	5,25	5,75	6,00
H ₄	HS	55	5,48	0,97	5,25	5,50	6,00
	Soc	38	5,22	1,01	4,81	5,38	6,00
	Tel	38	5,74	0,86	5,31	6,00	6,25

Fuente: Elaboración propia.

Los estadísticos descriptivos para los tratamientos en el factor **género** para las variables de respuesta H1, H2, H3 y H4 son los que aparecen en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7 : Estadísticos descriptivos para los tratamientos del factor género.

	G	N	\bar{X}	s	Q₁	Me	Q₃
H₁	Mujer	54	5,18	1,13	4,75	5,25	6,00
	Hombre	77	5,63	0,88	5,25	5,75	6,25
H₂	Mujer	54	4,93	1,03	4,50	5,00	5,50
	Hombre	77	5,27	0,97	4,50	5,25	6,00
H₃	Mujer	54	5,32	0,87	4,75	5,50	6,00
	Hombre	77	5,32	0,93	5,00	5,50	6,00
H₄	Mujer	54	5,29	0,90	5,00	5,50	6,00
	Hombre	77	5,61	0,99	5,25	5,75	6,25

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al uso o no de gamificación, los resultados son la suma de las hipótesis de los resultados previamente mostrados en las tablas 4-1 a 4-4. Como se ha descrito anteriormente, los valores medios son ligeramente mejores para el grupo que utiliza la versión gamificada de la herramienta. Respecto a los datos obtenidos cuando se usa la segmentación por el tipo de estudio se puede comprobar que los estudiantes de ingeniería de telecomunicación tienden a dar mejores respuestas. Esto es debido fundamentalmente al hecho de que estos estudiantes están familiarizados con la tecnología en la que está basada la herramienta y se sienten más cómodos al usarla. Este hecho también explicaría el por qué los estudiantes de secundaria recibiendo las clases de introducción a los ordenadores se comportan mejor que los estudiantes de sociología. En lo que se refiere al género, se observa que los hombres tienden a comportarse mejor que las mujeres en términos de motivación, atención, compromiso o rendimiento académico. Una de las posibles razones para esto es que las mujeres tienden a estar menos influidas por factores motivados por la competitividad (Niederle & Vesterlund 2011).

A modo de resumen, los resultados de las tablas 4-5 a 4-7 muestran que la mayoría de los estudiantes involucrados en el experimento marcaron 4 o más puntos a todas las cuestiones expuestas. De hecho, la media de puntuación se encuentra cercana o superior al 5 y en todos los casos, el primer cuartil se encuentra por encima del

4. Los resultados son consistentes con otros experimentos sobre el uso de SRS en la literatura (Chien et al. 2016).

Tras este breve análisis exploratorio, se realiza un MANOVA permutacional con el objetivo de verificar si existen diferencias significativas entre los diferentes grupos respecto a los efectos multivariantes de las variables de interés H_1 , H_2 , H_3 y H_4 . Los resultados de este MANOVA sobre distancias euclídeas y 999.999 permutaciones para la percepción de los estudiantes usando los SRS se muestran en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8 : MANOVA permutacional sobre distancias euclídeas.

Fuente	d.f.	Sums of Sgs	Mean Sgs	F	p-valor
LT	1	9,15	9,1520	2,6779	(*) 0,0620
ST	2	48,17	24,0853	7,0473	(***) < 0,0001
G	1	8,36	8,3565	2,4451	(*) 0,0772
LT:ST	2	10,35	5,1773	1,5149	0,1792
LT:G	2	1,58	1,5791	0,4620	0,6807
ST:G	1	5,67	2,8362	0,8299	0,4931
LT:ST:G	2	1,43	0,7173	0,2099	0,9768
Residuales	119	406,70	3,4177		
TOTAL	130	491,42			

Fuente: Elaboración propia.

De la observación de la tabla se puede comprobar que no existen interacciones significativas entre los tres factores principales (herramienta de aprendizaje, tipo de estudios y género), pero estos tres factores tienen diferente significación. Por consiguiente, es relevante analizar dónde se encuentran las diferencias. Un análisis alternativo es mirar a la posición relativa de los centroides para detectar, utilizando técnicas exploratorias, dónde están estas diferencias (véase la Figura 4-17).

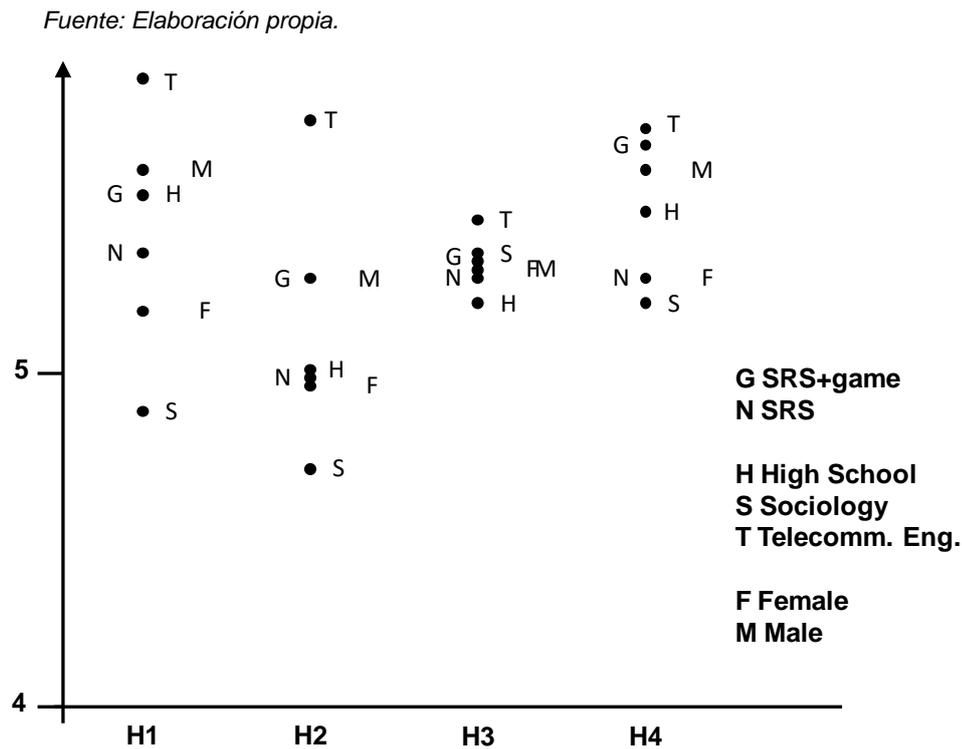


Figura 4-17. Posición relativa de los centroides de los factores.

La figura muestra que la variable de respuesta 3 no contribuye demasiado en la diferenciación entre grupos porque todas las coordenadas de los centroides correspondientes a la hipótesis H₃ están muy próximas unas de otras. De la misma forma, se puede observar que para las otras tres variables, sí que es posible diferenciar los grupos. Por una parte, se observa que en el factor Tipo de Estudio se pueden diferenciar los individuos de los tres grupos de acuerdo con sus respuestas a las cuestiones en H₁, H₂ y H₄. El factor Tipo de Estudio en el experimento está relacionado con la familiaridad de los estudiantes con la tecnología utilizada por los sistemas SRS. Por la otra parte, los factores Herramienta de Aprendizaje y Género son igualmente relevantes para diferenciar los grupos. Por ello, para H₁, el factor Género tiene un mayor efecto en las respuestas que el factor Herramienta de Aprendizaje, para H₂ ambos factores son similares y para H₄ el factor de Herramienta de Aprendizaje es mejor que el factor de Género

Para verificar estadísticamente estas conclusiones preliminares, se ha realizado en primer lugar un test de Kruskal-Wallis para cada factor y para cada variable de respuesta. Seguidamente, cuando ha sido necesario, se ha aplicado una prueba de

rangos múltiples HSD de Tukey no paramétrica de todos los pares para descubrir dónde están las diferencias. De los test de Kruskal-Wallis, se obtiene información para descubrir qué variables de respuesta fueron más influyentes en los resultados obtenidos en el MANOVA permutacional y entonces conocer dónde se encuentran las diferencias entre los grupos. De la misma forma, se obtiene información sobre qué cuestiones son las que más influyen en las respuestas de las variables H_x para diferenciar los grupos. Por tanto, los test de Kruskal-Wallis nos proporcionan información relevante sobre cada variable de respuesta Q_{xy} en los resultados. Los p -valores para los test Kruskal-Wallis realizados para cada factor y cada variable de respuesta pueden apreciarse en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9 : p -valores para los tests Kruskal-Wallis.

Factor	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	H ₁
LT	0,2759	* 0,0822	0,8623	0,4537	0,4661
ST	** 0,0288	** 0,0117	*** 0,0000	*** 0,0001	*** 0,0000
G	* 0,0748	*** 0,0018	0,3937	0,1162	** 0,0208
Factor	Q ₂₁	Q ₂₂	Q ₂₃	Q ₂₄	H ₂
LT	0,2189	* 0,0819	0,3735	0,2730	0,1327
ST	*** 0,0000	** 0,0315	*** 0,0022	*** 0,0003	*** 0,0000
G	0,3264	0,3108	0,1808	** 0,0152	* 0,0967
Factor	Q ₃₁	Q ₃₂	Q ₃₃	Q ₃₄	H ₃
LT	0,9810	0,4175	0,3985	0,7395	0,4758
ST	0,3495	0,3130	0,3145	0,2300	0,5618
G	0,2935	0,9131	0,5708	0,0389	0,8713
Factor	Q ₄₁	Q ₄₂	Q ₄₃	Q ₄₄	H ₄
LT	0,1046	** 0,0350	0,1379	0,1744	* 0,0639
ST	** 0,0187	*** 0,0096	0,1069	0,5974	** 0,0385
G	0,1013	** 0,0249	* 0,0889	* 0,0837	** 0,0218

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra que las variables de respuesta Q_{3y} y H_3 no son relevantes, pero que han penalizado de alguna forma a los resultados obtenidos en la Tabla 4-8. Por ello, cuando se realiza el MANOVA permutacional eliminando la variable de

respuesta H_3 , los resultados varían y se obtienen los que se muestran en la Tabla 4-10.

Tabla 4-10 : MANOVA permutacional sobre distancias euclídeas excluyendo H_3 .

Fuente	d.f.	Sums of Sqs	Mean Sqs	F	p-valor
LT	1	8,69	8,6897	3,3709	(**) 0,0405
ST	2	46,85	23,4229	9,0861	(***) < 0,0001
G	1	8,36	8,3553	3,2412	(**) 0,0446
LT:ST	2	8,62	4,3090	1,6715	0,1537
LT:G	2	1,13	1,1317	0,4390	0,6530
ST:G	1	4,04	2,0209	0,7839	0,5152
LT:ST:G	2	1,26	0,6296	0,2442	0,9314
Residuales	119	306,77	2,5779		
TOTAL	130	385,71			

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se puede observar que no hay interacciones significativas entre los tres factores, pero los tres factores continúan teniendo influencias estadísticamente significativas. De la Tabla 4-9 y de la Tabla 4-10 se puede concluir que el factor que más influye en las respuestas de los estudiantes es el Tipo de Estudios. Ahora, aplicando la prueba de rangos múltiples HSD de Tukey no paramétrica a todas las variables de respuesta con p -valor < 0,1 para el factor Tipo de Estudio, se encuentra que los estudiantes de telecomunicación puntuaron significativamente mejor que los estudiantes de secundaria, y estos significativamente mejor que los de sociología, en todos los casos, lo cual puede explicarse por la familiaridad con la tecnología de estos grupos. Por otra parte, aplicando la prueba de rangos múltiples HSD de Tukey no paramétrica a todas las variables de respuesta con p -valor < 0,1 para el factor Herramienta de Aprendizaje, se puede observar que los estudiantes que utilizaron el SRS gamificado, puntuaron en todos los casos sensiblemente mejor que aquellos que utilizaron el SRS sin gamificar. Finalmente, aplicando la prueba de rangos múltiples HSD de Tukey no paramétrica a todas las variables de respuesta con p -valor < 0,1 para el factor Género, muestra que los chicos puntúan significativamente más alto que las chicas.

4.3.4.5. Conclusiones sobre el experimento

El primer hallazgo significativo es que los valores medios para ambos grupos y para las cuatro hipótesis son altos en todos los casos. Esto significa que la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de los SRS en los aspectos de motivación, atención, compromiso y rendimiento académico es, en general positiva, lo cual es consistente con los estudios experimentales previos encontrados en la literatura existente.

En general, el estudio muestra que el impacto de las variables de motivación, atención y rendimiento académico es significativamente más alto en los estudiantes expuestos a técnicas de gamificación. No obstante, las valoraciones de los estudiantes, tanto en los grupos de control como en los grupos experimentales, son altas.

Sin embargo, las diversas significaciones estadísticas en las hipótesis hacen que estos hallazgos no sean concluyentes.

Los resultados no tienen significación estadística concluyente en la mejora del compromiso de los estudiantes en el uso del SRS gamificado comparado con el uso de la versión del SRS no gamificado. Debe hacerse notar que con los resultados de esta investigación experimental se puede tener cierta seguridad en que los SRS en general mejoran el compromiso, coincidiendo con resultados de investigaciones previas, (Chien et al. 2016) o (Kay & LeSage 2009).

Los estudiantes se encuentran más motivados especialmente para asistir a clase, quizás motivado por la naturaleza inherentemente competitiva del SRS gamificado.

Respecto a la atención, los resultados justifican que el uso de la competencia en clase promueve una menor desconexión de las actividades de clase y que las desconexiones ocurren con menos frecuencia.

Respecto al rendimiento escolar, la percepción es que la ganancia es alta utilizando cualquier tipo de SRS y especialmente los SRS gamificados. Todas las cuestiones muestran significación estadística con p -valores por debajo del 5%. Sin embargo,

ya se ha comentado que el estudio solo examina la percepción de los estudiantes y, por tanto, es necesario futuras investigaciones para medir y cuantificar esta ganancia real del rendimiento académico.

Algunas de los descubrimientos del experimento fueron que el factor más influyente en todas las respuestas de los estudiantes fue el Tipo de Estudios (p -valores $< 0,05$); el Género fue significativo en las respuestas de los estudiantes sobre motivación, atención y rendimiento (p -valores $< 0,1$); y la Herramienta de Aprendizaje fue significativa en las respuestas de los estudiantes sobre el rendimiento académico (p -valores $< 0,1$). Sin embargo, el estudio enfatiza que el tipo de estudios influye muy significativamente sobre las variables analizadas. En particular, los estudiantes de ingeniería de telecomunicación fueron más positivos sobre el uso del SRS en el aula. Los estudiantes de sociología, quienes también lo percibieron como una herramienta potente, lo hicieron en menor medida. Quizá esto sea debido al hecho de que los estudiantes de ingeniería de telecomunicación están más acostumbrados al uso de nuevas tecnologías, como se evidencia por las características del tipo de grado universitario en los cuales están matriculados.

Respecto a la relación entre el género y la percepción de la utilidad de los SRS, se puede observar que los estudiantes masculinos, consideran más positivo el uso de los SRS en clase que las estudiantes. En particular, las diferencias de percepción entre los hombres y las mujeres con respecto al uso de los SRS fueron muy significativas para la motivación y el rendimiento académico. No obstante, tanto las mujeres como los hombres tuvieron una muy buena percepción sobre el uso de los SRS en clase. Por tanto, aunque existieron diferencias estadísticamente significativas en la percepción respecto al uso de los SRS entre los hombres y mujeres, estas diferencias se mantuvieron dentro de un rango de percepción positiva en el uso de los SRS.

De la misma forma, del análisis MANOVA, se puede observar que la Herramienta de trabajo (SRS gamificado vs SRS no gamificado) es un factor significativo para diferenciar los grupos, puesto que hay diferencias entre los individuos respecto a ello. Sin embargo, esta relevancia se sostiene fundamentalmente en tres de las 16 cuestiones de la encuesta, donde se encontraron las diferencias significativas en la

percepción del uso de los SRS, y esto pudiera deberse al uso de los juegos y la competición en adición a los SRS tradicionales.

Las limitaciones de este estudio experimental incluyen el hecho de que las respuestas de los estudiantes a la encuesta fueron voluntarias. La encuesta utilizó una escala ordinal de siete puntos. De la misma forma, la encuesta solo refleja la percepción de los estudiantes basado en respuestas subjetivas. Es más, el número de sesiones del experimento estuvo limitado a cuatro.

A pesar de esto, los resultados son positivos y esperanzadores. Las evidencias de la mejora en la enseñanza mediante el uso de los SRS ya se habían puesto de manifiesto en estudios citados previamente como en (Hunsu et al. 2016) o (Chien et al. 2016). El presente experimento muestra que, en términos generales, la introducción de elementos de juego mejora todavía más esta metodología. Sin embargo, se necesitan más experiencias en esta línea de investigación para evaluar con más precisión el impacto que suponen.

El verdadero potencial de la instrucción dirigida por preguntas con mecánicas de juego está aún por descubrir, y creo que su adopción en las clases presenciales será mucho más generalizada en un futuro no muy lejano.

4.4. Futura ampliación del SRS para asignaturas con desdoble

4.4.1. Introducción y motivación

Con relativa frecuencia, existen en el mundo universitario asignaturas presenciales, que, debido a la gran cantidad de alumnos matriculados en ellas, necesitan enfoques de enseñanza diferentes, (Mulryan-Kyne 2010). Existen evidencias empíricas en multitud de estudios que evidencian que el número de estudiantes en el aula impacta en los resultados de los alumnos y en la efectividad de la docencia, (Bedard & Kuhn 2008), (Kokkelenberg et al. 2008), siendo el impacto negativo mayor conforme aumenta el número de estudiantes por aula, (Brühwiler & Blatchford 2011). Es por ello, que aquellas universidades que disponen de

capacidad y medios suficientes, dividen las asignaturas con muchos estudiantes matriculados en varios grupos. Las clases de estos grupos son impartidas en diferentes aulas y por diferentes profesores.

La docencia en estos diferentes grupos debe no solo cubrir el mismo programa, sino que también debe tratar el temario con la misma profundidad. Es deseable, además, que el tiempo empleado en los diferentes capítulos sea similar en los grupos, y los conceptos sean explicados con el mismo nivel de exhaustividad, pues al final, todos los alumnos de la asignatura van a ser evaluados bajo los mismos criterios y, generalmente, mediante un examen común.

No es extraño que en ocasiones haya grupos preferidos por los alumnos (y que suelen provocar movimiento de estudiantes de un grupo a otro), no solo por la claridad con la que explica el profesor, sino también por motivos no directamente relacionados con la instrucción, como por ejemplo, cuál de los profesores es el responsable de poner el examen. Se puede afirmar que en gran cantidad de situaciones se produce una falta de coordinación entre profesores de una misma asignatura, sin homogeneización de contenidos ni de tiempos. Asimismo, en el caso de que la evaluación no esté unificada mediante un mismo examen final para todos los alumnos, dicha evaluación no tiene garantías de que represente el mismo nivel de aprendizaje de los mismos, ya que existen diferencias tanto en la redacción como en la corrección de las pruebas, y que son inherentes a los criterios desiguales que poseen los profesores. La equiparación de dichos criterios, tampoco es tarea fácil, por ello se suele optar por la unificación de exámenes en los grupos.

Finalmente, existe un último problema en la división de la asignatura en grupos más pequeños: los profesores inexpertos tienen mucha más dificultad para controlar la dedicación y profundidad que deben dedicar a cada tema y concepto particular, siendo difícil y costosa la comunicación entre profesor experto y novel para manejar esta situación.

Para minimizar estos problemas, se propone la utilización de una metodología basada en preguntas asistida por un sistema de respuestas de estudiantes, SRS. Esta propuesta ha sido expuesta en el congreso Innodoc 2016, véase (Morillas

Barrio et al. 2016a). El uso de este sistema permite que los profesores puedan comprobar la desviación temporal que llevan en cada concepto y tema con respecto a la planificación realizada, consigue mitigar las diferencias en las evaluaciones propias de cada profesor, habilita la posibilidad de una evaluación continua y posibilita la comparación, tanto en tiempo real como en diferido, del progreso en el temario del resto de profesores de la asignatura. En definitiva, se trata de que mediante la metodología propuesta se consiga una mayor coordinación y homogeneización de tiempos, profundidad de los contenidos y evaluación.

Como ya se ha visto anteriormente, se ha desarrollado una plataforma de SRS que permite la incorporación de mecánicas de juego. Se pretende añadir nuevas características a esta plataforma que la habiliten para homogeneizar el desarrollo de la docencia del profesor.

Estas nuevas funcionalidades centrarían el foco en el profesor y no tanto en el estudiante como lo vienen haciendo ahora los SRS existentes. Es decir, en lugar de tratar de extraer información de los SRS para que la información sea manejada adecuadamente por el profesor, se trata de que sea el SRS el que proporcione información sobre los profesores y para los profesores.

La herramienta debe ser capaz de registrar la temporización de los “ciclos de preguntas”: formulación, deliberación, discusión y exposición. Por otro lado, la herramienta ha de ser capaz de mostrar al resto de profesores dichos registros: qué pregunta es necesario lanzar y en qué momento debe hacerse, pudiendo mostrar la desviación del progreso respecto a la planificación prevista. El objetivo es cambiar la perspectiva y aprovechar los beneficios inherentes de una enseñanza dirigida por preguntas para que pueda servir a otro objetivo como es la coordinación y homogeneización de los grupos. Para ello, se ha propuesto el desarrollo de un SRS propio, que contemple los requisitos necesarios y así poder proporcionar las funcionalidades descritas previamente.

4.4.2. Comparación temporal

La percepción del contexto, es decir, el uso de cualquier información que puede usarse para caracterizar la situación de una entidad y proporcionar información relevante a un sujeto (Dey 2001), es una base importante para la toma de decisiones del profesor dentro del aula. Una de estas informaciones es el progreso en la docencia de otros profesores de la asignatura. La utilización de esta información permitirá realizar una comparación temporal en el desarrollo de la clase, mejorando la capacidad de decisión de modificar el transcurso de la misma.

Para ello, el sistema debe ser capaz de registrar los instantes de tiempo en el que se lanzan las preguntas a los alumnos. Estos instantes de tiempo serán utilizados como puntos de control, permitiendo monitorizar el avance y sirviendo como referencia para la comparación con el resto de profesores y con la temporización planificada.

Un ejemplo de la progresión de la sesión puede verse en la siguiente figura. En ella pueden apreciarse los siguientes elementos:

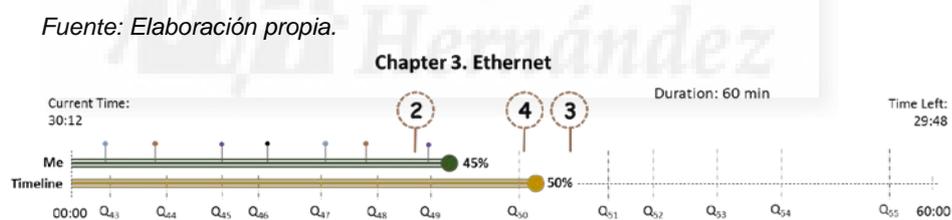


Figura 4-18. Comparación temporal.

- **Barra de progreso inferior:** Es la línea que indica el porcentaje de tiempo planificado para el tema que se lleva consumido. En el ejemplo, la clase lleva ya 30 minutos y 12 segundos representando un 50% del tiempo asignado al tema 3 de Ethernet que es de 60 minutos. Este porcentaje indica, por tanto, la cantidad de materia que se debería haber impartido según la recomendación planificada.
- **Barra de progreso superior:** Indica el porcentaje de temario que el profesor actual ha impartido hasta el momento actual. En el caso del ejemplo, el

profesor está a un 45%, estando casi en consonancia con la planificación, con apenas un 5% de retraso.

- **Puntos de control:** Muestran en la barra inferior, la temporización de los ciclos de preguntas, mostrando los momentos en los que se debe lanzar cada pregunta para cumplir con la planificación prevista.
- **Marcas de control:** Muestran en la barra superior, los momentos en los que el profesor ha lanzado cada una de las preguntas. En el ejemplo anterior, puede comprobarse que algunas de las preguntas como la 43 y la 44 se han realizado con anticipación a lo planificado, mientras que otras como por ejemplo la 47, se han realizado más tarde de lo que debería.
- **Marcas de profesores:** Indican, para el momento actual, cuál era el progreso que llevaba cada uno de los distintos profesores de la asignatura. Así pues, en el ejemplo, existen dos profesores que están más avanzados, (profesores 4 y 3) y uno que está más atrasado (profesor 2). Asumiendo que es la pantalla que está visualizando el profesor 1.

La utilización, pues, de los puntos de control permite la comparación, fundamentalmente temporal, con las desviaciones tanto con respecto a la planificación inicial como con respecto al progreso del resto de profesores.

El registro de la temporización de los ciclos de preguntas, sirve al profesor, no solo para adaptar el trascurso de la clase en tiempo real según se está impartiendo la materia, sino que también, le permite la revisión a posteriori, y así analizar cuáles han sido las causas que le han llevado a ciertas desviaciones para tratarlo con el resto del grupo con el objetivo de mejorar la coordinación de la asignatura en futuras clases.

Esta progresión comparada de los profesores también puede ser utilizada por el coordinador de la asignatura para controlar la buena marcha de la misma y tomar las medidas correctoras que pudiera considerar oportunas.

4.4.3. Comparación de la tasa de aciertos:

Un segundo elemento de comparación es el porcentaje de respuestas correctas y erróneas que contestan los alumnos para cada pregunta. El porcentaje de acierto de los estudiantes es el elemento fundamental en el que se basa el profesor para modificar el trascurso de la clase, una baja tasa de acierto implica que los alumnos no han asimilado correctamente los conceptos explicados y, por tanto, es necesario incidir más sobre ellos.

La comparación de la tasa de acierto con el resto de profesores de la asignatura, permite una comparación adicional para comprobar la eficacia de las explicaciones de dichos conceptos. Esta comparación, aunque puede ser interesante en cualquier tipo de pregunta, es especialmente interesante en las preguntas asociadas a las habilidades cognitivas superiores según la clasificación revisada de Bloom, (Anderson 2005). Esta clasificación divide las habilidades cognitivas en 6 taxonomías. La figura siguiente muestra estas habilidades junto a las preguntas y verbos utilizados para identificarlas.

Fuente: Elaboración propia basado en (Anderson 2005).

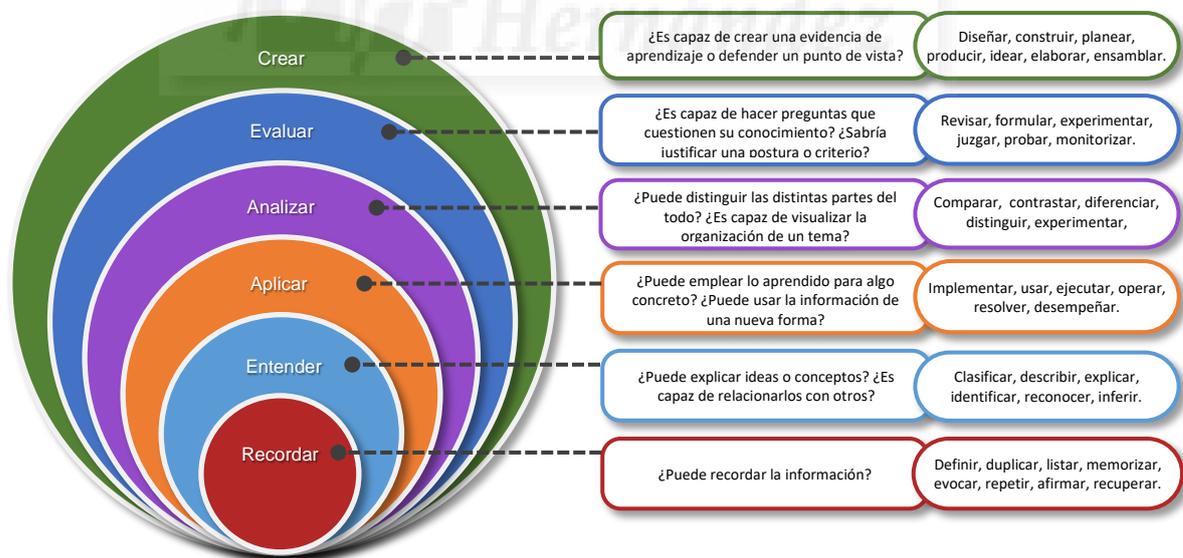


Figura 4-19. Comparación temporal.

Las preguntas asociadas a los niveles de crear, evaluar y analizar son generalmente más complejas y abstractas que las de los niveles inferiores de aplicar, entender y recordar. Es por ello que las preguntas de las habilidades

cognitivas superiores son especialmente sensibles para que el profesor pueda comprobar que su pedagogía ha servido para que los alumnos asimilen e interioricen los conceptos explicados. La confiabilidad en dicha transmisión de conocimiento no queda infaliblemente reflejada por el porcentaje de acierto en dichas preguntas, ya que estas preguntas que requieren mayor esfuerzo cognitivo, dependen de otros factores como el tiempo disponible para contestar, la disposición de los alumnos, etc. Por tanto, en ocasiones, tasas de acierto relativamente bajas no implican necesariamente una mala explicación por parte del profesor.

La comparación entre profesores cobra entonces mayor utilidad, pues para este tipo de preguntas situadas en medio de un temario en el que los alumnos no desean realizar un elevado esfuerzo mental, las tasas de acierto, aunque sean bajas, deben tener cierta similitud entre ellas. De esta forma, el sistema sirve en estos casos como base para detectar qué ha podido suceder y poder reformular ciertas explicaciones. La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo se visualizaría dicha comparación:

Fuente: Elaboración propia.

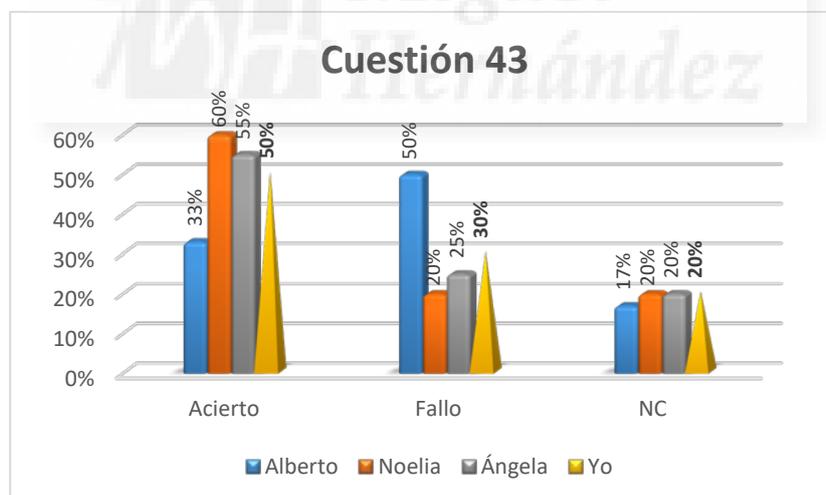


Figura 4-20. Comparativa de la tasa de cierto.

La figura ilustra cómo el profesor que está realizando la sesión (el cuarto profesor mostrado como 'Yo'), se encuentra en el entorno de tasa de acierto y error de dos de los tres profesores restantes, y que por lo tanto, no necesita modificar el transcurso de la clase. No es el caso del profesor representado en azul, que ha experimentado una desviación significativa respecto al resto. El coordinador de la

asignatura podrá utilizar estos datos, disponiendo de un punto de control adicional que le permite comprobar qué ha ocurrido para mejorar así la homogeneización en la calidad de la instrucción de los profesores.

4.4.4. Evaluación continua homogénea

El sistema de instrucción dirigida por preguntas asistido mediante un sistema de respuesta de estudiantes, permite llevar la evaluación continua a su máxima expresión, es decir, a evaluar cada uno de los conceptos explicados en clase. Sin llegar a este detalle, sí que en ocasiones es interesante llevar una evaluación continua donde exista una cierta periodicidad de actividades evaluables facilitando al profesor un mejor seguimiento del progreso en el aprendizaje del estudiante.

Esta evaluación continua, al igual que con el resto de actividades, requiere de una coordinación entre los diferentes grupos para que dicha evaluación sea homologable entre ellas. Para que ello fuera así, todos los alumnos de la asignatura deberían realizar los mismos exámenes o ejercicios, en las mismas circunstancias y deberían ser evaluados bajo los mismos criterios.

Aunque la capacidad de evaluación mediante preguntas tipo test es más limitada, es cierto que pueden adaptarse para evaluar gran cantidad de competencias de estudiantes. El diseño de este tipo de preguntas tiene un enfoque distinto que el utilizado para las preguntas que dirigen el trascurso de la clase (Beatty et al. 2006a), y una adecuada formulación puede servir para medir muchos objetivos de aprendizaje.

La coordinación de este sistema continuo de evaluación se facilita, en gran medida, con el uso de un adecuado sistema de respuesta de usuario como el propuesto.

En primer lugar, los profesores no tienen que cambiar de herramienta para realizar la evaluación, pues ya el sistema incorpora un sistema propio de puntuación. Esto facilita enormemente la labor del docente, pues al ser grupos grandes, no tienen las dificultades de los exámenes escritos que requieren una corrección manual o

automatizada mediante plantillas, ni tienen que recurrir a otras herramientas de evaluación mediadas por ordenadores.

En segundo lugar, la creación de un banco común de preguntas integrado dentro del sistema facilita la distribución de las pruebas, que en caso contrario requerían de mayor logística dificultando la labor de los responsables de la asignatura. El banco de preguntas de cada tema puede dividir y clasificar las preguntas por nivel de dificultad. Los exámenes estarían compuestos de varias preguntas del nivel fácil, otras de nivel intermedio y otras de nivel difícil.

La ventaja de disponer de este banco de datos de preguntas clasificadas, que puede exceder a las mostradas en clase, permite que los exámenes sean distintos para cada grupo, impidiendo que algunos alumnos puedan beneficiarse por realizar el examen más tarde que otros. La creación de dichos examen podría estar automatizada, de tal forma, que algunas o la totalidad de las preguntas que se realizan en un grupo puedan ser descartadas para el resto de los grupos sin necesidad de la intervención de ningún profesor. Así, se facilita una correcta evaluación equiparable en dificultad de todos los grupos y se contribuye, por tanto, a una mejor coordinación de la asignatura.

Capítulo 5

5. Conclusiones

El presente capítulo pretende mostrar las conclusiones fundamentales derivadas del trabajo de investigación, resumiendo los objetivos alcanzados y remarcando las aportaciones y resultados que presenta.

Se ha constatado en esta tesis cómo la educación presencial ha sufrido una transformación enorme en las últimas décadas. La enseñanza universitaria no ha quedado al margen de estos cambios. Las metodologías docentes universitarias están evolucionando en los últimos años como quizá no lo habían hecho antes en toda su historia. El cambio de las enseñanzas pasivas está dando lugar a una nueva concepción de la docencia en las que las metodologías activas están adquiriendo mayor relevancia, relegando las clases magistrales tradicionales a un papel secundario. Este nuevo paradigma ha sido impulsado por las instituciones educativas de todo el mundo, siendo el proceso de Bolonia el gran catalizador y el que probablemente haya tenido más repercusión en Europa y en nuestro país. Es por ello, que el presente trabajo ha pretendido realizar una revisión histórica de estos cambios y las políticas que han contribuido a que se produjera.

Este trabajo pone de manifiesto algunos de los motivos que han llevado a cabo este cambio de mentalidad en la educación presencial. Así, por ejemplo, se ha analizado cómo ha podido afectar el cambio de una sociedad que ahora está permanentemente conectada, y que ahora se compone de una generación de universitarios, nativos digitales, que poseen unas características distintivas que los hacen diferentes de generaciones anteriores. De la misma forma se ha analizado cómo han influido los grandes avances tecnológicos de los últimos años que han permitido nuevas herramientas potentes y baratas y cómo la incorporación de las TIC a las metodologías docentes ha supuesto un abanico de posibilidades que hasta hace poco tiempo eran impensables. De la revisión de metodologías docentes activas surge la gamificación como técnica novedosa que mejora aspectos fundamentales de la enseñanza.

En el presente trabajo se ha llevado a cabo una revisión de la literatura existente sobre la gamificación con especial atención a la gamificación educativa. En ella, y tras analizar gran cantidad de estudios empíricos realizados, se pone de manifiesto los beneficios que pueden obtenerse de una correcta aplicación de estos métodos. Así pues, fruto de la inclinación del ser humano hacia la competición y el entretenimiento, la aplicación de conceptos y dinámicas propias de los juegos

consigue hacer más atractivo el proceso de aprendizaje de los alumnos, consiguiendo que estos obtengan mejores resultados en su proceso de adquisición de habilidades y competencias. De esta forma, las clases presenciales se transforman en clases más dinámicas y efectivas, incrementando la atención en clase, disminuyendo el absentismo, aumentando la participación y mejorando la motivación, el compromiso y el rendimiento escolar.

Otro de los objetivos de esta tesis ha sido la de realizar experiencias propias de gamificación en el aula que aporten novedad a la forma de incorporar mecánicas de juego en el aula para clases presenciales en entornos universitarios. Para ello se han diseñado dos experiencias. La primera experiencia fue la utilización de elementos de juego dentro de la recreación del concurso de televisión “¿Quién quiere ser millonario?™” adaptada al aula. En la segunda experiencia se evaluó la repercusión de las mecánicas del juego incorporadas en un sistema de respuesta de estudiante dentro de un contexto de enseñanza dirigida por preguntas en clases presenciales.

Para la realización de ambas experiencias se hizo necesario el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas. Para la experiencia del concurso televisivo, la herramienta debía ser capaz de reproducir la atmósfera del plató original de televisión, a la par que gestionar los elementos de gamificación. Por tanto, la herramienta debía ser capaz de mostrar y registrar los puntos, clasificaciones e insignias de los estudiantes, y a su vez, adaptar el sistema que realiza las preguntas en el concurso original a un formato adecuado para la utilización en el aula y que permitiera una correcta interacción profesor-estudiantes.

Para la segunda experiencia, se requirió la creación de una plataforma completa de respuestas de estudiante. La plataforma de carácter abierto y flexible, debía servir para la realización de clases presenciales con instrucción dirigida por preguntas. Esta plataforma se realizó de forma modular de manera que permitiera integrar dinámicas de juego en ella. Así pues, el sistema permitió incorporar puntos y tablas clasificatorias, dotándola de una gran flexibilidad para la gestión del sistema de puntuación y haciéndola así apropiada para cualquier tipo de escenario y materia educativa.

Gracias a esta flexibilidad, el presente trabajo también ha incluido una propuesta de desarrollo y utilización en un entorno de clases desdobladas para su mejor coordinación. Mediante la utilización de esta herramienta, los profesores de la misma asignatura pero en diferentes grupos, podrán comprobar su desviación con respecto a la planificación realizada. El sistema incorporaría funcionalidades novedosas, que incluyen la posibilidad de comparaciones temporales, comparaciones de tasas de acierto y una evaluación continua homogénea entre grupos. Esta coordinación no solo beneficiaría a los profesores expertos en dicha materia sino que contribuiría a facilitar la docencia a profesores noveles, que dispondrían de ayuda adicional en la impartición de la asignatura. En definitiva, la propuesta tecnológica y metodológica contribuiría a una mayor coordinación y homogeneización de tiempos, profundidad de los contenidos y evaluación en asignaturas con muchos estudiantes matriculados y divididas en grupos.

El desarrollo de ambas herramientas se realizó mediante tecnologías web. Así pues, la programación de ambas consistió en un modelo cliente-servidor, en las que el cliente hacía uso de frameworks de programación para el HTML, CSS y el Javascript, y el servidor mantenía sus interfaces con el usuario por un lado y sus interfaces para conexión con bases de datos por el otro. En ambos casos se utilizó SQLite como motor de base de datos, suficiente para su propósito.

La creación de esta última herramienta, fruto de la presente investigación, cubre un hueco existente en el mercado de los sistemas de respuesta de estudiante, permitiendo una plataforma libre (no propietaria), flexible, escalable, avanzada y potente que puede ser ampliada para adaptarse a todo tipo de entornos y situaciones. Es por ello, que esta herramienta ha sido tramitada para su inclusión en el registro de la propiedad y así poder ser usada sin problema por la comunidad educativa.

Las experiencias se realizaron en diferentes ámbitos. En primer lugar, la experiencia del concurso televisivo se realizó en un entorno universitario y se recogieron datos básicos para validar las ventajas de la conjunción de la gamificación con la adaptación de un concurso. En segundo lugar, las experiencias de la incorporación de gamificación en un SRS se realizaron en diferentes entornos,

dos experiencias fueron realizadas en aulas universitarias de diferentes carreras y otra de ellas en una clase de enseñanza secundaria.

El estudio empírico de las experiencias incluyó un test al final de las mismas para recoger datos de la percepción de los estudiantes en la introducción de gamificación en sus diferentes modalidades. El estudio de dichos datos no hizo sino validar y corroborar lo que muestran experiencias similares en la literatura y es que la introducción de metodologías activas y en concreto de elementos de gamificación en el aula, impactan de forma positiva en la motivación de los alumnos.

En concreto, para la primera experiencia, la percepción de los alumnos sobre la utilidad de la metodología en la motivación es en general positiva. Un 80% de los estudiantes consideraron que la experiencia mejora la motivación, un 15% se muestra neutral con el juego, mientras que solo un 5% de ellos no consideran mejora alguna con la introducción del juego “¿Quién quiere ser millonario?™”, siendo este 5%, solo moderadamente en desacuerdo con su incorporación en la asignatura.

La segunda experiencia muestra que la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de los SRS en los aspectos de motivación, atención, compromiso y rendimiento académico, es en general positiva. El impacto de las variables de motivación, atención y rendimiento académico es significativamente más alto en los estudiantes expuestos a técnicas de gamificación. Aunque las diversas significaciones estadísticas en las hipótesis hacen que estos hallazgos no sean concluyentes, es remarcable que las valoraciones de los estudiantes, tanto en los grupos de control como en los grupos experimentales, son altos.

Los estudiantes se encuentran más motivados, especialmente para asistir a clase, con la utilización de un SRS gamificado que con uno sin gamificar, quizás motivado por la naturaleza inherentemente competitiva del primero. Respecto a la atención, los resultados justifican que el uso de la competición en clase promueve menor desconexión de las actividades de clase y las desconexiones ocurren menos frecuentemente; y, respecto al rendimiento escolar, la percepción es que la ganancia es alta utilizando cualquier tipo de SRS y especialmente los SRS

gamificados. Todas las cuestiones muestran significación estadística con p -valores por debajo del 5%. Sin embargo, ya se ha comentado que el estudio solo examina la percepción de los estudiantes y, por tanto, son necesarias futuras investigaciones para medir y cuantificar esta ganancia real del rendimiento académico.

En cualquier caso, los resultados son coherentes con la literatura existente y con experiencias realizadas previamente relacionadas con las metodologías activas y de gamificación. En ellos, muestran que la introducción de elementos de juego no es una mera novedad tecnológica que puede llegar a desdibujar sus beneficios, sino que tienen una fuerte base empírica que la hacen perdurable en el tiempo.

Las conclusiones de esta tesis conducen a seguir sustentando la recomendación general de modificar la metodología de enseñanza presencial tradicional de clases magistrales en favor de alternativas activas, o al menos, de una mayor incorporación de las mismas a las aulas. La gamificación educativa se presenta como una herramienta especialmente útil para mejorar la formación de los alumnos, con una demostrada eficacia en términos de motivación, asistencia, participación o rendimiento académico. La utilización de las herramientas derivadas de este trabajo permitirá seguir avanzando en el conocimiento en esta área y abrir nuevas líneas de investigación.

El campo para desarrollar nuevas experiencias en este sentido es todavía muy amplio y no dudamos que el futuro de la enseñanza presencial pasará por una utilización mucho más profusa de instrumentos docentes que incorporen técnicas de gamificación en las mismas.

REFERENCIAS

6. Referencias bibliográficas

Las citas y referencias bibliográficas del trabajo se encuentran según el formato APA (*American Psychological Association*) en su 6ª edición. En ellas se incluye el DOI (*digital object identifier*) de las publicaciones electrónicas cuando éstas lo poseen. Las citas de las páginas web consultadas han sido revisadas, continuando siendo todas ellas actualmente accesibles.

Referencias bibliográficas

- Ah yun, K. & Maureen, L., 2010. The Effect of the use of clickers on student satisfaction and learning. *Academic Exchange Quarterly*, 14(1), pp.1-3.
- Alba Pastor, C., 2005. *La viabilidad de las propuestas metodológicas para la aplicación del crédito europeo por parte del profesorado de las universidades españolas, vinculadas a la utilización de las TIC en la docencia y la investigación*, Madrid.
- Alexander, C.J. et al., 2009. Assessing the integration of audience response system technology in teaching of anatomical sciences. *Anatomical sciences education*, 2(4), pp.160-166.
- Aljezawi, M. & Albashtawy, M., 2015. Quiz game teaching format versus didactic lectures. *British Journal of Nursing*, 24(2), pp.86-92.
- All, A., Nuñez Castellar, E.P. & Van Looy, J., 2016. Assessing the effectiveness of digital game-based learning: Best practices. *Computers & Education*, 92-93, pp.90-103.
- Allen, D. & Tanner, K., 2005. Infusing active learning into the large-enrollment biology class: seven strategies, from the simple to complex. *Cell biology education*, 4(4), pp.262-8.
- Álvarez, I., 2008. La coevaluación como alternativa para mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes universitarios: valoración de una experiencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63(22,3), pp.127-140.
- Anderson, L.W., 2005. Objectives, evaluation, and the improvement of education. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2-3), pp.102-113.
- Anderson, M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1), pp.32-46.
- ANECA, 2003. Programa de Convergencia Europea. El crédito europeo. ANECA.
- Angelini, M.L. & García-Carbonell, A., 2015. Percepciones sobre la Integración de Modelos Pedagógicos en la Formación del Profesorado: La Simulación y Juego y El Flipped Classroom. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(2), p.16.
- Anón, 2001. Mensaje de la Convención de Instituciones Europeas de Enseñanza Superior,

- Salamanca. Perfilando el Espacio Europeo de la Enseñanza Superior. Available at: <http://www.eees.es/pdf/Salamanca2001.pdf> [Accedido octubre 27, 2015].
- Area, M., González, C.S. & Mora, C.E., 2015. *Beyond Textbooks: Educational Digital Texts and Gamification of Learning Materials*, Santiago de Compostela, Spain: Universidade de Santiago de Compostela.
- Armendi Jauregui, P. et al., 2013. Estudio de caso y aprendizaje cooperativo en la universidad. *Revista de Currículum y formación del Profesorado*, 18(1), pp.413-429.
- Asociación de la Universidad Europea, 2003. Declaración de Graz. Después de Berlín: el papel de las universidades. Available at: http://www.eees.es/pdf/Graz_ES.pdf [Accedido octubre 27, 2015].
- Banfield, J. & Wilkerson, B., 2014. Increasing Student Intrinsic Motivation And Self-Efficacy Through Gamification Pedagogy. En *The Clute Institute International Academic Conference*. pp. 50-58.
- Bartle, R., 1996. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD Research*, 1(1), p.19.
- Beatty, I.D. et al., 2006a. Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Journal of Physics*, 74(1), p.31.
- Beatty, I.D. et al., 2006b. Question Driven Instruction: Teaching science (well) with an audience response system. En D. A. Banks, ed. *Audience Response Systems in Higher Education Applications and Cases*. Idea Group Inc., pp. 96-115.
- Bedard, K. & Kuhn, P., 2008. Where class size really matters: Class size and student ratings of instructor effectiveness. *Economics of Education Review*, 27(3), pp.253-265.
- Beetsma, R.M.W.J. & Schotman, P.C., 2001. Measuring Risk Attitudes in a Natural Experiment: Data from the Television Game Show Lingo. *The Economic Journal*, 111(474), pp.821-848.
- Belot, M., Bhaskar, V. & van de Ven, J., 2010. Promises and cooperation: Evidence from a TV game show. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 73(3), pp.396-405.

- Benek-Rivera, J., 2004. Active Learning with Jeopardy: Students Ask the Questions-----.
Journal of Management Education, 28(1), pp.104-118.
- Benjamin, T., 2010. eGames: Is imagination the forgotten ingredient? *Computers in Human Behavior*, 26(3), pp.296-301.
- Benware, C.A. & Deci, E.L., 1984. Quality of Learning With an Active Versus Passive Motivational Set. *American Educational Research Journal*, 21(4), pp.755-765.
- Blake, J. & Goodman, J., 1999. Computer-based learning: games as an instructional strategy. *The ABNF journal : official journal of the Association of Black Nursing Faculty in Higher Education, Inc*, 10(2), pp.43-46.
- Blasco-Arcas, L. et al., 2013. Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62, pp.102-110.
- Bochennek, K. et al., 2007. More than mere games: a review of card and board games for medical education. *Medical teacher*, 29(9), pp.941-948.
- Boghossian, P., 2003. How Socratic Pedagogy Works. *Informal Logic*, 23(2), pp.17-25.
- Bonwell, C.C. & Eison, J.A., 1991. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington, D.C.: The George Washington University.
- Boscardin, C. & Penuel, W., 2012. Exploring benefits of audience-response systems on learning: a review of the literature. *Academic psychiatry*, 36(5), pp.401-7.
- Boud, D., Cohen, R. & Sampson, J., 2001. *Peer learning in higher education: learning from and with each other*, Routledge.
- Boyle, E.A. et al., 2016. An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, pp.178-192.
- Breuer, J.J. & Bente, G., 2010. Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 4(1), pp.7-24.
- Brown, G. & Atkins, M., 1988. *Effective teaching in higher education*, New York:

Routledge. Taylor and Francis Group.

Brühwiler, C. & Blatchford, P., 2011. Effects of class size and adaptive teaching competency on classroom processes and academic outcome. *Learning and Instruction*, 21(1), pp.95-108.

Buckmaster, N. & Craig, R., 2000. Popular television formats, The student-as-consumer metaphor, acculturation and critical engagement in the teaching of accounting. *Accounting Education*, 9(4), pp.371-387.

Bullock, D.W., 2002. Enhancing the Student-Instructor Interaction Frequency. *The Physics Teacher*, 40(9), p.535.

Bunce, D., Flens, E. & Neiles, K., 2010. How Long Can Students Pay Attention in Class? A Study of Student Attention Decline Using Clickers. *Journal of Chemical Education*, 87(12).

Bunchball Inc., 2010. Gamification 101: An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior. *Bunchball white paper*, (October), p.14. Available at: <http://www.bunchball.com/sites/default/files/downloads/gamification101.pdf> [Accedido noviembre 29, 2013].

Burnstein, R.A., 2001. Using wireless keypads in lecture classes. *The Physics Teacher*, 39(1), p.8.

Caldwell, J.E., 2007. Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6, pp.9-20.

Camerer, C.F., 2011. *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*, Princeton University Press.

Carlson, E., 1967. Games in the Classroom. *The Saturday Review*, (April), pp.62-64.

Chan, L., 2013. WP-Polls. Available at: <http://wordpress.org/extend/plugins/wp-polls/> [Accedido febrero 4, 2013].

Charlier, N. & Ott, M., 2012. Not Just for Children: Game-Based Learning for Older Adults. *European Conference on Games Based Learning*, (102-XX), pp.1-8.

- Chavez, B. et al., 2012. Popular game shows as educational tools in the pharmacy classroom. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 4(2), pp.146-149.
- Chiappe-Laverde, A., Hine, N. & Martínez-Silva, J.-A., 2015. Literature and Practice: A Critical Review of MOOCs. *Comunicar*, 22(44), pp.09-18.
- Chickering, A. & Ehrmann, S., 1996. Implementing the seven principles: Technology as lever. *AAHE bulletin*.
- Chien, Y.-T., Chang, Y.-H. & Chang, C.-Y., 2016. Do we click in the right way? A meta-analytic review of clicker-integrated instruction. *Educational Research Review*, 17, pp.1-18.
- Chipps, J., Brysiewicz, P. & Mars, M., 2012. A systematic review of the effectiveness of videoconference-based tele-education for medical and nursing education. *Worldviews on evidence-based nursing / Sigma Theta Tau International, Honor Society of Nursing*, 9(2), pp.78-87.
- Cochran, J.J., 2001. Who Wants To Be A Millionaire ®: The Classroom Edition. *Informations Transactions on Education*, 1(3), pp.112-116.
- Cohen, A.M., 2011. The Gamification of Education. *The Futurist*, 45(5), pp.16-17.
- Coman, P.G., 2002. *Critical success factors for eLearning delivery*, IEEE Comput. Soc.
- Consejo de Europa & UNESCO, 1997. Convenio sobre Reconocimiento de Cualificaciones relativas a la Educación Superior en la Región Europea. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001112/111238mb.pdf#page=37> [Accedido octubre 26, 2015].
- Cook, E.D. & Hazelwood, A.C., 2002. An active learning strategy for the classroom—«who wants to win ... some mini chips ahoy?» *Journal of Accounting Education*, 20(4), pp.297-306.
- Coonradt, C. & Nelson, L., 1985. *The game of work: how to enjoy work as much as play*, Salt Lake City: Shadow Mountain.
- Cortizo Pérez, J.C. et al., 2011. Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que

- aprender de los Videojuegos. En *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*. pp. 1-8.
- Cosgrove, R., 2011. Critical thinking in the Oxford tutorial: a call for an explicit and systematic approach. *Higher Education Research & Development*, 30(3), pp.343-356.
- Crosier, D., Purser, L. & Smidt, H., 2007. *Trends V: Universities shaping the European Higher Education Area*, Brussels.
- Cross, K.P., 1987. Teaching for Learning. *AAHE Bulletin*, 39(8), pp.2-7.
- CRUE, 2014. *Descripción, gestión y gobierno de las TI en el Sistema Universitario Español*,
- Cuseo, J., 1992. Collaborative and cooperative learning in higher education: A proposed taxonomy. *Cooperative Learning and College Teaching*, 2(2), pp.2-4.
- Dale, E., 1946. *Audio-visual Methods in Teaching.*, New York, USA: Dryden Press.
- Deavor, J.P., 2001. Who Wants to Be a (Chemical) Millionaire? *Journal of Chemical Education*, 78(4), p.467.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M., 1985. *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*, New York: Plenum Press.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M., 2008. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3), pp.182-185.
- Delors, J., 1996. *La educación encierra un tesoro*, Madrid.
- Deterding, S., Dixon, D., et al., 2011a. From game design elements to gamefulness. En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11*. MindTrek '11. New York, USA: ACM Press, pp. 9-15.
- Deterding, S., Sicart, M., et al., 2011. Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. En *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 2425.

- Deterding, S., Dixon, D., et al., 2011b. Gamification: Toward a definition. En D. Tan & B. Begole, eds. *CHI 2011 Workshop of the 2011 Annual Conference of the gamification research network*. Vancouver, pp. 12-15.
- Dey, A.K., 2001. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), pp.4-7.
- Díaz, L.A. & Entonado, F.B., 2009. Are the Functions of Teachers in e-Learning and Face-to-Face Learning Environments Really Different? *Educational Technology & Society*, 12(4), pp.331-343.
- Dicheva, D. et al., 2015. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), pp.1-14.
- Doménech Betoret, F., 2011. *Evaluar e investigar en la situación educativa universitaria: un nuevo enfoque desde el Espacio Europeo de Educación Superior*,
- Dormehl, L., 2014. <http://www.cultofmac.com/272554/new-york-museum-uses-ibeacons-create-digital-minefield/>. Available at: <http://www.cultofmac.com/272554/new-york-museum-uses-ibeacons-create-digital-minefield/> [Accedido noviembre 20, 2015].
- Draper, S.W., Cargill, J. & Cutts, Q., 2002. Electronically enhanced classroom interaction. *Australian journal of educational ...*, 18(1), pp.13-23.
- Duart, J. & Sangrá, A., 2005. Aprender en la Virtualidad. *Gedisa*, pp.61-75.
- Dufresne, R.J. et al., 1996. Classtalk: A classroom communication system for active learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 7(2), pp.3-47.
- Dunleavy, M. & Dede, C., 2014. Augmented Reality Teaching and Learning. En J. M. Spector et al., eds. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York, NY: Springer New York, pp. 735-745.
- Durán Gisbert, D., 2014. *Aprender enseñando: evidencias e implicaciones educativas de aprender enseñando*, Madrid: Narcea de Ediciones.
- Egenfeldt-Nielsen, S., 2006. Overview of research on the educational use of video games. *Digital Kompetanse*, 1(3), pp.184-213.

Ertmer, P.A., 2015. *Essential Readings in Problem-Based Learning*, West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.

ESIB, 2005. *Bologna with Student Eyes*,

European Ministers of Education, 2009. Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve. Available at: <http://www.ehea.info/article-details.aspx?ArticleId=43> [Accedido octubre 29, 2015].

European Ministers of Education, 2003. Comunicado de la Conferencia de Ministros responsables de la Educación Superior, mantenida en Berlín el 19 de Septiembre de 2003. Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2003_Berlin_Communique_Spanish.pdf [Accedido octubre 27, 2015].

European Ministers of Education, 2002. Credit Transfer and Accumulation – the Challenge for Institutions and Students. EUA/ Swiss Confederation Conference. ETH Zürich, 11/12 October 2002. Conclusions and Recommendations for Action. Available at: http://www.eees.es/pdf/Zurich_informe_final.pdf [Accedido octubre 27, 2015].

European Ministers of Education, 1999. Declaración de Bolonia. Available at: <http://tecnologiaedu.us.es/mec2011/htm/mas/2/21/6.pdf> [Accedido octubre 26, 2015].

European Ministers of Education, 1998. Declaración de La Sorbona. Available at: <http://tecnologiaedu.us.es/mec2011/htm/mas/2/21/15.pdf> [Accedido octubre 26, 2015].

European Ministers of Education, 2005. El Espacio Europeo de Educación Superior. Alcanzando las metas. Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2005_Bergen_Communique_Spanish.pdf [Accedido octubre 28, 2015].

European Ministers of Education, 2001. Hacia el Área de la Educación Superior Europea. Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2001_Prague_Communique_Spanish.pdf [Accedido octubre 26, 2015].

European Ministers of Education, 2007. Hacia el Espacio Europeo de Educación Superior:

- respondiendo a los retos de un mundo globalizado. Available at: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2007_London_Communique_Spanish.pdf [Accedido octubre 28, 2015].
- European Ministers of Education, 2010. Making the Most of Our Potential: Consolidating the European Higher Education Area. Bucharest Communiqué. Available at: http://www.ehea.info/Uploads/Declarations/Budapest-Vienna_Declaration.pdf [Accedido octubre 29, 2015].
- European Ministers of Education, 2015. Yerevan Communiqué. Available at: http://www.ehea.info/Uploads/SubmittedFiles/5_2015/112705.pdf [Accedido octubre 29, 2015].
- Fanego, I., 2011. Gamification. Tendencias SM.
- Fernández March, A., 2005. Nuevas metodologías docentes. *Talleres de Formación del profesorado para la Convergencia Europea impartidos en la UPM*, pp.14-16.
- Fies, C. & Marshall, J., 2006. Classroom Response Systems: A Review of the Literature. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), pp.101-109.
- Fiorella, L. & Mayer, R.E., 2013. The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), pp.281-288.
- Forteza Bagán, M.A., 2009. Metodologías didácticas para la enseñanza-aprendizaje de competencias.
- Fotarís, P. et al., 2015. From Hiscore to High Marks: Empirical Study of Teaching Programming Through Gamification. En *9th European Conference on Games Based Learning*. Stjørdal, Norway: Academic Conferences and Publishing International Limited, pp. 186-194.
- Fraenkel, J., Wallen, N. & Hyun, H., 1993. *How to design and evaluate research in education* 8th editio., New York: McGraw-Hill.
- Freeman, M. & Blayney, P., 2005. Promoting interactive in-class learning environments: A comparison of an electronic response system with a traditional alternative. En *Proceedings of the 11th Australasian Teaching Economics Conference*. pp. 23-34.

- Fuller, J.P., 2011. *Clickers in the Classroom: Can the Use of Electronic Response Systems Improve Student Learning?* Paper. Montana State University.
- García Barrero, M., 2010. El proceso de Bolonia, los Espacios Europeo (EEES) e Iberoamericano de Educación Superior. *Transatlántica de educación*, (8), pp.11-20.
- Garris, R., Ahlers, R. & Driskell, J.E., 2002. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, 33(4), pp.441-467.
- Gehringer, E.F. & Narang, M.B., 2011. Accountability and the use of classroom response devices. En *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, p. T1E-1-T1E-6.
- Gertner, R., 1993. Game Shows and Economic Behavior: Risk-Taking on «Card Sharks». *The Quarterly Journal of Economics*, 108(2), pp.507-521.
- Geurts, J.L.A., Duke, R.D. & Vermeulen, P.A.M., 2007. Policy Gaming for Strategy and Change. *Long Range Planning*, 40(6), pp.535-558.
- Gobierno de España, 2007. *Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la L.O. 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades*,
- Gok, T., 2011. An Evaluation of Student Response Systems from the Viewpoint of Instructors and Students. *TOJET*, 10(4), pp.67-83.
- González, J. & Wagenaar, R., 2008. *Universities' contribution to the Bologna Process: An introduction*,
- González Sanmamed, M. & Raposo Rivas, M., 2009. Valoraciones del profesorado universitario sobre las acciones que pueden favorecer el proceso de Convergencia Europea. *Revista de Educación*, (349), pp.361-390.
- Good, K., 2013. Audience Response Systems in higher education courses: A critical review of the literature. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 10(5), pp.19-34.
- Google Trends, 2015. Gamification at Google Trends. Available at: <http://www.google.com/trends/explore?q=gamification> [Accedido febrero 5, 2015].
- Grzega, J. & Schoner, M., 2008. The didactic model LdL (Lernen durch Lehren) as a way

- of preparing students for communication in a knowledge society. *Journal of Education for Teaching*, 34(3), pp.167-175.
- Guse, D.M. & Zobitz, P.M., 2011. Validation of the audience response system. *British Journal of Educational Technology*, 42(6), pp.985-991.
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H., 2014. Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. En *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. pp. 3025-3034.
- Hamari, J. & Lehdonvirta, V., 2010. Game design as marketing: How game mechanics create demand for virtual goods. *International Journal of Business Science and Applied Management*, 5(1), pp.14-29.
- Han, J.H. & Finkelstein, A., 2013. Understanding the effects of professors' pedagogical development with Clicker Assessment and Feedback technologies and the impact on students' engagement and learning in higher education. *Computers & Education*, 65, pp.64-76.
- Haseman, W.D., Nuipolatoglu, V. & Ramamurthy, K., 2002. An Empirical Investigation of the Influences of the Degree of Interactivity on User-Outcomes in a Multimedia Environment. *Information Resources Management Journal*, 15(2), pp.31-48.
- Howard, M.G., Collins, H.L. & DiCarlo, S.E., 2002. «Survivor» torches «Who Wants to Be a Physician?» in the educational games ratings war. *Advances in Physiology Education*, 26(1), pp.30-36.
- Hunicke, R., LeBlanc, M. & Zubek, R., 2004. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. *Workshop on Challenges in Game AI*, pp.1-4.
- Hunsu, N.J., Adesope, O. & Bayly, D.J., 2016. A meta-analysis of the effects of audience response systems (clicker-based technologies) on cognition and affect. *Computers & Education*, 94, pp.102-119.
- Hunter, C.B. & Wood, A.L., 1982. Computer Games in the Classroom. *Curriculum Review*, 21, pp.273-275.
- Ibarra Sáiz, M.S., Gómez Rodríguez, G. & Gómez Ruiz, M.Á., 2012. La evaluación entre

- iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, (359), pp.206-231.
- Jang, H., 2008. Supporting students' motivation, engagement, and learning during an uninteresting activity. *Journal of Educational Psychology*, 100(4), pp.798-811.
- Javier, A. et al., 2015. Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación. En *XXXVI Jornadas de Automática*. Bilbao: Comité Español de Automática de la IFAC, pp. 710-714.
- Jensen, J.V., Ostergaard, D. & Faxholt, A.-K.H., 2011. Good experiences with an audience response system used in medical education. *Danish Medical Bulletin*, 58(11), p.A4333.
- Jenson, J. & de Castell, S., 2010. Gender, Simulation, and Gaming: Research Review and Redirections. *Simulation & Gaming*, 41(1), pp.51-71.
- Johnson, L. et al., 2015. *Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*,
- Johnson, L. et al., 2016. *Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*, Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Jones, B.A. et al., 2014. Gamification of Dietary Decision-Making in an Elementary-School Cafeteria G. Ozakinci, ed. *PLoS ONE*, 9(4), p.e93872.
- Karazahin, D., 2014. Osteoid Medical cast, attachable bone stimulator. Available at: <https://competition.adesignaward.com/design.php?ID=34151> [Accedido noviembre 18, 2015].
- Kay, R.H., 2009. Examining gender differences in attitudes toward interactive classroom communications systems (ICCS). *Computers & Education*, 52(4), pp.730-740.
- Kay, R.H. & LeSage, A., 2009. Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), pp.819-827.
- Keengwe, J., Onchwari, G. & Agamba, J., 2013. Promoting effective e-learning practices through the constructivist pedagogy. *Education and Information Technologies*.
- Keleş, A. et al., 2009. ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching–

- learning process. *Expert Systems with Applications*, 36(2), pp.1229-1239.
- Kirriemuir, J. & McFarlane, A., 2003. Use of computer and video games in the classroom. *Level Up: The Digital games research conference*, pp.4-6.
- Kittl, C. & Petrovic, O., 2008. Pervasive games for education. En *Proceedings of the 2008 Euro American Conference on Telematics and Information Systems - EATIS '08*. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 1-6.
- Klopfer, E. & Squire, K., 2008. Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), pp.203-228.
- Knight, J. & Wood, W., 2005. Teaching more by lecturing less. *Cell Biology Education*.
- Koedinger, K. & Tanner, M., 2013. 7 Things You Should Know About Intelligent Tutoring Systems. *Educause*, (July).
- Kokkelenberg, E.C., Dillon, M. & Christy, S.M., 2008. The effects of class size on student grades at a public university. *Economics of Education Review*, 27(2), pp.221-233.
- Koutropoulos, A., 2012. Academic Check-Ins: Mobile Gamification for increasing motivation and engagement around the campus. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 9(5), pp.3-20.
- Laal, M. & Ghodsi, S.M., 2012. Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, pp.486-490.
- Lantz, M.E., 2010. The use of 'Clickers' in the classroom: Teaching innovation or merely an amusing novelty? *Computers in Human Behavior*, 26(4), pp.556-561.
- Lasry, N., 2008. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? *The Physics Teacher*, 46(4), p.242.
- Lee, A. et al., 2011. Single-Concept Clicker Question Sequences. *The Physics Teacher*, 49(6), p.385.
- Lee, J.J. & Hammer, J., 2011. Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), pp.1-5.

- Lee, K., 2012. Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*, 56(2), pp.13-21.
- Linge, N. & Parsons, D., 2006. Problem-Based Learning as an Effective Tool for Teaching Computer Network Design. *IEEE Transactions on Education*, 49(1), pp.5-10.
- Makerbot Education, 2015. *MakerBot in the Classroom: An introduction to 3D printing and design*, Makerbot Education.
- Martin, A.P. et al., 2014. Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *ReVisión*, 7(2), pp.76-92.
- Martin, J.P. & Oebel, G., 2007. Lernen durch Lehren: Paradigmenwechsel in der Didaktik. *Deutschunterricht in Japan*, 12, pp.4-21.
- Martínez, L.V. & Pérez, M.D.M., 2015. Gamificación: Estrategia para optimizar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias en contextos universitarios. *Digital Education Review*, (27), pp.13-31.
- Martínez Rodrigo, E. & González Fernández, A.M., 2012. Renovación, innovación y TIC en el EEES. *Revista ICONO14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 7(3), p.50.
- Martinez-Maldonado, R. et al., 2014. Towards Providing Notifications to Enhance Teacher's Awareness in the Classroom. En *Intelligent Tutoring Systems*. pp. 510-515.
- Mayer, I.S., Warmelink, H.J.G. & Zhou, Q., 2014. The Utility of Games for Society, Business and Politics: A Frame Reflective Analysis. En *Wiley Handbook of Learning Technology*.
- Mayer, R.E. & Winne, P.H., 2009. Problem-solving transfer. En *Handbook of educational psychology*. New York: Routledge, pp. 47-62.
- Mayorga Fernández, M.J. & Madrid Vivar, D., 2010. Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, 1(15), pp.91-111.
- McArdle, B.H. & Anderson, M.J., 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82(1), pp.290-297.
- McBride, J.W. & Lamb, C.E., 1991. Using Commercial Games to Design Teacher-Made

- Games for the Mathematics Classroom. *Arithmetic Teacher*, 38(5), pp.14-22.
- McKeachie, W.J., 1963. Research on teaching at the college and university level. En N. L. Gage, ed. *Handbook of research on teaching*. Chicago: Rand-McNally, p. 1125.
- MEC, 2006. *Propuestas para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad*,
- Mel Silberman, 2006. *A Handbook of Techniques, Designs, Case Examples and Tips*,
- Melchor Ferrer, E., 2012. Gamificación y Elearning: un ejemplo con el juego pasapalabra. En *2012 EFQUEL Innovation Forum*. Granada, pp. 1-6.
- Menoyo, M.Á.M. & García, M. del P.Q., 2006. *La reforma de la Universidad: Cambios exigidos por la nueva Europa*,
- Metrick, A., 1995. A natural experiment in « Jeopardy! » *The American Economic Review*, 85(1), pp.240-253.
- de Miguel, M., 2005. *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*, Madrid: Ediciones Universidad de Oviedo.
- Miller, R.G., Ashar, B.H. & Getz, K.J., 2003. Evaluation of an audience response system for the continuing education of health professionals. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 23(2), pp.109-115.
- Millis, B.J. & Cottell Jr., P.G., 1998. *Cooperative learning for higher education faculty*, Rowman & Littlefield Publishers.
- Minhas, P.S., Ghosh, A. & Swanzy, L., 2012. The effects of passive and active learning on student preference and performance in an undergraduate basic science course. *Anatomical sciences education*, 5(4), pp.200-7.
- Ministerio de Educación y Ciencia, 2007. *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*,
- Moore, M.G., 1989. Editorial: Three types of interaction. *American Journal of Distance Education*, 3(2), pp.1-7.

- del Moral Pérez, M.E., 2013. Advergames & edutainment: Fórmulas creativas para aprender jugando. En *II Congreso Internacional de Videojuegos y Educación*. Cáceres, pp. 14-24.
- Moreira, M.A., 2000. ¿Qué aporta internet al cambio pedagógico en la educación superior? *Redes multimedia y diseños virtuales*, pp.128-135.
- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M. & Sanchez Soriano, J., 2015. Can gamification improve the benefits of student response systems in learning? An experimental study. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, PP.
- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M. & Sánchez Soriano, J., 2016a. Creación de un sistema de respuesta de estudiante para mejorar la coordinación de la docencia presencial en asignaturas divididas en grupos. En *4rd International conference on innovation, documentation and teaching technologies*. Valencia: Universitat Politècnica de València, pp. 1-10.
- Morillas Barrio, C., Muñoz Organero, M. & Sánchez Soriano, J., 2016b. Gamifying the classroom: An example with the TV-Game «Who wants to be a millionaire?» En *10th annual International Technology, Education and Development Conference*. Valencia: IATED 2016, pp. 224-234.
- Mulryan-Kyne, C., 2010. Teaching large classes at college and university level: challenges and opportunities. *Teaching in Higher Education*, 15(2), pp.175-185.
- Muntean, C.I., 2011. Raising engagement in e-learning through gamification. En *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL 2011*. pp. 323-329.
- Muñoz-Merino, P.J. et al., 2014. Motivation and emotions in competition systems for education: An empirical study. *IEEE Transactions on Education*, 57, pp.182-187.
- Muradkhanli, L.G., 2011. Blended learning: The integration of traditional learning and eLearning. En *2011 5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT 2011*. 2011 5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2011.
- Nah, F.-H. et al., 2014. Gamification of Education: A Review of Literature. *HCI in Business*, 8527, pp.401-409.

- Nestojko, J.F. et al., 2014. Expecting to teach enhances learning and organization of knowledge in free recall of text passages. *Memory & Cognition*, 42(7), pp.1038-1048.
- Niederle, M. & Vesterlund, L., 2011. Gender and Competition. *Annual Review of Economics*, 3(1), pp.601-630.
- Nykvist, S., 2012. The trials and tribulations of a BYOD science classroom. *Proceedings of the 2nd International STEM in Education Conference, Beijing Normal University, Beijing, China*, pp.331-334.
- Oda, Y., Onishi, H. & Sakemi, T., 2014. Effectiveness of Student Tutors in Problem-Based Learning of Undergraduate Medical Education. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 232(3), pp.223-227.
- Odenweller, C.M., Hsu, C.T. & DiCarlo, S.E., 1998. Educational card games for understanding gastrointestinal physiology. *The American journal of physiology*, 275(6), pp.78-84.
- Oncu, S. & Cakir, H., 2011. Research in online learning environments: Priorities and methodologies. *Computers & Education*, 57(1), pp.1098-1108.
- Ontoria Peña, A. & De Luque Sánchez, Á., 2003. Hacia un cambio en la metodología docente: Una reflexión desde la práctica. *Res Novaes Cordubenses*, 1, pp.53-79.
- ONTSI, 2015. *Indicadores destacados de la sociedad de la información*, Madrid.
- Pastor, C.A. & Europeo, E., 2005. El profesorado y las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de convergencia al espacio europeo de educación superior. *Revista de Educación*, 337, pp.13-36.
- Penuel, W.R. et al., 2007. Teaching with student response systems in elementary and secondary education settings: A survey study. *Educational Technology Research and Development*, 55(4), pp.315-346.
- Pereira, P. et al., 2014. A Review of Gamification for Health-Related Contexts. En *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments*. pp. 742-753.

- Pérez, A., 2006. Internet aplicado a la educación: aspectos técnicos y comunicativos. Las plataformas. En *Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación*. McGraw-Hill, p. 189.
- PollEverywhere, 2016. Compare online polling systems. Available at: <https://www.polleverywhere.com/vs> [Accedido enero 11, 2016].
- Post, T. et al., 2008. Deal or No Deal? Decision Making under Risk in a Large-Payoff Game Show. *American Economic Review*, 98(1), pp.38-71.
- Del Pozo Andrés, M. del M., 2009. The Bologna process in university classrooms: an European perspective. *Cuestiones Pedagógicas*, 19, pp.55-73.
- Pratton, J. & Hales, L., 1986. The effects of active participation on student learning. *The Journal of Educational Research*.
- Prensky, M., 2001. Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5).
- Prince, M., 2004. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), pp.223-231.
- Radhika, S., Liu, D. & Shen, M., 2015. Gamification of Technology-Mediated Training: Not All Competitions Are the Same. *Information Systems Research*.
- Reay, N.W. et al., 2005. Toward the effective use of voting machines in physics lectures. *American Journal of Physics*, 73(6), p.554.
- Rectores de las Universidades Europeas, 1988. Carta Magna de la Universidad Europea.
- Reichert, S. & Tauch, C., 2003. *Trends 2003: Progress towards the European Higher Education Area*, Brussels.
- Reichert, S. & Tauch, C., 2005. *Trends IV: European Universities Implementing Bologna*, Brussels.
- Revere, L., 2004. Classroom Jeopardy: A winning approach for improving student assessment, performance, and satisfaction. *Decision Line*, (May).
- Rhyne, T.M. et al., 2000. The impact of computer games on scientific & information visualization: «if you can't beat them, join them'. *IEEE Visualization 2000*, pp.519-521.

- Robson, K. et al., 2015. Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), pp.411-420.
- da Rocha Seixas, L., Gomes, A.S. & de Melo Filho, I.J., 2016. Effectiveness of gamification in the engagement of students. *Computers in Human Behavior*, 58, pp.48-63.
- Rodenbaugh, D.W., Lujan, H.L. & Dicarlo, S.E., 2000. Who wants to be a physician?. An education tool for reviewing pulmonary physiology. *Advances in physiology education*, 24(1), pp.30-37.
- Rodríguez Sánchez, M., 2011. Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias Psicológicas*, 17, pp.83-103.
- Rubio, E.I. et al., 2008. Effect of an audience response system on resident learning and retention of lecture material. *AJR. American journal of roentgenology*, 190(6), pp.W319-22.
- Rué Domingo, J., 2004. La Convergencia Europea: entre decir e intentar hacer. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (49), pp.39-60.
- Rughiniş, R., 2013. Gamification for Productive Interaction Reading and Working with the Gamification Debate in Education. *The 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies CISTI 2013*, pp.1-5.
- Ruvaga, L., 2014. «Fab Lab» Igniting Revolution in Kenya. Available at: <http://www.voanews.com/content/fab-lab-igniting-revolution-in-kenya/1969051.html> [Accedido noviembre 18, 2015].
- Sailer, M. et al., 2013. Psychological Perspectives on Motivation through Gamification. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, (19), pp.28-37.
- Sanjurjo Rivo, V.A., 2012. El nuevo espacio de educación superior: Desafíos e incertidumbres. *Revista de Derecho UNED*, 10.
- Santos, I.M., 2013. Use of students' personal mobile devices in the classroom: Overview of key challenges. *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, pp.1585-1590.

- Sarason, Y., 2004. Active Learning Facilitated by Using a Game-Show Format or Who Doesn't Want to be a Millionaire? *Journal of Management Education*, 28(4), pp.509-518.
- Schell, J., 2014. *The Art of Game Design. A Book of Lenses*, Elsevier.
- Scholl, P.M. et al., 2015. Wearables in the Wet Lab: A Laboratory System for Capturing and Guiding Experiments. En *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*. New York, USA: ACM, pp. 589-599.
- Schrier, K., 2006. Using augmented reality games to teach 21st century skills. En *ACM SIGGRAPH 2006 Educators program on - SIGGRAPH '06*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 15.
- Seaborn, K. & Fels, D.I., 2015. Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, pp.14-31.
- Selinger, M., Sepulveda, A. & Buchan, J., 2013. Education and the Internet of Everything. How Ubiquitous Connectedness Can Help Transform Pedagogy. Available at: https://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/education_internet.pdf [Accedido noviembre 20, 2015].
- Sharples, M. et al., 2015. *Innovating Pedagogy 2015*,
- Siau, K., Sheng, H. & Nah, F.F.-H.F.F.-H., 2006. Use of a Classroom Response System to Enhance Classroom Interactivity. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), pp.398-403.
- Silva, B. & Madeira, R.N., 2010. A study and a proposal of a collaborative and competitive learning methodology. En *IEEE EDUCON 2010 Conference*. IEEE, pp. 1011-1018.
- Simmons, W.W. & Elsberry, R.B., 1988. *Inside IBM: The Watson Years, A Personal Memoir*, Indiana: Dorrance.
- Smith-Robbins, S., 2011. This game sucks. How to improve the gamification of education. *EDUCAUSE review*, 46(1), pp.58-59.
- Social Compare, 2016. Student Response Systems. Available at: <http://socialcompare.com/es/comparison/student-response-systems-2mqrfu3t>

[Accedido enero 11, 2016].

- de Sousa Borges, S. et al., 2014. A systematic mapping on gamification applied to education. En *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing - SAC '14*. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 216-222.
- Stowell, J., Oldham, T. & Bennett, D., 2010. Using Student Response Systems («Clickers») to Combat Conformity and Shyness. *Teaching of Psychology*, 37(2), pp.135-140.
- Sy, S., Zichermann, G. & Cunningham, C., 2011. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps* M. Treseler, ed., Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Tanner, M.M. & Lindquist, T.M., 1998. Using MONOPOLY™ and Teams-Games-Tournaments in accounting education: a cooperative learning teaching resource. *Accounting Education*, 7(2), pp.139-163.
- Tayebinik, M. & Puteh, M., 2012. Blended Learning or E-learning? *International Magazine on Advances in Computer Science and Telecommunications*, 3(1), pp.103-110.
- Telefonica, 2014. *La Sociedad de la Información en España 2014*, Madrid.
- Torre, S. de la, 2010. *Estrategias didácticas en el aula: buscando la calidad y la innovación*, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Tregonning, A.M. et al., 2012. The audience response system and knowledge gain: a prospective study. *Medical teacher*, 34(4), pp.e269-74.
- University of California - Irvine, 2015. Another UC Irvine first: Integrating Google Glass into the curriculum. Available at: <http://www.som.uci.edu/features/feature-google-glass05142014.asp> [Accedido noviembre 18, 2015].
- University of Michigan, 2015. U-M developing wearable tech for disease monitoring. Available at: <http://ns.umich.edu/new/multimedia/slideshows/22325-u-m-developing-wearable-tech-for-disease-monitoring> [Accedido noviembre 18, 2015].
- Valentín, A. et al., 2013. Motivation and learning strategies in the use of ICTs among university students. *Computers & Education*, 61, pp.52-58.

- Valverde, A.B., 2012. *Análisis de los cambios en la metodología docente universitaria derivados de la implantación del Plan Bolonia*. Universidad de Valladolid.
- Vanderhoven, E. et al., 2012. Face-to-Face Peer Assessment in Secondary Education: Does Anonymity Matter? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69(Iceepsy), pp.1340-1347.
- Vanscoeder, J., 2014. 3D Printing As A Tool For Teaching And Learning In STEAM Education. En *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Jacksonville, Florida, United States: Association for the Advancement of Computing in Education, pp. 188-191.
- Vassileva, J., 2012. Motivating participation in social computing applications: a user modeling perspective. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22(1-2), pp.177-201.
- Vegan Project, 2013. Community Ecology Package project. Available at: <http://vegan.r-forge.r-project.org> [Accedido enero 12, 2014].
- Voelkel, S. & Bennett, D., 2014. New uses for a familiar technology: introducing mobile phone polling in large classes. *Innovations in Education and Teaching International*, 51(1), pp.46-58.
- Wagner, D., Laforge, P. & Cripps, D., 2013. Lecture material retention: A first trial report on flipped classroom strategies in electronic systems engineering at the University of Regina. En *Proc. 2013 Canadian Engineering Education Association (CEEA13) Conf.* p. 093 (1-5).
- Werbach, K. & Hunter, D., 2012. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*,
- Wikipedia, 2016. Who wants to be a millionaire? Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Who_Wants_to_Be_a_Millionaire%3F [Accedido enero 15, 2016].
- Yeh, C.R. et al., 2007. Adapting Monopoly as an Intelligent Learning Game for Teaching Dynamic Competitive Strategy. En *International joint Conference on e-Commerce, e-Administration, e-Society and e-Education*.