



Universidad de Granada

*Jedirojo Science, una propuesta de web 2.0
basada en la gamificación para la enseñanza
de las ciencias en bachillerato*



**Trabajo fin de máster en Profesorado de Educación
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y
Enseñanzas de Idiomas.**

Modalidad de innovación educativa o materiales didácticos

Autor: Pablo Fernández Rubio

Tutora: Alicia Fernández Oliveras



Universidad de Granada

**Máster Universitario en profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de
Idiomas, especialidad en Biología y Geología**

Curso académico 2015/2016

***Jedirojo Science, una propuesta de web 2.0 basada en la
gamificación para la enseñanza de las ciencias en
bachillerato***

El/La Alumno/a:

VºBº Directora:

Fdo. Pablo Fernández Rubio

VºBº Directora: Alicia Fernández Oliveras

Índice de Contenidos

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 La web, las redes sociales e internet como recursos educativos.....	3
2.2 La Gamificación.....	8
2.3 El Aprendizaje a través de los Videojuegos.....	12
2.3.1 Flujo, Compromiso e Inmersión en un aprendizaje basado en videojuegos.....	13
2.3.2 Reto y habilidad en el aprendizaje basado en el juego.....	14
2.3.4 Compromiso e Inmersión en el aprendizaje basado en el juego.....	15
2.4 El Cine como medio para dinamizar la Educación Científica.....	17
2.5 Punto Muerto para el Modelo de Teoría/Problemas/Laboratorio: La Ventaja de las Actividades Mixta.....	20
3. JUSTIFICACIÓN.....	22
3.1 Objetivos.....	25
4. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	26
4.1 Página web.....	26
4.2 Secciones de la web.....	27
4.3 Las entradas con trasfondo cinematográfico: <i>Ciencia y Ficción</i>	35
4.4 Las entradas sobre temas controvertidos.....	37
4.5 Las entradas de laboratorio.....	40
4.6 Los vídeos.....	43
4.7 Las actividades o tareas.....	47
4.7.1 El Caso Warren: Los Secretos tienen un Precio.....	52
4.7.2 Un expediente X para Mulder.....	55
4.7.3 El fármaco para la anemia falciforme.....	56

5. RESULTADOS PRELIMINARES: ESTADÍSTICAS, COMENTARIOS Y RESPUESTAS EN EL FORO.....	59
6. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES.....	61
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXO 1. DIÁLOGOS VÍDEO-ACTIVIDAD: “EL CASO WARREN”.....	69
ANEXO 2. COMPETENCIAS CLAVE PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO REAL DECRETO 1105/2014.....	72
ANEXO 3. OBJETIVOS PARA BACHILLERATO INCLUIDOS EN EL REAL DECRETO 1105/2014.....	72

1. Resumen

Título del Trabajo:

Jedirojo Science, una propuesta de web 2.0 basada en la gamificación para la enseñanza de las ciencias en bachillerato

Autor/a: Pablo Fernández Rubio

Resumen: El avance de la tecnología y de las telecomunicaciones en el siglo XXI ha llevado a la generalización de las aplicaciones digitales y a la navegación en la red en todos los ámbitos, incluido el educativo. Los docentes pueden mejorar la enseñanza si deciden crear y gestionar sus propias páginas web educativas, permitiendo que sus estudiantes desempeñen un papel activo en las mismas, aludiendo al concepto de web 2.0. Más aún, el interés del alumnado por los contenidos expuestos en la web puede potenciarse si se presentan en un contexto gamificado, donde el reto, la competición y el compromiso conviertan la experiencia de aprendizaje en algo divertido y apetecible para los estudiantes. En la propuesta educativa presentada en este trabajo se ha optado por desarrollar material docente multimedia para la enseñanza de la biología en bachillerato, tomando como referencia elementos cinematográficos y del mundo del videojuego para trabajar contenidos científicos del currículo desde una perspectiva lúdica. En este contexto del cine y el videojuego, la propuesta final de gamificación de este trabajo se ha traducido en un pequeño banco de actividades que tratan de explotar el reto y la competición de los estudiantes para mejorar su rendimiento.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, aprendizaje lúdico, web 2.0, gamificación, biología celular y molecular.

Abstract: The advance in technology and telecommunications all along the 21st century has prompted the general use of digital tools and internet browsing in every single field, including the educative one. Teachers can improve the education if they decide to create and manage their own educative web sites, as long as they allow their students to play an active role as it is on web 2.0. Even more, the interest of students on the displayed issues can rise when they are shown in a context of gamification, where challenge, competition, and engagement change the teaching experience in funny and desirable to students. In the teaching proposal presented in this work, multimedia educative resources for A level biology have been developed, taking as reference some elements from cinema and the videogame world to work curricular scientific issues from a playful point of view. In this context of cinema and videogame, the final

gamification design of this work has been represented by a little bank of activities, which try to take advantage of challenge and competition between students to improve their performance.

Keywords: sciences teaching, playful learning, web 2.0, gamification, molecular and cellular biology.

NOTA ACLARATORIA

En este trabajo se utilizan términos masculinos aludiendo a ambos géneros como grupo de población a fin de facilitar la lectura y sin intencionalidad de discriminación ni de tratamiento sexista del lenguaje.

2. Introducción y Marco Teórico

2.1 La Web, las Redes Sociales e Internet como Recursos Educativos

Un servicio web es un programa diseñado para facilitar la interacción ordenador-ordenador en internet. Los servicios web normalmente adquieren la forma de una interfaz donde se ejecuta una aplicación (API por sus siglas en inglés). Hoy día la transferencia de información y la comunicación son indispensables para casi cualquier actividad cotidiana del ámbito profesional (también del ocio): la educación, el empleo, el gobierno, el comercio, la gestión de los centros de salud... En concreto, la web es un sistema de interacción que permite el acceso a documentos en formato de hipertextos a través de la red. Un buscador web permite a sus usuarios visualizar páginas que contienen información en forma de texto, imágenes, vídeos u otros archivos multimedia. La web como tal fue creada en 1989 por Tim Berners-Lee cuando trabajaba para el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear).

Hace casi 20 años varios investigadores, entre los que podríamos destacar a Windschitl (Windschitl, 1998), remarcaron las oportunidades que ofrecía el uso de la web como una herramienta educativa en las aulas. En aquel entonces Windschitl abogaba por centrar todos los esfuerzos en explorar la puesta en escena de tres ideas muy concretas: usar la web para resolver las dudas de los alumnos, estudiar las posibilidades y ventajas de la comunicación con y entre los alumnos a través de la web y diseñar métodos de investigación cualitativa para hallar modelos útiles de aprendizaje basados en la web. Esta concepción de la red, novedosa e innovadora en aquellos años, asimilaba la web a un repositorio de información que podría promover experiencias de consulta y aprendizaje más completas y aleccionadoras para los estudiantes, mientras que el docente podía experimentar la asunción de un papel más cercano al guía que al profesor tradicional. De forma adicional también se quiso averiguar qué mecanismos subyacían en los procesos de comunicación entre estudiantes localizados en diferentes países y cuáles de ellos podrían aprovecharse para mejorar el aprendizaje, al tiempo que se estudiaba cómo podían alterarse las visiones de los mismos hacia las culturas ajenas. Todas estas ideas cristalizaron en lo que hoy se conoce como “la web de primera generación” o “web 1.0” (Cormode & Krishnamurthy, 2008). La web 1.0 servía, por tanto, como un recurso educativo de lectura, como si de un libro se tratase. En ella muy poca gente creaba o compartía información más allá de dar su opinión en un foro y la mayoría leía lo que ya había, actuando en la web como meros receptores de conocimiento.

Sin embargo, conforme el acceso a internet se ha generalizado la red y sus usuarios, entre los que contamos a nuestros alumnos, han cambiado y evolucionado, lo

que de igual modo debe ir acompañado por una actualización de las aplicaciones y métodos educativos digitales que los docentes empleemos para con ellos. El término “web 2.0” fue acuñado en el año 2004 y se caracteriza por una transición de la esquemática visión de una web de sólo lectura (web 1.0) a otra de lectura y escritura (McManus, 2005). La web 2.0 permite diseñar y poner en marcha prácticas o tareas que posean un cariz eminentemente colaborativo y participativo, donde se puedan distribuir responsabilidades no sólo entre los estudiantes, sino también en el profesorado (Lankhear & Knobel, 2006). La web 2.0 es tanto una plataforma en la que construir o alojar tecnología digitales educativas innovadoras como un espacio donde los usuarios son tan importantes como los contenidos que “suben” y comparten con otros (Cormode & Krishnamurthy, 2008). Los recursos que conforman el concepto de web 2.0 incluyen entre otros muchos las redes sociales, tales como Facebook, Twitter o MySpace, las plataformas donde se comparten contenidos multimedia, como YouTube o Flickr, y los proyectos o sitios en la red que pretenden desarrollar el conocimiento de forma colaborativa, como Wikipedia, blogs especializados o incluso páginas que favorecen la creatividad artística como Deviantart. Todos estos medios en la red se caracterizan por potenciar y alentar la interconexión de sus usuarios a través de los siguientes canales:

- Abundancia de enlaces entre los usuarios y los contenidos (entre distintas webs)
- Procedimientos simplificados para compartir contenido multimedia.
- Resaltando el perfil de los usuarios al permitirles mostrar sus intereses o personalizar su muro/espacio/canal.
- Facilitando la interacción entre distintas aplicaciones en la red.

Es bastante interesante que la conceptualización de la web 2.0 lleve a considerar el conocimiento como una suerte de “acuerdo colectivo, en el que se combinan hechos con otras dimensiones de la experiencia humana como lo son las opiniones, los valores o las creencias espirituales” (Dede, 2008, pp. 80-81). En cierto sentido el procedimiento de validación del conocimiento se asemeja al de la comunidad científica, dado que se basa en la revisión efectuada por pares o iguales de los usuarios dentro de la comunidad, lo que lleva a que dicho conocimiento sea el reflejo de la visión más aceptada por ésta. En otras palabras, el conocimiento está descentralizado y es accesible y desarrollado por todos los miembros de una amplia comunidad.

Lamentablemente las mentes más jóvenes se adaptan con más facilidad que las de los adultos a las nuevas tecnologías y esto supone la existencia de una desincronización entre las habilidades y aplicaciones digitales que adquieren los docentes y las que poseen sus alumnos. Hoy día los adolescentes prefieren una comunicación múltiple a través de varios canales digitales en lugar de los ahora tradicionales *emails*, mensajes de texto, chats o conversaciones en persona (Lenhart &

Facebook, Instagram and Snapchat Top Social Media Platforms for Teens

% of all teens 13 to 17 who use ...

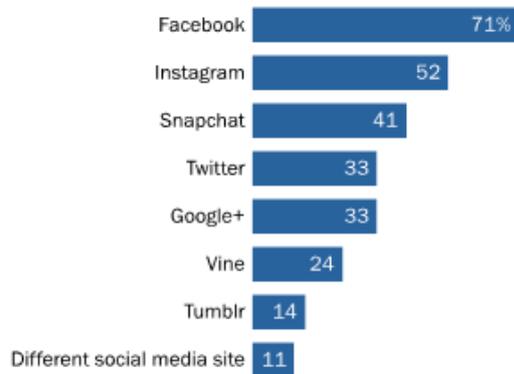


Figura 2.1. Porcentajes de adolescentes estadounidenses (13-17 años de edad) que emplean distintas redes sociales. Tomado de Lenhart, 2015.

Madden, 2007). En el año 2007 el 55% de los adolescentes estadounidenses eran usuarios de tecnologías de la Web 2.0 como las redes sociales, en las que empleaban de media 9 horas semanales fuera del colegio. Según datos de la National School Boards Association. Actualmente (años 2015-16), el 92% de los adolescentes se conectan diariamente a estas tecnologías (Figura 2.1) y un 24% lo hace constantemente a través de sus *smartphones* (Lenhart, 2015). El mundo digital se impone pues, a marchas forzadas, y la educación que impartimos en las aulas no puede rezagarse como ha hecho hasta ahora.

Es interesante observar que aunque la evolución de las tecnologías digitales ha entrado en una fase exponencial de desarrollo, las instituciones educativas aún no han sido capaces de establecer qué papel deben desempeñar en el campo de la enseñanza y el aprendizaje. Con frecuencia los alumnos acuden a su centro educativo en posesión de dispositivos electrónicos de última generación que, sin embargo, han de quedar desconectados o incluso apartados en el aula y fuera de su ámbito de acción. Uno de los ejemplos del enorme desfase entre las herramientas digitales frecuentadas o usadas por los alumnos y las aprovechadas por los docentes son las redes sociales como Facebook (Roblyer, McDaniel, Webb, Herman & Witty, 2010). En la educación superior continúa habiendo una marcada tendencia a no aceptar estas tecnologías (Kleiner, Thomas & Lewis, 2007). No deja de ser curiosa esta actitud, más aún cuando la mayoría de las instituciones universitarias ofrece los denominados cursos *online*. Por otro lado, en la educación secundaria ha habido en los últimos años una corriente, lamentablemente minoritaria, que ha apostado por emplear una serie de redes sociales gratuitas centradas en el contexto educativo como Edmodo, Clever o Kahoo (Revisado por Staff & Noodle, 2016). Ahora bien, el uso que se les da está severamente limitado por las aptitudes del docente hacia las nuevas tecnologías y no es raro que su aplicación se vea reducida a la de una plataforma de entrega de trabajos digital parecidas a las que usan universidades como la de Granada, desperdiciando por tanto la mayor parte de su potencial.

En cualquier caso no ha faltado nunca cierta controversia en torno a qué senda tomar para que la docencia se adapte a los adelantos de la tecnología digital. Hay investigadores que afirman que, de forma contraria a lo que generalmente se cree, las

actividades sociales *online* que hacen los jóvenes no están siempre desprovistas de un importante componente intelectual, como si realmente no fuera estrictamente necesaria la supervisión de los profesores sobre estas actividades debido a que los alumnos sepan gestionar su participación de forma responsable (DeGenaro, 2008; Greenhow, Robelia, & Hughes, 2009), cuando es evidente que la mayoría de los niños reservan su tiempo en la red para prácticas lúdicas o, al menos, no académicas, salvo cuando un adulto les insta a ello. Incluso es frecuente que haya voces a favor de que las tareas matemáticas de cálculo sean efectuadas por ordenador para liberar las mentes de alumnos y profesores y que así puedan dedicarse a “procesos mentales más exigentes” (Greenhow, Robelia, & Hughes, 2009, p.248), lo que es fundamentalmente ridículo en vista a las carencias en matemáticas y ciencias demostradas por los estudiantes norteamericanos (y españoles, no lo olvidemos) puestas en evidencia por los últimos informes PISA- en relación a los alumnos de los países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Sin ir más lejos, en el informe PISA de 2012 las calificaciones medias de la OCDE alcanzaron un hipotético puesto 26 de 67 totales (pues en esta experiencia participaron también alumnos de países no integrados en la OCDE), mientras que los resultados de España y EEUU quedaban relegados al puesto 34 y 37 respectivamente.

Aunque los adolescentes ansían usar un abanico más amplio de tecnologías digitales en el ámbito académico, las instituciones educativas siguen ancladas en una concepción tradicional del aprendizaje (Dede, 2007). Es decir, se sigue viendo internet como un repositorio creciente de información de sólo lectura, en lugar de una poderosa herramienta que pueda suplantar las actividades y fuentes de información clásicas, a pesar de la manifiesta evolución de las tecnologías en la web, de los hábitos extraescolares de los alumnos y de sus preferencias para el aprendizaje (Dede, 2008; Greenhow, 2006). Como respuesta a esta situación hay quienes apuestan por aplicar la teoría del “aprendizaje ecológico” (Barron, 2006) para conceptualizar, estudiar y enlazar aprendizaje y enseñanza a través de los espacios dedicados a la web 2.0. Barron (2006) define el aprendizaje ecológico como el conjunto de elementos dispuestos en espacios físicos o virtuales que proporcionan la oportunidad de aprender. Esta teoría considera que en el proceso de aprendizaje los individuos están implicados en varias actividades a la vez, que ellos mismos crean ambientes educativos mientras realizan esas actividades, cuyos límites no son cerrados y pueden ser franqueados por esos individuos cuando sus propios intereses les motivan a dedicarle tiempo, recursos y libertad para llevar a cabo las mencionadas actividades (Barron, 2006). Por ejemplo, lo que los niños aprenden fuera del colegio puede condicionar la forma en que aprenden en el colegio cuando lo hacen a través de proyectos basados en sus intereses (Barron, 2004).

Así mismo conviene recordar que varios estudios han focalizado su atención en averiguar cómo se producen las búsquedas de información de los estudiantes. Entre las

conclusiones extraídas de esas investigaciones está el hecho de que los estudiantes encuentran muchas dificultades para hallar información *online* y discernir cuál es cierta o fiable y cuál no (Hoffman, Wu, Krajcik & Soloway, 2003). Por otro lado, no ha habido muchos trabajos que hayan indagado en la creación de material multimedia en la red o en su participación en la Web a través de artefactos multimedia generados por ellos mismo (Buckingham, 2005). Aunque, por supuesto, crear contenido multimedia no tiene que ser necesariamente lo mismo que crear conocimiento, como pueda ser el caso de las páginas wiki, donde se sintetiza un amplio rango de contenidos, pero que, no obstante, apenas supone la producción de patrones significativos, composiciones o ideas que no existieran ya previamente, lo que permitiría el avance del conocimiento en el campo concreto donde se encuadran (Anderson & Krathwohl, 2001). En todo caso, es interesante considerar los blogs, wikis y sitios web donde se comparten fotos, vídeos y archivos de audio como herramientas útiles para lograr que los alumnos se comprometan en promocionar su trabajo, mientras evalúan según su propio criterio el de otros.

¿Por qué entonces hay tan poca representación real de estas tecnologías entre las metodologías de enseñanza rutinarias de los centros educativos? Una razón por la que las tecnologías de la web 2.0 todavía no están ampliamente integradas en la educación primaria, secundaria y el bachillerato es la falta de modelos elaborados por los profesores. A los docentes les faltan conocimientos en este ámbito, además de carecer de prácticas docentes o cursos refrendados por investigaciones objetivas, lo que les lleva a no ser capaces de saltar cualitativamente del modelo de web 1.0 a web 2.0. (Bull, Thompson, Searson, Garofalo, Park, Young & Lee, 2008). Si bien es cierto que algunos docentes están ya tanteando las opciones educativas ofrecidas por la web 2.0, no deja de ser una tímida respuesta en relación al grueso de cuerpos docentes que siguen anclados en la enseñanza más tradicional. My Delicious es un servicio de *bookmarking* social y es un ejemplo excelente del concepto de “escolarización social” que forma parte de esa corriente innovadora antes mencionada. Esta práctica pretende reunir en la web 2.0 la forma en que las academias gestionan la educación de sus alumnos matriculados. Es una manera de conectar las prácticas académicas formales, como la elaboración de artículos o trabajos evaluados por un sistema de revisión por pares, con otro más informal, centrado en actividades que se pueden llevar a cabo en las redes sociales, como publicar o compartir vídeos o archivos de audios de conferencias o exposiciones relacionadas con el tema de trabajo (Cohen, 2007).

Casi a la vez que se acuñara el concepto de web 2.0 surgió el término de web 3.0, que fue promovido por investigadores que rechazaban la propuesta digital de la primera. La diferencia entre ambos conceptos y sus características fundamentales aún son objeto de un acalorado debate, lo que se ha traducido en que los límites de ambos términos son aún difusos y poco consensuados. Según Naik y Shivalingaiah (2008) la

web 3.0 describe la evolución del uso de la web en una base de datos compartida, cuyos contenidos sean accesibles desde múltiples aplicaciones sin la necesidad de un buscador, que prescinde de las técnicas AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) de desarrollo de webs propias de la web 2.0. En teoría, la web 3.0 aboga por un modelo en la red de “leer-escribir-ejecutar” (Figura 2.2). De este modo, la web 3.0 serviría para elaborar servicios y contenidos de gran calidad interconectados e interactivos a través del uso de las tecnologías de la web 2.0 como plataforma mediadora (Zeldman, 2006), tal y como hacen la web Geoespacial o la web 3D. La predominancia de una u otra visión de la web será resuelta en los próximos años, aunque lo cierto es que actualmente (2016) las tecnologías de la web 2.0 son las más extendidas en los ámbitos educativos más innovadores.

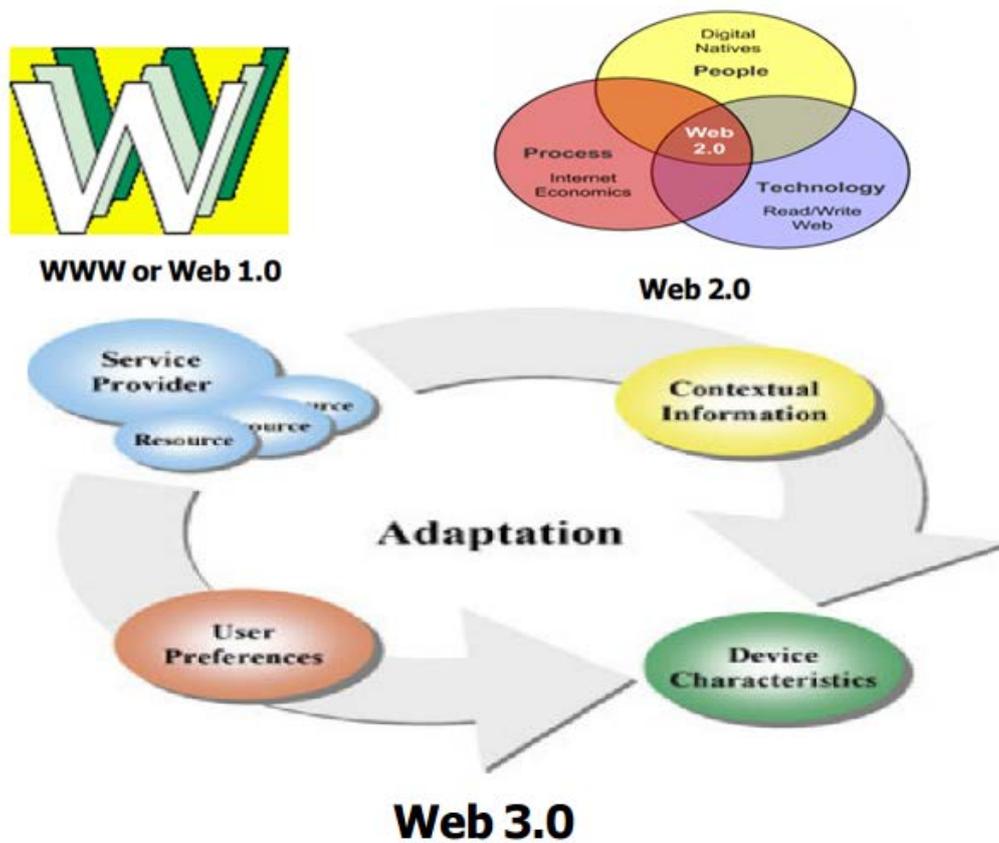


Figura 2.2 Representación esquemática de las tres grandes interpretaciones de la Web en el ámbito educativo: web 1.0, web 2.0 y web 3.0. Adaptado de Naik, 2008.

2.2 La Gamificación

El objetivo de la gamificación (Werbach & Hunter, 2012) es lograr el compromiso de los alumnos durante el aprendizaje mediante el juego y la competición (Fitz-Walter, Tjondronegoro & Wyeth, 2012). Cuando un usuario alcanza un objetivo específico hay recompensas, que generalmente se otorgan a través de un sistema de puntuación (Liu, Alexandrova & Nakajima, 2011). Así se pone a disposición de los

usuarios un sistema basado en la puntuación, los récords de logros, las clasificaciones y las medallas para motivarlos. En el contexto concreto de la educación, la gamificación permite a los estudiantes recibir un *feedback* instantáneo de sus progresos en el aula y el reconocimiento de haber completado una tarea (Kapp, 2012). En teoría, esta metodología genera mayores oportunidades para que los estudiantes se comprometan y motiven al realizar las actividades (Simoës, Redondo & Vilas, 2012), pero tras numerosos estudios de investigación en la materia (Gibbs & Poskitt, 2010) todavía se detectan dificultades para que los alumnos se comprometan realmente. Hay autores que creen que es un objetivo muy complejo aquel que pretende alcanzar la implicación total de los estudiantes, dada la implícita necesidad de que éstos desarrollen por completo su potencial de aprendizaje para llevar a cabo dichas actividades (Gapp & Fisher, 2012).

Actualmente hay una fuerte corriente que defiende que el compromiso de los alumnos con las actividades académicas está íntimamente relacionado con los cambios introducidos en el contexto (Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004). Es decir, la confianza de los estudiantes, sus relaciones con los compañeros, la estructura del aula, la apuesta por la autonomía o las características particulares de las actividades a desarrollar son factores que interfieren en la actitud de los estudiantes ante las actividades propuestas (Finn, Pannozzo & Voelkl, 1995)

Los investigadores llevan largo tiempo tratando de entender por qué los juegos son tan atractivos, y la conclusión más aceptada es aquella que estipula que su interés radica en la combinación de fantasía, reto y curiosidad que despierta en los jugadores, además de su capacidad para lograr que dichos jugadores se impliquen de tal manera en el proceso que se sumerjan en un estado mental denominado “flujo”, en el que su concentración no se desvía del juego en sí mismo (Kirriemuir & McFarlane, 2004).

Según Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke (2011), el término gamificación surgió en el año 2008, pero no se popularizó hasta el año 2010, generalmente asociado a los medios digitales. En realidad su empleo cobró verdadera importancia con la publicación de diversos libros centrados en su aplicación en campos distintos. Un buen ejemplo sería “Reality is broken” de Jane McGonigal (2011), donde se especifica que el uso de juegos no necesita forzosamente centrarse tan sólo en el ámbito del entretenimiento y que las habilidades que se ejercitan durante el juego pueden ser útiles herramientas para resolver problemas en la vida real.

En el contexto de la educación, el juego es considerado una parte importante para desarrollar el conocimiento y el compromiso de los estudiantes (Ellis, Heppell, Kirriemuir, Krotoski & McFarlane, 2006). Una posibilidad para incorporar los juegos y

promover el compromiso de los estudiantes es la adopción de técnicas de gamificación en el diseño de situaciones de aprendizaje. Ahora bien, es importante considerar que la estrategia escogida puede alterar significativamente el nivel de compromiso de los estudiantes, de modo que no hay que tomar esta decisión a la ligera. De hecho, se ha sugerido que la gamificación en la educación no debe quedar únicamente restringida a la asignación de puntos o medallas cada vez que un estudiante visualice una lección o entregue un trabajo (Kapp, 2012). Por tanto, es verdaderamente relevante la posibilidad de recurrir a otras estrategias lúdicas, lo que puede despertar la creatividad del alumno, dejar lugar al error, promover el intercambio de experiencias y construir situaciones de aprendizaje en el que sea posible seleccionar libremente una entre varias opciones.

La mecánica y la dinámica del juego son dos herramientas importantes relacionadas con el concepto de gamificación (Law, Kasirun & Gan, 2011). La mecánica sirve para configurar las reglas y beneficios que forman parte del juego, lo que incluye el reto, la diversión, los premios o cualquier otra emoción esperada por quienes han diseñado el juego (Bunchball, 2010). Precisamente Buchball considera que esas emociones son el resultado de los deseos y motivaciones del individuo, y suponen pues la denominada dinámica del juego. Sin embargo, hay autores que creen que la mecánica del juego es la responsable del funcionamiento mismo del juego, ya que permite que el jugador tenga un control total de todos los niveles del juego y que pueda así decidir qué estrategia seguir, mientras que la dinámica se compone de las interacciones de los jugadores con la mecánica (Zichermann & Cunningham, 2011).

Algunas de las mecánicas de juego más empleadas son: la puntuación, aunque se recomienda que cuando se emplee como *feedback* constante para un individuo, ésta no sea pública (Werbach & Hunter, 2012); las escalas de niveles alcanzados en base a las habilidades adquiridas, los retos, los trofeos o las medallas (en este caso es indispensable proporcionar un lugar, real o virtual, donde los usuarios puedan mostrar sus logros al resto de participantes); los bienes virtuales y las tablas de clasificación, donde se muestre la posición de los usuarios respecto a los demás, lo que explota la competición como un incentivo para mejorar el comportamiento, aunque hay quien afirma que no deberían usarse nunca como mecanismos únicos, ya que podría condicionar la actitud y ejecución de la tarea de otros usuarios (Werbach & Hunter, 2012).

La motivación de los jugadores hacia la mecánica de juego se consigue mediante la dinámica del mismo (Bunchball, 2010). Esto se debe a que las personas siempre tienen deseos y necesidades fundamentales como el estatus social, la competición o el altruismo, entre otros. Si se selecciona el panel de juegos adecuado para cada grupo humano, en base a las mecánicas más apropiadas para éste, ya sea en una web o en un

contexto comunitario concreto, será posible organizar una experiencia que estimule el comportamiento de los individuos al satisfacer una o varias de esas necesidades. Algunas de las necesidades son las recompensas, tangibles o virtuales, el estatus, las sensaciones de éxitos y autorrealización o la competición. La competición es una herramienta singular porque se ha observado que es mucho más sencillo conseguir los mejores niveles de competencia de los competidores cuando saben que el ganador será premiado. La razón de este fenómeno tiene mucho que ver con un tipo de satisfacción que sólo se obtiene cuando el individuo puede comparar sus habilidades y resultados con el de los demás.

No existe en la bibliografía un consenso real acerca de la definición del compromiso o implicación del estudiante con la realización de las actividades gamificadas. Según Fredricks, Blumenfeld, & Paris (2004) hay tres definiciones diferentes de compromiso en la bibliografía: aquella relacionada con el comportamiento, la emocional y la cognitiva. La ligada al comportamiento conlleva la participación y la implicación de los estudiantes en el colegio y en las actividades extracurriculares, además de requerirles actitudes positivas durante la resolución de las tareas. En el caso del compromiso emocional es preciso que los estudiantes experimenten reacciones afectivas y emocionales mientras efectúan las actividades, como pueden ser el interés, la felicidad, el disgusto, la frustración o el bienestar. Finalmente, el compromiso cognitivo exige una inmersión psicológica del estudiante en el proceso de aprendizaje, que está marcada por el esfuerzo realizado por el alumno para comprender lo que ha estudiado y alcanzar niveles superiores de conocimiento en un área específica. Sin embargo, uno de los problemas más destacados es que tampoco hay acuerdo en la comunidad investigadora acerca de cuáles son los mejores indicadores de la implicación de los alumnos cuando son sumergidos en el aprendizaje gamificado. En consecuencia, es difícil comparar los resultados extraídos de estudios diferentes, ya que para considerar que se han alcanzado estas tres modalidades de compromiso cada autor recurre a un amplio rango de condicionantes señalados en la bibliografía, como la relación alumno-profesor (Russell & Slater, 2010), el espacio de tiempo proporcionado para resolver la actividad (Parsons & Taylor, 2011), la participación del estudiantes en los debates de clase para evidenciar su motivación (Akey, 2006), la colaboración entre compañeros (Bulger, 2008) y las relaciones establecidas cuando se trabaja en equipo (Saaed & Zyngier, 2012) o un alto nivel de diversión y entretenimiento (Shernoff, Csikszentmihalyi, Shneider & Shernoff, 2003).

Las plataformas de insignias son servicios de software que apoyan el paradigma de la nube computacional, como Vivo Miles, Youtopia o ClassDojo (da Rocha Seixas, Gomes & de Melo Filho, 2016). En estos sistemas, los individuos o instituciones pueden crear un tipo especial de técnica de gamificación que emplea chapas o insignias para atribuir premios a los usuarios a través de actividades concretas (Sandheinrich,

2013; Wardrip, Abramovich, Kim & Bathgate, 2016). Este tipo de plataformas permite gestionar un sistema de recompensas donde los profesores pueden premiar a sus estudiantes con puntos. Normalmente se permite a las escuelas personalizar la plataforma de acuerdo a sus propios objetivos e iniciativas académicas. En ella los profesores tienen acceso a una interfaz donde pueden comprobar cuántas insignias tiene cada uno de sus estudiantes.

El compromiso de los estudiantes, al margen de cómo se promueva, debe estar siempre basado en razones educativas (Beer, Clark, & Jones, 2010). En cualquier caso es imprescindible tener en cuenta el perfil de los alumnos y la disponibilidad de recursos en el centro para diseñar actividades académicas que puedan motivar ese compromiso (Laird, Smallwood, Niskode-Dossett & Garver, 2009). Es evidente que cuando se logra coordinar y hacer converger los objetivos actitudinales, conceptuales, instrumentales y cognitivos de las actividades gamificadas se puede alcanzar la implicación de los estudiantes (da Rocha Seixas, Gomes & Melo Filho, 2016). En consecuencia, se puede aseverar que la gamificación puesta al servicio de propósitos educativos puede actuar como un poderoso factor que determine el compromiso de los alumnos en un contexto académico (da Rocha Seixas, Gomes & Melo Filho, 2016; Denny, 2013).

2.3 El Aprendizaje a través de los Videojuegos

La falta de atención y compromiso generalizados en los estudiantes es un problema de carácter internacional, dado que entre un quinto y un cuarto de los alumnos de los 28 países miembros de la OCDE están catalogados como individuos de baja participación y/o escasa sensación de pertenencia al resto de la clase (Drigas, 2014; Willms, 2003). Se han propuesto muchas estrategias educativas para combatir el estado de apatía que sufren muchos de estos estudiantes, y entre ellas, una de las más prometedoras es aquella que se sustenta en los mismos principios en torno a los que gira la industria del videojuego (Connolly, 2012) y la gamificación (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014). En un contexto lúdico-educativo ideal los alumnos deben aprender a resolver problemas complejos y en el mundo del videojuego éstos incrementan su dificultad conforme se avanza en el mismo, de modo que cada problema se convierte en un entrenamiento del jugador para que alcance un nivel de habilidad superior con el que enfrentarse al siguiente reto. Los jugadores o *gamers* están motivados a aprender porque el mecanismo de plantear una solución hipotética, ponerla a prueba y reaccionar al ensayo se desarrolla en un mundo imaginario. Además, los videojuegos fuerzan constantemente al individuo a jugar al límite de sus habilidades, lo que termina siendo adictivo, ya que el jugador se reta a sí mismo a mejorar sus capacidades para avanzar en el juego y alcanzar unos objetivos muy claros a través de una información siempre disponible. Lograr que esa información cobre sentido es un objetivo intrínseco a los videojuegos, tal y como McGonigal (McGonigal, 2011) observó:

En un buen videojuego siempre estás jugando al límite de tus habilidades, a un paso de caer y perder la partida. Tanto es así, que cuando caes sientes la urgente necesidad de volver a ponerte en pie y comenzar de nuevo el ascenso. Esto se debe a que no hay nada tan cautivador e interesante como el de trabajar al límite de tus capacidades (McGonigal, 2011, p.24).

Se ha observado que los juegos de ordenador organizan el aprendizaje mediante estrategias que mantienen a los jugadores pegados a sus sillones al fomentar interés en el juego durante horas, días o incluso semanas. Los jugadores afinan sus habilidades y construyen conocimiento mientras continúen jugando. Algunos desarrolladores de videojuegos han descrito que estos contextos de aprendizaje estratificado de probada efectividad se basan en la explotación de varios principios interrelacionados: el reto, la habilidad, el compromiso y la inmersión (Bellevue, 2007, 2011). Sin embargo, no es frecuente que los diseñadores de videojuegos busquen o se preocupen porque ese aprendizaje tenga una aplicación en el mundo real. El estudio realizado por Hamari (Hamari, 2016) se ha centrado en investigar los cuatro factores psicológicos mencionados que se cree que son imprescindibles para conseguir un buen videojuego y una buena experiencia de aprendizaje empleando videojuegos dirigidos a la enseñanza de la física, tal y como se predijo en la teoría de las experiencias de flujo (Csikszentmihalyi, 1991). La teoría del flujo considera el reto y la habilidad como los dos elementos fundamentales para alcanzar el estado de “flujo” y que, además, de ellos se desprenden el compromiso y la inmersión, conceptos éstos últimos que se cree que son marcadores del aprendizaje.

2.3.1 Flujo, Compromiso e Inmersión en un aprendizaje basado en videojuegos.

Los juegos serios, la gamificación y el aprendizaje basado en juegos se diferencian de los videojuegos de entretenimiento en que aunque los primeros también son divertidos, en realidad su diseño tiene propósitos distintos al entretenimiento y el ocio (Davidson, 2008; Hamari, & Tuunanen, 2014), como son la educación o el entrenamiento. La integración del trabajo y el juego da lugar al mencionado estado que Csikszentmihalyi en 1990 denominó “flujo”. Este término hace referencia a un estado mental caracterizado por una concentración claramente centrada y una elevada diversión durante el desempeño intrínseco de actividades interesantes (Shernoff, Csikszentmihalyi, Schneider, & Shernoff, 2003). El flujo también está relacionado, evidentemente, con el aprendizaje, el desarrollo de talento, el éxito académico y la consecución creativa de objetivos en las profesiones (Csikszentmihalyi, 1996). Es curioso que ya haya numerosos estudios que predigan que los ambientes condicionados por la gamificación y el aprendizaje basado en juegos serán lugares cada vez más frecuentes para desarrollar el currículo educativo y lograr que los alumnos adquieran

con más facilidad el estado de flujo (Crisp, 2014). Más aún, hay trabajos que de hecho indican que estas tecnologías verdaderamente desencadenan situaciones y experiencias de flujo (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014; Procci, 2012) y que poseen el potencial necesario para alterar positivamente los resultados del aprendizaje posterior (Barzilai, 2014). No obstante, es necesario advertir que igualmente hay estudios que no han hallado una asociación significativa entre unos y otros (Brom, Bromov, Decht, Buchtov & Pergel, 2014).

Según Csikszentmihalyi (Csikszentmihalyi, 1996) la condición esencial para alcanzar una situación de flujo es que el individuo emplee un alto nivel de habilidad para enfrentarse a un reto significativo. Por tanto, la actividad no debe ser demasiado sencilla para la capacidad del sujeto, pero tampoco excesivamente complicada, de modo que sea factible llevarla a cabo, es decir, que el individuo tenga unas probabilidades de éxito razonables si se compromete a esforzarse. Esta premisa determina que el desarrollador de la actividad debe cuidar que haya siempre un delicado equilibrio entre la dificultad del reto y las habilidades del estudiante para cumplirlo. Las combinaciones posibles de dificultad y nivel de habilidad del sujeto dan lugar a distintas reacciones psicológicas: apatía (poca dificultad combinada a escasas habilidades), relajación (poca dificultad ante alta habilidad), ansiedad (gran dificultad frente a poca habilidad) y por supuesto estado de flujo (gran dificultad ante elevada habilidad) (Strati, 2012).

2.3.2 Reto y habilidad en el aprendizaje basado en el juego

De acuerdo con la teoría común de Bronfenbrenner (Bronfenbrenner, 1979) y Csikszentmihalyi (Csikszentmihalyi, 1991) las tareas de clase más complejas desde un punto de vista cognitivo y que suponen un mayor reto son las que logran obtener un compromiso más profundo de los estudiantes para su resolución. Precisamente se ha observado que esta dinámica de reto-habilidad también incrementa la motivación de los jugadores durante el desarrollo de sus capacidades (Fullagar, 2013). Es más, aunque algunos estudiantes puedan llegar a percibir el que sean retos como algo laborioso y desagradable, la mayoría de ellos afirma que le gusta el reto, aprecian la complejidad cognitiva y desean trabajar duro para resolver los deberes que suponen el reto (Newmann, 1992).

También hay investigaciones que señalan que los estudiantes se motivan más si tras probarse a sí mismos se perciben como competentes (Covington, 1985). La percepción de las habilidades y la competencia ha sido concebida durante mucho tiempo como uno de los más importantes determinantes de las expectativas de éxito entre los alumnos (Nicholls, 1979). En particular hay quien ha argumentado que la percepción de los estudiantes de su propia competencia, y de cómo ésta correlaciona con la estimación

de las posibilidades de éxito frente a un reto, es el elemento motivador fundamental (Nicholls, 1979).

El compromiso que acompaña a las experiencias de flujo refleja un estado de absoluta absorción mental frente a un problema-reto que no permite que el sujeto pueda prescindir de energía alguna para distraerse. Toda la atención se centra en estímulos relevantes para la consecución del objetivo final. El nivel más elevado de concentración está frecuentemente acompañado por la sensación de que la tarea va bien, que uno está teniendo éxito en su ejecución e incluso por sentimientos de paz interior, regocijo o asombro.

La dinámica de reto-habilidad presenta un principio de crecimiento intelectual inherente al aprendizaje: cuando se está aprendiendo una nueva habilidad, el reto que supone la tarea más sencilla puede abrumar al estudiante, cuyo nivel de habilidad es elemental. Por ello, para alcanzar un estado de flujo, el nivel de habilidad debe corresponder con la dificultad de la tarea. Gracias a que la mayoría de los videojuegos permiten que el jugador ajuste el nivel de dificultad conforme se incrementan sus capacidades, el continuo ciclo de nuevos retos da lugar a una construcción gradual de competencias en crecimiento (Fullagar, 2013).

2.3.4 Compromiso e Inmersión en el aprendizaje basado en el juego

El concepto de compromiso en el contexto que nos ocupa se entiende como la concurrencia simultánea en el tiempo de una elevada concentración, interés y diversión encerrados en la experiencia de flujo. Se piensa que estos tres fenómenos están relacionados con el aprendizaje (Shernoff, 2013). Por ejemplo, la concentración está ligada al denominado aprendizaje significativo (Montessori, 1967). Por su parte, el interés dirige la atención, reflejando así la motivación intrínseca a la tarea, lo que estimula el deseo de continuar comprometido con la actividad y se relaciona con el éxito escolar (Schiefele, 1992). Finalmente la diversión es una sensación positiva relacionada con la posibilidad de exhibir las propias habilidades y competencia (Csikszentmihalyi, Rathunde, & Whalen, 1993). En base a esto, se puede afirmar que el compromiso se acentúa cuando estos tres componentes confluyen a la vez al realizar una actividad. Actualmente el compromiso se puede clasificar en tres subtipos: de comportamiento, cognitivo y emocional (Fredricks, 2004). Todos ellos están lógicamente relacionados (Pellas, 2014) en cualquier tipo de ambiente edificado sobre el principio de aprendizaje basado en el juego: como se ha visto que sucede cuando se “estorifica” (recurso educativo, muy empleado en historia, por el que la narrativa puede ser usada como herramienta para evitar la fragmentación del conocimiento cuando se trabajan temas muy amplios o complejos) la historia mediante juegos de móvil (Akkerman, 2009),

cuando se emplean voces en *off* en los videojuegos (Byun, 2014) o cuando se usa un formato de aprendizaje basado en el juego en cursos no universitarios (Coller, 2009), donde se han obtenido resultados mejores de compromiso que en situaciones de control más tradicionales. Aunque no debemos olvidar que el compromiso en juegos educativos también depende de la calidad de la experiencia del juego y la naturaleza de las tareas educativas (Deater-Deckard, 2014; Eseryel, 2013).

Algunos estudios han concluido que el incremento del compromiso de los estudiantes mejora el aprendizaje, mientras que las experiencias de flujo sólo lo potencian. En otras palabras, el flujo tiene un efecto positivo en la ejecución del juego, pero no necesariamente en los resultados del aprendizaje, mientras que si los estudiantes están comprometidos con la tarea dentro de una competición, tanto más aprenden (Admiraal, 2011). A pesar de ello también hay estudios que resaltan lo contrario, que el juego mejora el aprendizaje, mientras que el compromiso apenas varía (van der Spek, 2013). En cualquier caso, parece claro que los condicionantes de un aprendizaje efectivo en contextos de aprendizaje basado en el juego son muy parecidos, si no los mismos, que durante la gamificación y que el efecto del compromiso es el mismo en ambos supuestos. En el contexto del aprendizaje Huizenga, Admiraal, Akkerman & Ten Dam (2009) ha llegado a la conclusión de que para que la solución basada en el juego tenga un efecto en el aprendizaje es imprescindible que antes los estudiantes se comprometan con el juego.

Igualmente se ha descrito que la sensación de inmersión que caracteriza las experiencias de flujo también se relaciona con el aprendizaje, además de con las emociones (Fassbender, 2012). Por ejemplo, hay experimentos en neurociencia que han demostrado que cuando un lector está completamente sumergido en una novela, no sólo se activan las áreas responsables de la atención en el cerebro humano, sino que también “ilumina” áreas que controlan y afectan las emociones (Thompson & Vedantam, 2012). Además, hay evidencias que sugieren que la fantasía implícita a las simulaciones y los juegos promueve la motivación de forma natural y puede potenciar el aprendizaje si se compara con procesos de instrucción carentes de elementos de fantasía (Lepper, & Hodell, 1989), en parte gracias a que dirige la atención hacia elementos relevantes del ambiente de aprendizaje (Lepper, & Malone, 1987). Ahora bien, hay una remarcada escasez de estudios que investiguen la relación existente entre la inmersión y el aprendizaje en ambientes de aprendizaje basados en el juego. Quizás quepa señalar entre esos pocos estudios aquel que recientemente ha encontrado una correlación positiva entre ambos conceptos (Cheng, 2015), aunque es imprescindible recordar que aún no se cuenta con datos empíricos robustos en la bibliografía que apoyen con certeza la relación entre flujo, reto, habilidad, compromiso e inmersión con un impacto positivo en el aprendizaje. La hipótesis más aceptada por el momento es aquella que infiere que un incremento de actividades reto-habilidad proporciona un incremento en el grado de

compromiso e inmersión del estudiante, que a su vez desemboca en una mejora del aprendizaje (Figura 2.3). Hamari (2016) validó la premisa de que el reto mejora sustancialmente el nivel de compromiso e inmersión de los estudiantes. También concluyó que el reto tiene un discreto efecto positivo, directa e indirectamente, en el aprendizaje percibido. No obstante, el efecto directo del reto sobre el aprendizaje demostró ser mucho menos importante que aquel causado por el compromiso, aunque sorprendentemente mayor que la mejora del aprendizaje ocasionada por la inmersión, cuya importancia se vio reducida en la ecuación (ver Figura 2.3). Es más, el efecto positivo indirecto del reto sobre el aprendizaje a través del compromiso, pero curiosamente no de la inmersión, fue mucho más importante que el directo. A su vez, fue significativo que el nivel de habilidad en el juego del estudiante provocara sólo una reducida mejora en el compromiso y la inmersión, al tiempo que quedó contrastada su independencia con respecto al aprendizaje percibido.

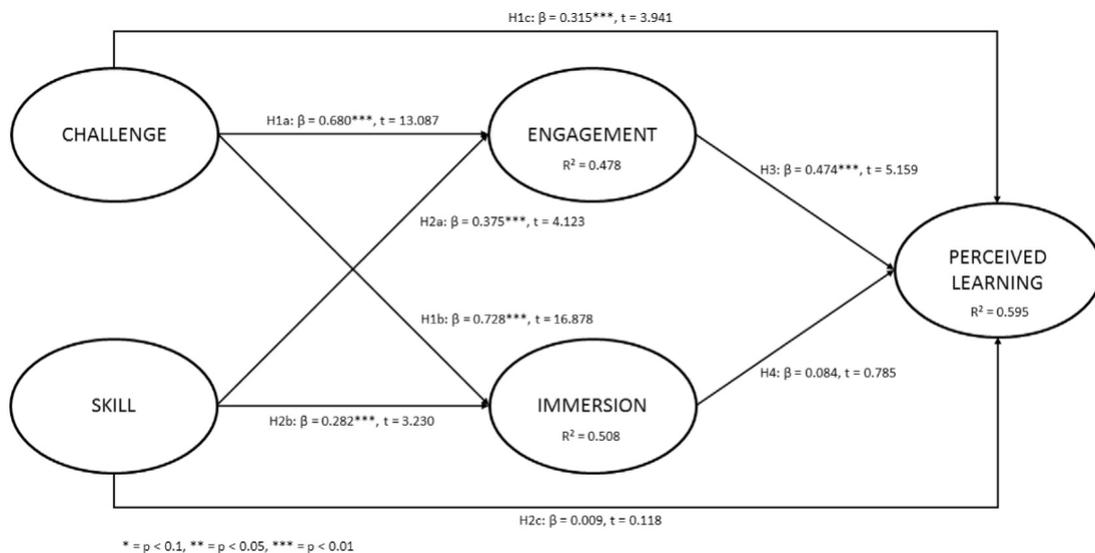


Figura 2.3 Relación entre los conceptos de reto, habilidad, compromiso, inmersión y aprendizaje percibido en la enseñanza de las ciencias a través de videojuegos educativos y su significación estadística. Resultados tomados del estudio de Hamari, 2016.

2.4. El Cine como medio para dinamizar la Educación Científica

Actualmente es habitual asociar el cine o la televisión a la idea de placer o esparcimiento, dado su origen. Sin embargo, el cine puede ser empleado como una poderosa herramienta didáctica en las aulas (Gouyon, 2016). Permite construir conocimientos científicos específicos, valores sociales, habilidades concretas o aprendizajes sociales y antropológicos, a estudiantes y audiencias variadas. Su fuerza radica en su capacidad para motivar y estimular la reflexión y el análisis a través de mecanismos emocionales (De Puig, 2006). En el ámbito educativo se han realizado numerosas experiencias relacionadas con el séptimo arte desde la etapa de primaria a la universidad (Cottone & Byrd-Bredbenner, 2007; Pérez Parejo, 2010).

Últimamente ha sido frecuente su uso para proporcionar una perspectiva humanística (social, ética...) a estudiantes de profesiones relacionadas con las ciencias biomédicas, ya que varios estudios han señalado que los estudiantes biosanitarios con una formación humanista, además de científica y técnica, están mejor preparados para hacerse cargo de pacientes.

El término “cinemaducción” define toda metodología que implemente la educación a través del uso de secuencias de películas o películas enteras para complementar la formación de estudiantes de ciencias de la salud desde un punto de vista psico-social (di Bartolo & Seldomridge, 2009).

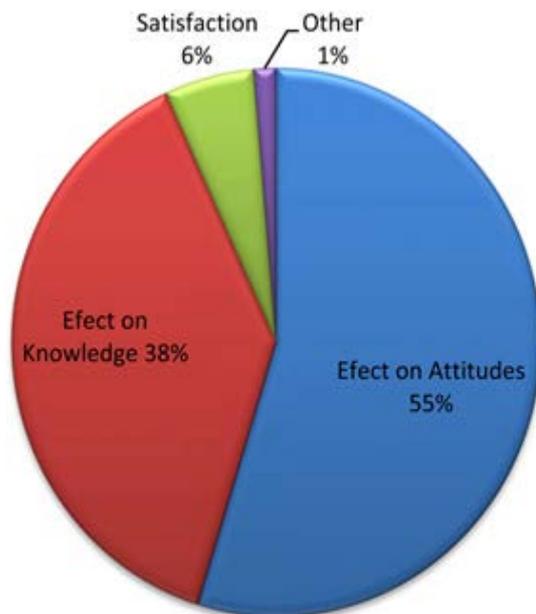


Figura 2.4. Objetivos del uso de películas comerciales en ambientes educativos a partir de una muestra de 54 casos. Tomado de Díaz Membrives, Icart Isern & López Matheu, 2016.

El trabajo de Díaz Membrives, Icart Isern & López Matheu (2016) se encargó de realizar una búsqueda de publicaciones científicas en las que el objeto de estudio fue el impacto de emplear películas de cine (de más de 60 minutos) como experiencia educativa. Después de seleccionar 54 artículos publicados entre 1990 y 2012 que se ajustaron a las condiciones de la búsqueda, se llegó a la conclusión de que las películas como recurso educativo se usan mayoritariamente en medicina (44%) y en los grados de enfermería y afines (31%), seguidos muy de lejos por psicología, biología, nutrición y dietética, farmacología y comunicación (Figura 2.4). Además, más de la mitad de los mismos estudiaban casos en los que las películas fueron usadas para ilustrar un concepto o habilidad científica específica

de ciencias de la salud (enfermedad mental, medicina interna, oncología...), es decir, a modo de documental.

Aun así, los autores destacan que desde los años 80 (cuando aparecieron las primeras publicaciones al respecto) el número de artículos científicos que tratan el cine como fuente educativa en ciencias de la salud ha ido incrementándose progresivamente

debido a que su uso ha ido generalizándose en los centros educativos (Cottone & Byrd-Bredbenner, 2007; Welsh, 2003). Más aún, una parte importante de los artículos están dirigidos a tratar el cine específicamente como un recurso educativo. Aunque los autores reconocen que la mayor parte de esos estudios son predominantemente estadounidenses.

Bhagar (2005) afirmó, tras tratar de reproducir una investigación previa de Tarsitani, Brugnoli & Pancheri (2004), que los datos recabados no permiten concluir si el uso de películas comerciales provoca una mejora en el proceso de aprendizaje de conocimientos.

Es sorprendente que el objetivo principal (Figura 2.4) perseguido por el uso de películas comerciales en las aulas no es la de la adquisición de conocimientos (Zauderer & Ganzer, 2011), sino la orientación hacia otros aspectos que son más complejos y difíciles de mensurar, tales como la adquisición de actitudes (más bien modificación) y valores (Bonilla Borrego, 2008; Weerts, 2005).

Es más, los artículos analizados usaron una metodología que consistía en que los estudiantes adoptaran un papel pasivo, como simples espectadores o receptores. Ningún estudio menciona el proceso opuesto, donde los estudiantes usen sus conocimientos teóricos para identificar, reconocer o investigar aspectos teóricos de una enfermedad mostrada en la pantalla para “construir” conocimiento a partir de ahí (Hyde & Fife, 2005). Hay que resaltar que los profesores que pusieron en práctica estas proyecciones carecían de una formación audiovisual específica al respecto, y trabajaron según lo que dictaba como correcto su propia experiencia.

Sin embargo, hay docentes innovadores que apuestan con convencimiento por emplear las películas comerciales como base para organizar actividades científicas, relacionadas directamente con los contenidos del currículo, que motivan a los estudiantes de una manera espectacular gracias a fusionar elementos tradicionales de ocio en un contexto educativo (Dark, 2005). Martha Dark (2005) es un buen ejemplo de una docente que ha puesto en práctica esta propuesta con resultados muy positivos (Figura 2.5).

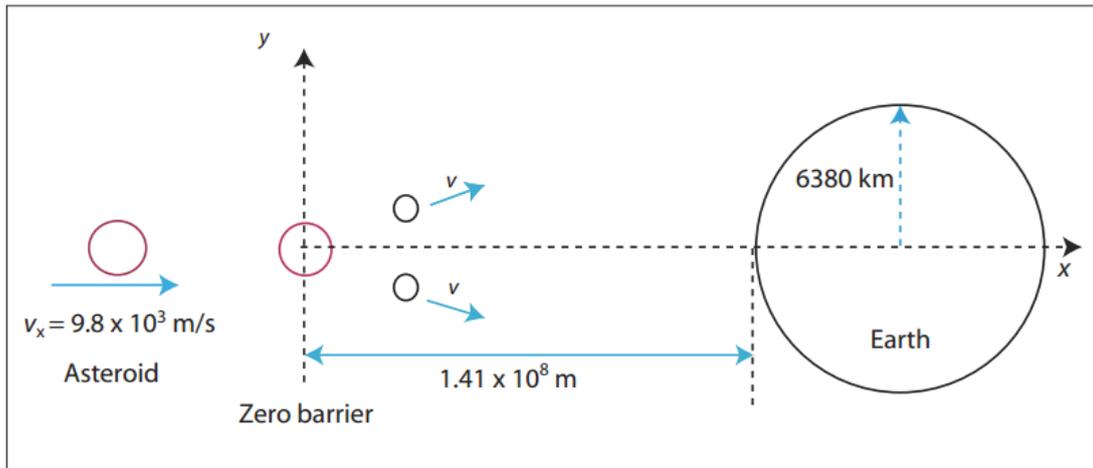


Figura 2.5. Actividad de la película Armageddon. El asteroide se parte en dos por la detonación nuclear efectuada por los protagonistas antes de alcanzar la “barrera cero” al aproximarse a la Tierra. El centro de la masa se desplaza a lo largo del eje X, mientras los dos fragmentos del asteroide viajan con velocidad V y componentes $V_x=9,8 \times 10^3 \text{ m/s}$ y $V_y=1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Tomada de Dark, 2005.

La popularidad de las películas de ciencia ficción es innegable y creciente. Por si fuera poco, estas películas suponen una fuente casi inagotable de recursos para reflexionar sobre cuestiones científicas serias como las del campo de la física: Star Wars, Matrix, Armageddon, El Quinto Elemento... son sólo unas pocas de las cintas más sugerentes para plantear problemas o tareas relacionadas con la cinemática, la dinámica o el electromagnetismo, que además permitirán a los estudiantes experimentar el placer de ocupar el papel de los científicos o héroes de esas fantasías y de descubrir gazapos, erratas o fallos aplicando ellos mismos métodos científicos bajo la guía de su profesor. De igual modo, estas propuestas podrían expresarse fácilmente para los campos de la biología, la química, la medicina o la geología, lo que convertiría el trabajo en el aula o la tarea en el hogar en todo un acontecimiento.

2.5. Punto Muerto para el Modelo de Teoría/Problemas/Laboratorio: La Ventaja de las Actividades Mixtas

Desde hace varias décadas la enseñanza de las ciencias en el aula ha sido objeto de una gran cantidad de estudios de la didáctica. Inicialmente, estos trabajos han tratado de mejorar la eficiencia de la transmisión de conocimientos al alumnado conseguida por el sistema tradicional de enseñanza que considera a los alumnos como meros receptores. La corriente constructivista actual, en la que el alumno debe implicarse en la reconstrucción de los conceptos para aprender, propone que los estudiantes trabajen como investigadores noveles (muy lejos de la denostada estrategia del aprendizaje por descubrimiento que apostaba por tratarlos como investigadores científicos autónomos) que colaboren entre sí en pequeños grupos, pero bajo la dirección del docente, que actuaría como investigador principal. Sin embargo, muchos trabajos recientes se han

centrado en explorar los inconvenientes de no tener en cuenta las preconcepciones científicas de los estudiantes, dejando de lado otros importantes aspectos como la evaluación de la asignatura o las preconcepciones didácticas que arrastra el propio docente y de las que muy a menudo no es consciente. Por este motivo es muy frecuente que los docentes abandonen la aplicación de estrategias innovadoras con un cierto grado de frustración, pues no se obtienen mejoras aparentes en los resultados. No obstante, la estrategia tradicional de enseñanza de las ciencias compone un denso cuerpo de elementos interrelacionados muy cohesionados y la sustitución de ciertos procedimientos complementarios no supone un cambio real de la estrategia y por consiguiente de sus resultados. Es preciso realizar una actualización global y absoluta de la enseñanza de las ciencias para alcanzar los objetivos marcados. Un aspecto fundamental es aquel por el que tradicionalmente se realiza una separación antinatural de los conceptos teóricos de la asignatura, los problemas teórico-prácticos y los ensayos de laboratorio, cuando en la investigación rutinaria de laboratorio no existe semejante distribución. Podría decirse que las viejas costumbres no cambian con facilidad y el papel magistral del docente se mantiene de forma casi inconsciente, incluso cuando se pretende aplicar una estrategia constructivista, convirtiéndola en una mera simplificación. En ese sentido, es corriente que el profesor se erija como agente externo que provoque el conflicto entre las concepciones previas de los alumnos y la realidad científica, lo que puede tener resultados positivos, pero priva al estudiante del proceso por el cual él mismo percibe dicho conflicto y motiva su evolución. El docente extiende esta situación más allá del marco teórico, afectando así al planteamiento y resolución de problemas “de lápiz y papel” o a la forma de abordar las prácticas de laboratorio (Gil Pérez, 1997). El simple hecho de explicarlos por separado es un obstáculo para la comprensión de la labor investigadora y científica, puesto que da a entender la ilógica presunción de que lo primero no está directamente relacionado con los segundo. Los problemas teórico-prácticos son expuestos como no-problemas por el docente, porque busca modelos sencillos que no suponen una verdadera situación de desconcierto o desconocimiento (es decir, un problema) para él mismo, lo que se traduce en que no se enfrenta al mismo como realmente se hace en una investigación. Por ejemplo, no deberían proporcionarse datos concretos en los enunciados porque un investigador no tiene a su disposición esos datos normalmente, sino que él decide qué datos buscar y emplear tras implementar un proceso de hipótesis. Sería, pues, más acertado elaborar enunciados abiertos que fomenten la acción investigadora de los estudiantes. Es más, esos enunciados abiertos a los problemas deberían realizarse a la par que las prácticas de laboratorio, dado que el trabajo real de laboratorio no consiste en meras recetas de cocina, sino en la búsqueda creativa de soluciones en base a hipótesis científicas debatidas y consensuadas con el equipo investigador.

3. Justificación

En lo que sigue, se adoptará un estilo discursivo similar al que subyace en un biograma o un informe autobiográfico narrativo, redactando en primera persona del singular y tratando de adoptar una postura reflexiva y de aportar alternativas metodológicas. Un biograma es una representación de un perfil profesional y biográfico, que destaca los tiempos y espacios más significativos en la conformación de la identidad profesional y la trayectoria vital (Domingo & Fernández, 1999). La elaboración de biogramas permite a los docentes en formación recoger impresiones sobre la práctica en el aula con un marcado carácter reflexivo, proponiendo soluciones potenciales a los problemas que surgen, por ejemplo, de índole metodológica. También basándose en estrategias de reflexión, los informes autobiográficos narrativos son asimismo de gran utilidad a fin de identificar conexiones teoría-práctica en la formación docente. Este tipo de relatos es de sumo interés para la investigación educativa que sigue en un enfoque biográfico-narrativo (Bolívar, 2002; Bolívar, Domingo & Fernández, 2001, citados por Elgue & Sallé, 2014). Consideramos que este estilo discursivo es el más adecuado para el presente trabajo, pues este surge un determinado posicionamiento del autor como docente, que es fruto, tanto de la formación inicial recibida, como de la experiencia vital y profesional adquirida hasta el momento.

La idea que me impulsó a escoger este tema como Trabajo Fin de Máster (TFM) la he ido madurando a lo largo de mis años de experiencia académica. Como alumno de secundaria y bachillerato primero, y de la licenciatura en Bioquímica después, me di cuenta de que la rutina y la monotonía de los métodos tradicionales de impartir clase juegan en contra del aprendizaje mismo, perdiéndose a menudo la posibilidad de entusiasmar a los estudiantes con conceptos y temas de distintas áreas apasionantes. Los escasos y esporádicos intentos de algunos profesores que he tenido por romper con esa monotonía tratando de introducir juegos, retos o competiciones académicas puntuales siempre fueron bien acogidos por mis compañeros y por mí. En la Universidad de Granada una de las asignaturas con más partidarios entre los alumnos de Biología y Bioquímica es “Genética Humana”, no tanto por sus contenidos sino porque muchos de los problemas o actividades que se plantean giran en torno a hipotéticos casos médicos en los que los alumnos se erigen en agudos investigadores que protagonizan la resolución de dichos casos, como si de un juego de rol se tratara. Aunque la mayoría de las actividades responden a un patrón tradicional, con su enunciado, datos e incógnitas, otros incluyen pequeños guiños humorísticos que los tiñen con elementos de telenovelas o seriales. Por ejemplo: un hombre sospecha que su mujer le ha sido infiel y que el último de los tres hijos que ha tenido la pareja no es suyo por lo que recurre al alumno, es decir al profesional en genética humana, para que haga las pertinentes pruebas genéticas. Finalmente, y ya en un tono divertido, los datos demuestran que ninguno es hijo suyo, para solaz del alumnado.

Este tipo de planteamientos favorece que los estudiantes retengan mejor los contenidos y siempre he pensado que deberían extrapolarse a otros campos académicos, incluidos los de secundaria y bachillerato. Esta impresión se ha visto reforzada en mí gracias a los años de experiencia como docente que he tenido la fortuna de ir acumulando, tanto en la Universidad de Granada, como en la academia privada donde imparto clases. A los alumnos de ESO, y lamentablemente a los de bachillerato también, les cuesta muchísimo pensar y razonar. Están muy mal acostumbrados a memorizar, no sólo teoría, sino la resolución de problemas determinados de las áreas científicas. El método tradicional de clases magistrales, en la que los alumnos son meros receptores, sigue fuertemente arraigado en nuestro sistema educativo y eso perjudica enormemente a nuestros alumnos, que al llegar a bachillerato y posteriormente a la universidad se dan de bruces con una barrera que no saben salvar. El 90% de los estudiantes a los que doy clase en mi academia necesita ayuda para resolver problemas porque no saben razonar, no reflexionan, no son capaces de aplicar un método científico planteando hipótesis y poniéndolas a prueba y, desde luego, no relacionan los contenidos, no ya de materias afines, sino de los temas de una misma asignatura. Este es el motivo de que, durante los dos últimos años, haya tratado de captar el interés de mis alumnos y motivar el desarrollo de sus capacidades de raciocinio mediante la elaboración de actividades o ejercicios contruidos en torno a situaciones divertidas o interesantes para ellos y, evidentemente, en relación a los contenidos curriculares en los que necesitan un refuerzo. Matemáticas, física, química, ciencias naturales, geología, ciencias del mundo contemporáneo... en todas esas materias he inventado actividades tales como deducir si Messi le marcará un gol a Casillas al hacer la suma de vectores fuerza, atrapar al culpable de un terrible asesinato mediante la interpretación de las pruebas moleculares del ADN o decidir si un contrabandista de muestras geológicas está tratando de timar a la Universidad al analizar los cristales de una roca volcánica (Figura 3.1). El componente lúdico, el reto de resolver situaciones más propias de un juego de rol, de una de las películas comerciales del momento o de un videojuego, son poderosos elementos que jalean la motivación del estudiante, sumergiéndolo en una actividad amena y divertida, pero al mismo tiempo, comprometida con la aplicación de los contenidos curriculares que sutilmente esconde. No pretendo ser presuntuoso, pero he tenido la oportunidad de confirmar que estas propuestas mejoran la experiencia de aprendizaje en mis alumnos, especialmente entre los de bachillerato, más que nada porque son personas casi adultas conscientes de sus responsabilidades, en la mayoría de los casos, y que poseen ya una importante formación teórica de fondo. Ésta es la razón por la que me he decantado por presentar la propuesta educativa que expongo en este TFM.

A

1. a) Un joven investigador de la nasa detecta con un gran telescopio que en el vecino sistema solar de alfa centauri se ha producido una colisión entre 2 planetas. De este choque se ha desprendido un asteroide del tamaño de E.E.U.U. ^{descubre}
Al estudiar su espectro de absorción de luz que el día de la colisión el espectro corresponde al de la figura A, mientras que al día siguiente corresponde al de la figura B

Figura A infrarrojo 500nm 150nm 200nm UVA
Figura B infrarrojo 480nm 130nm 180nm UVA

El investigador se alarma y da la voz de emergencias, avisando a la Casa Blanca para que se preparen para lo peor.

¿Qué es lo que teme? ¿Ha hecho bien al dar la voz de al-dar-la-voz-de-alarma?
¿en qué fenómeno se ha basado para dar la alarma? Razonar respuesta.

B

4. El decano de la facultad de ciencias de una universidad sueca se siente muy orgulloso de su enorme colección de rocas y minerales de todo el mundo. Tiene las mejores y más antiguas rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.
Un día aparece un representante de una empresa de prospecciones geológicas y le muestra una roca basáltica increíble. Esta roca tiene cristales de cuarzo muy grandes y según las dataciones de la empresa se formó hace 400 millones de años. El decano está asombrado y pregunta dónde la han encontrado. El representante dice que la han obtenido del ~~lecho~~ oceánico durante la extracción de gas natural. Sim dudarlo el decano gasta 2 millones de euros para comprar la prodigiosa roca.
¿Ha hecho bien? ¿Por qué?
Razonar respuesta.

Figura 3.1 Dos ejemplos de las actividades que elaboré el curso pasado para mis alumnos de 1º de Bachillerato siguiendo un claro patrón de retar al alumnos a resolver una situación comprometida en la que toman el rol de protagonistas que deben salvar el día con sus conocimientos científicos recién adquiridos. En la A hay que trabajar con los conceptos de onda y efecto Doppler, y en la B con el ciclo geológico, las dorsales oceánicas y la cristalografía de las rocas volcánicas. Ambas tuvieron buena aceptación, pero la A cosechó mejores resultados entre mis alumnos.

Adicionalmente, debo justificar este trabajo con otros argumentos. He observado durante el desarrollo de mis funciones como profesor universitario cómo mis alumnos de Farmacia, Medicina y Odontología tienen serias dificultades para entender las bases de las principales técnicas moleculares de la investigación biomédica. Estos alumnos, generalmente, no saben interpretar los datos más sencillos, en esencia porque nunca antes han hecho una PCR, un ELISA, un MTT o han mirado a través de un microscopio óptico. Se supone que conocen la teoría, ya que incluso en el bachillerato hay apartados dedicados a estos temas, pero precisamente ése es el problema, hay teoría y nada más. Ciertamente, yo mismo padecí esa situación cuando ingresé en la universidad. A pesar de tener claros los conceptos del bachillerato ninguno de mis compañeros, entre los que me incluyo yo mismo, éramos capaces de interpretar una prueba diagnóstica elemental, una fotografía al microscopio o un patrón de bandas en un gel de agarosa. La visualización de las técnicas en forma de vídeo antes de abordar una práctica ha tenido mucho éxito entre mis alumnos universitarios de inmunología porque les permite “ver” qué es lo que hay que hacer y cómo han de hacerlo. Sin embargo, esos escuetos vídeos los reservamos para las prácticas y los alumnos no tienen acceso a ellos fuera de las aulas o el laboratorio. Por eso considero que exhibir abiertamente esos vídeos en la red es un paso natural que antes o después tendremos que dar. Más aún, si se puede acceder a esos vídeos desde una plataforma popular como Youtube, también será posible que los alumnos de bachillerato que deseen iniciar una carrera en ciencias de la vida disfruten de ellos, mejorando su visión de su futura carrera, ayudándoles a

decidirse por una u otra y aumentando su comprensión de experimentos que sobre el papel de sus libros de texto se antojan abstractos y, hasta cierto punto, inabordables.

Y, combinando todo esto, tuve la idea de diseñar una página web para educar en ciencias. ¿Por qué? Sencillamente porque los profesores debemos innovar nuestra metodología de la misma manera que estamos obligados a actualizar los conocimientos de las materias que impartimos. No sólo por cumplir con un requisito curricular o por estar a la moda, sino porque es imprescindible que seamos capaces de conectar con las generaciones más jóvenes a las que ayudamos a formar. Aparte, es inevitable que dejemos de apreciar las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías, eso sí, sin renunciar a otros recursos que siguen siendo útiles y eficaces.

3.1 Objetivos

La argumentación anterior ha permitido fijar los siguientes objetivos generales para este Trabajo Fin de Máster:

- Utilizar referencias y elementos de algunos de los intereses extraescolares de los alumnos, concretamente, películas, deportes y videojuegos, como medio para trabajar contenidos científicos curriculares y extracurriculares en un ambiente relajado y parcialmente lúdico.
- Elaborar material didáctico multimedia que permita a los alumnos hacer una primera toma de contacto con las técnicas de laboratorio y herramientas informáticas más frecuentes de la biología molecular, de modo que se familiaricen con ellas antes de acceder a la Universidad.
- Animar a los docentes de secundaria y bachillerato a diseñar y hacer uso de sus propias páginas webs como recurso educativo, especialmente aquellas que apuesten por una interpretación 2.0 de las mismas.

Los cuales se pretenden materializar mediante los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar una página web interactiva, del tipo web 2.0, a fin de promover la enseñanza de la bioquímica y la biología molecular para alumnos de 1º y 2º de Bachillerato.
- Diseñar tareas basadas en contenidos expuestos en la página web que potencien las situaciones de reto, compromiso, competición y colaboración entre los alumnos, desde una perspectiva gamificada que gire en torno a los recursos propios de los videojuegos y la industria cinematográfica.

4. Propuesta didáctica

4.1 Página web

Entre los objetivos generales de este Trabajo Fin de Máster está el de animar a los docentes de secundaria y bachillerato a diseñar y hacer uso de sus propias páginas webs como recurso educativo, especialmente aquellas que apuesten por una interpretación 2.0 de las mismas. Por este motivo, mi verdadero trabajo está representado por la web de divulgación y enseñanza de la ciencia que he elaborado a lo largo del presente curso académico 2015-2016, más que por el documento que el lector tiene entre sus manos. En consecuencia, ruego al lector que, para comprender la verdadera naturaleza de mi trabajo, acceda a la citada web en el siguiente enlace: jediroyo.webs.com o escribiendo en su buscador “Jedirojo Science”. Ello facilitará una adecuada valoración de la propuesta que voy a describir en las siguientes páginas.

Desde luego siempre se podría optar a programar un sitio web desde cero, aprendiendo lenguajes como HTML o CSS entre otros, pero eso exige unas habilidades y recursos que no todo el mundo posee. Afortunadamente hoy día casi cualquier usuario, incluso los que poseen menos formación en ciencias informáticas, tiene la posibilidad de crear su propia página web de una forma sencilla e intuitiva. Existen numerosas plataformas que ofrecen la posibilidad de diseñar y dirigir una web de forma gratuita: Wix, Weebly, 000webhost, Yola, EDUBlogs, Freehostia, Webs, 5GBfre, Jimdo o FreeHosting.com. Todas estas plataformas tienen una versión gratuita para usuarios, que evidentemente goza de menos aplicaciones, y otra de pago o *premium*, mucho más potente. En mi opinión, las versiones gratuitas de todas ellas son herramientas muy interesantes. Su coste cero es una ventaja para cualquier docente que desee iniciar un proyecto de innovación de forma individual o durante un periodo de prueba. Lo bueno de esto es que si el proyecto fracasa el departamento o el centro no habrán malgastado fondos y si, por el contrario, tiene éxito y se animan otros docentes a participar en dicho proyecto, el centro podría plantearse invertir una pequeña suma (a penas 60 euros al año) para desarrollar una o varias webs más potentes y elegantes que la primera.

Si bien cualquiera de las plataformas citadas anteriores son perfectamente válidas para llevar a cabo un trabajo como el que planteo, me he decantado por Webs porque, además de facilitar la organización de un blog, incluye otras aplicaciones que me parecieron muy útiles en el ámbito educativo, como pueden ser el foro de discusión, el sistema de registro y gestión de otros usuarios de su propio perfil o la fácil asociación con distintas redes sociales, entre las que puedo destacar Facebook o Twitter (ver figura 4.1).

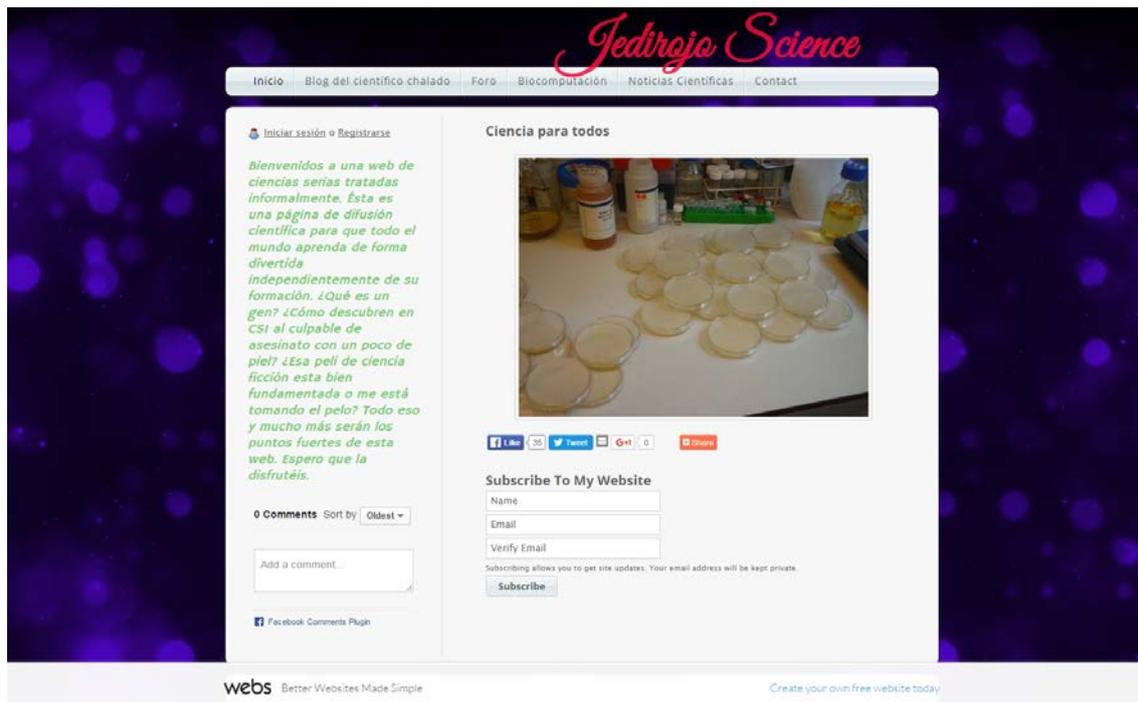


Figura 4.1 Página principal de mi sitio web de divulgación científica jedirojo.webs.com. En ella presento el objetivo de la web, el enlace para registrarse, un formulario para suscribirse si el usuario desea enterarse de nuevas publicaciones, una caja para para comentar opiniones o sugerencias acerca de la web y etiquetas que muestran los “me gusta” obtenidos en Facebook, Twitter y G+. Esta página de inicio puede personalizarse según el gusto del docente.

4.2 Secciones de la web

Sin duda, el elemento más importante de mi web es: “*El blog del científico chalado*”. Como se puede observar, la mayor parte de mi trabajo está elaborado en clave de humor en cierto sentido, tal y como atestigua el propio nombre del blog. Por un lado, creo sinceramente que un docente ha de guardar las formas en el aula para no menoscabar su propia autoridad, lo cual no es óbice para facilitar en ocasiones un ambiente distendido de enseñanza con sus alumnos. Sin embargo, la función de una web como la que he diseñado es articular actividades que deben llevarse a cabo en horario extraescolar, desde el mismo hogar de los estudiantes. Por ese motivo, considero que algo que hacen fuera del colegio tiene que ser divertido y agradable, no una obligación y requiere, en consecuencia, un tono alegre y medio de broma. Esa es la razón de que la mayor parte de las entradas que he hecho en mi blog se alejen de un formato académico tradicional, incluyendo pequeños chistes, guiños y un lenguaje más llano y desenfadado.

El blog del científico chalado (<http://jedirojo.webs.com/apps/blog/>) consta de cuatro apartados por el momento (Figura 4.2), donde se tratan temas de actualidad

científica que despierten cierta controversia (*Rompiendo Mitos*), conceptos y argumentos científicos tratados en el cine, la televisión y el mundo de los videojuegos con mayor o menor acierto (*Ciencia y Ficción*), experimentos o ensayos de laboratorio frecuentes en los centros de investigación de biología molecular y celular (*Ensayos de Laboratorio*) y donde también se proponen actividades o tareas bajo un enfoque gamificado, propio de algunos juegos de rol (*Elemental, mi querido Watson*). Evidentemente, he elaborado este material docente usando como guía el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015), de modo que todas estas entradas giran en torno a los contenidos curriculares de biología, química, física y geología para bachillerato expuestos en el mismo, aunque aderezados con algunos contenidos adicionales que he creído interesante añadir. Por experiencia propia con mis alumnos de la academia y la universidad, sé que cuando se enseñan ciencias, uno de los recursos más útiles para captar la atención de la clase y promover sus intervenciones es el de recurrir a escenas de películas de éxito en la cartelera y que gozan de una gran popularidad entre el público. Las películas de ciencia ficción suponen una fuente inagotable de ideas y oportunidades para que un profesor de ciencias, independientemente de su campo de especialización, pueda trabajar elementos del currículo y poner a prueba los conocimientos de sus estudiantes. Un ejemplo excelente es la serie de humor *Big Bang Theory*, donde gran parte de su éxito radica en las constantes referencias al cine y las series de ciencia ficción y aventuras o al mundo del comic o los videojuegos, siempre envueltos o transmitidos en algún concepto llamativo de la física o la química. No es casualidad, en absoluto, los *gags* y pequeños homenajes al cine de evasión despiertan la curiosidad y hacen las delicias de los espectadores porque relacionan elementos agradables y divertidos de su tiempo de esparcimiento con sesudas teoría científicas de actualidad. Otro recurso importante en la enseñanza de las ciencias es el del campo del videojuego. Conforme la industria del videojuego fue ganando fuerza con el paso de los años, las aventuras digitales de marcianitos verdes han dado paso a proyectos titánicos que tienen más similitud con el cine que con las arcaicas máquinas de tetrís. Como he expuesto en la introducción de este trabajo los videojuegos son capaces de atrapar la atención de los jugadores durante horas, días o semanas, instándoles a mejorar sus habilidades y a alcanzar la excelencia en el mundo virtual. Si pudiéramos lograr una actitud semejante en un entorno académico las aptitudes de nuestros alumnos serían impresionantes y las alcanzarían por el puro placer de superar un reto mientras disfrutaban del proceso. España con tan sólo 47 millones de habitantes es el tercer mercado más potente de la industria del videojuego en el mundo. Este dato es muy importante y no debe pasar desapercibido por los docentes españoles.

El lector puede comprobar que, en la web, cada vez que hago uso de una figura o imagen que no he elaborado yo mismo incluyo la fuente de donde la he obtenido, sobre todo para que los estudiantes aprendan a elaborar trabajos académicos atribuyendo el

mérito del material que usen para sus presentaciones al autor o autores originales. Creo que es importante hacer que sean conscientes de que el plagio no es una opción. La mayoría de las entradas incluyen un pequeño anexo al final donde se sugieren fuentes fidedignas a las que puede acudir el lector si desea aprender más sobre un tema en concreto. La idea me surgió al leer las revistas de historia de National Geographic, donde los autores, generalmente profesores universitarios, añadían la coletilla “Para saber más” al final de sus artículos y después proporcionaban una corta lista de libros académicos o novelas históricas con las que el lector podría saciar su curiosidad si así le apetecía. Aunque pueda parecer una tontería, es una manera bastante alegre y relajada de recomendar bibliografía a la discreción de los usuarios.



Figura 4.2 Presentación del blog: “El blog del Científico Chalado”. Imagen montada a partir de los elementos iniciales del blog. Muchas de las fotos disponibles en mi web las he tomado yo mismo en el Centro de Investigaciones Biomédicas.

Todas las entradas del blog admiten comentarios por parte de los usuarios, tanto preguntas como sugerencias relacionadas con los temas tratados en las mismas. Esta posibilidad permite que los alumnos puedan opinar en torno a lo que han leído e incluso proponer temas nuevos según sus intereses. La configuración del blog (Figura 4.3) puede ser alterada para que otros docentes puedan publicar entradas. Es más, una idea estupenda sería la de designar a algunos alumnos como administradores, de tal forma que tuvieran la oportunidad de redactar pequeños trabajos como entradas en el blog según sus inquietudes y exponer sus investigaciones a los demás compañeros de clase para que opinen al respecto. Lamentablemente, hay que prever que pueda haber individuos que intimiden o desprecien estos trabajos sólo por diversión, e incluso, que empleen términos peyorativos amparados en el anonimato de un pseudónimo. Por esta razón, creo que una de las mayores ventajas de la web es que permite al docente controlar la aceptación de nuevos usuarios, de forma que se podría requerir que los

alumnos se registraran con su nombre y primer apellido, rechazando a aquellos que busquen entrar en la web bajo un pseudónimo. Más aún, existe la posibilidad de que el profesor decida la aprobación o no de los comentarios antes de que se hagan públicos, lo que evitaría casos de acoso informático y el empleo de lenguaje soez. Está claro que si la web acumulara mucho tráfico de visitas, el docente podría verse abrumado por el trabajo de gestionar la página. Por ello, vuelve a parecerme interesante la idea de designar en cada grupo participante a dos o tres alumnos comprometidos para que validen esas publicaciones, de modo que el profesor pueda centrarse en supervisar a esos nuevos administradores.

Configuración de blog

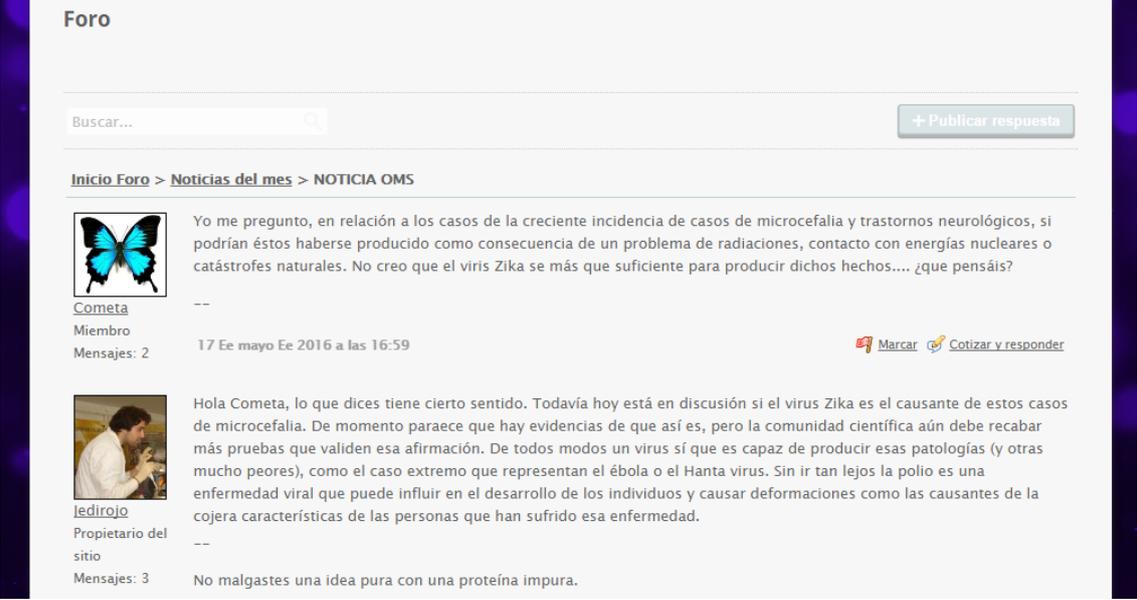


Vista predeterminada:	Vista completa
Quién puede publicar entradas de blog:	Administradores
Quién puede publicar comentarios:	Miembros
Orden para mostrar comentarios:	Lo nuevo primero
Quién puede administrar las categorías:	Administradores
Entradas a mostrar por página:	20
Aprobación de entrada:	<input checked="" type="checkbox"/> Requerir aprobación antes de publicar las entradas de los miembros

Figura 4.3 Panel de configuración del blog. Se puede controlar el ingreso de nuevos miembros activos en la web y requerir la aprobación de las publicaciones antes de que sean visibles para el resto de usuarios, al tiempo que permite designar nuevos administradores para gestionar secciones concretas del blog y de la web.

La segunda sección de la web es su foro (<http://jeditrojo.webs.com/apps/forums/>), a la que aún no he podido sacarle todo el partido que quisiera porque no he podido inaugurarla hasta hace poco tiempo (Figura 4.4). La idea del foro es usarlo para promover discusiones y debates entre los alumnos en la red, acerca de temas científicos de interés. En mi opinión, es la herramienta ideal para que jeditrojo.webs.com adquiera una dimensión propia de web 2.0, puesto que supone el contexto adecuado para que todos los alumnos participen de forma activa en la experiencia, y no sólo aquellos implicados en la administración de la web por sus méritos, ya que les anima a iniciar su

propio hilo o temática en el mismo. Además, el foro permite abrir subcarpetas abiertas o cerradas para según qué usuarios. Es decir, puede que al docente le parezca oportuno que en algunos temas participen todos los miembros de la web si así lo desean, independientemente de la edad o el curso al que pertenezcan, o puede que sea más apropiado que determinados debates afecten sólo a los miembros de un curso determinado. La posibilidad de proporcionar o no el acceso a estos tópicos a distintos usuarios es sin duda un recurso muy versátil para un docente. En particular lo veo enormemente adecuado para que los alumnos publiquen sus respuestas y consultas sobre las actividades propuestas en el blog.



Foro

Buscar... [+ Publicar respuesta](#)

[Inicio Foro](#) > [Noticias del mes](#) > **NOTICIA OMS**

 Yo me pregunto, en relación a los casos de la creciente incidencia de casos de microcefalia y trastornos neurológicos, si podrían éstos haberse producido como consecuencia de un problema de radiaciones, contacto con energías nucleares o catástrofes naturales. No creo que el virus Zika se más que suficiente para producir dichos hechos.... ¿que pensáis?

[Cometa](#)
Miembro
Mensajes: 2

17 Ee mayo Ee 2016 a las 16:59 [Marcar](#) [Cotizar y responder](#)

 Hola Cometa, lo que dices tiene cierto sentido. Todavía hoy está en discusión si el virus Zika es el causante de estos casos de microcefalia. De momento paraee que hay evidencias de que así es, pero la comunidad científica aún debe recabar más pruebas que validen esa afirmación. De todos modos un virus sí que es capaz de producir esas patologías (y otras mucho peores), como el caso extremo que representan el ébola o el Hanta virus. Sin ir tan lejos la polio es una enfermedad viral que puede influir en el desarrollo de los individuos y causar deformaciones como las causantes de la cojera características de las personas que han sufrido esa enfermedad.

[ledirojo](#)
Propietario del sitio
Mensajes: 3

No malgastes una idea pura con una proteína impura.

Figura 4.4 Ejemplo de uno de los hilos de discusión que se pueden encontrar en el Foro de Jedirojo Science. El foro es una aplicación más cómoda y flexible para preguntar que la zona de comentarios del blog.

La tercera, es la sección de Biocomputación (<http://jedirojo.webs.com/biocomputacion>). Sinceramente me parece una oportunidad desaprovechada que nuestros estudiantes no reciban una formación adecuada, no ya en el uso de herramientas bioinformáticas, sino de recursos digitales *online* dirigidos a los demás campos científicos ajenos a las ciencias de la salud. Hay una cantidad inmensa de programas, plataformas y servicios gratuitos y de gran calidad en la red para analizar secuencias biológicas, bases de datos de biomoléculas, análisis de ensayos de biología molecular, procesamiento estadístico de datos o representación tridimensional de proteínas, y, sin embargo, no se les saca partido en los institutos. Sobre todo, es algo de gran utilidad para los alumnos de bachillerato que en pocos meses accederán a una carrera universitaria donde se dará por sentado que saben cómo desenvolverse con estas herramientas. El resultado es que no saben qué hacer o cómo hacerlo. Estamos en la era de la comunicación y de los programas informáticos y debemos ser capaces de cumplir correctamente nuestra función primordial como docentes, que no es otra que preparar y formar a nuestros alumnos para el mundo profesional.

Esta sección de la web sirve para que los alumnos de bachillerato tomen un primer contacto con este mundo dentro del ámbito de las investigaciones biomédicas. En ella he incluido enlaces a otras webs o plataformas donde se ofrecen distintos servicios de análisis de datos biomoleculares que son usados a diario en los laboratorios de biología molecular de todo el mundo (Figura 4.5). Conviene que nuestros estudiantes dejen de concebir el ADN como una palabra mágica de difícil asimilación y cuyos secretos están reservados a profesionales con una larga trayectoria a sus espaldas. Qué mejor manera de lograr este objetivo que animando a nuestros bachilleres a practicar con estas aplicaciones y a realizar pequeñas investigaciones de las que extraer sus propias conclusiones.

Aquí adjunto algunos enlaces a plataformas científicas de interés para los usuarios

Pubmed

Pubmed es la base de datos de publicaciones de ciencias biomédicas más importante del mundo. Si buscas información para un trabajo o si quieres estar a la última de lo que pasa en el mundo de las ciencias de la vida está es una parada obligatoria en tu viaje hacia el conocimiento.

Nature

Nature es una de las principales revistas científicas de renombre mundial. El grupo de publicaciones *Nature* cubre un amplísimo abanico de disciplinas científicas. Publicar en esta revista,

La magia de la biocomputación

Pues no estoy de broma, la biocomputación es una herramienta poderosísima de investigación en la biología molecular del siglo XXI. Es cierto que si no se hacen ensayos en el laboratorio o estudios de campo es muy complicado hurgarle en la nariz a la naturaleza y ver de qué color tiene los mocos, pero no es imposible y de hecho es tan corriente que casi cualquier trabajo publicado ha pasado por las garras de algún programa informática especializado en el análisis de biomoléculas.

Figura 4.5 Inicio de la sección de biocomputación de mi página web, en la que se incluye una columna con enlaces a las principales aplicaciones y bases de datos del mundo de la bioquímica y la biología molecular con una breve reseña de lo que pueden encontrar en ellas.

Igualmente he añadido un pequeño proyecto de investigación que he realizado yo mismo al emplear muchas de las aplicaciones antes mencionadas. Con él pretendo que los alumnos vean cuál es el procedimiento habitual de trabajo en la red de un investigador que dispone de las ingentes cantidades de datos proporcionados por NCBI u OMIM entre otras. No toda la tarea de un científico se realiza con bata, guantes y pipetas, sino que hay una parte extraordinariamente importante que debe hacerse delante de un ordenador. En este proyecto propongo comparar los genomas de seis virus de ARN distintos para deducir qué relaciones filogenéticas o evolutivas hay entre ellos. Así mis usuarios pueden ver qué tipo de figuras o gráficas pueden esperar que se produzcan

y cómo pueden interpretarse, incluso si no son aún o no piensan llegar a ser profesionales de la rama (Figura 4.6).



Figura 4.6 Parte del proyecto de análisis de genomas virales de ARN que he añadido como ejemplo de lo que se puede hacer con las herramientas bioinformáticas disponibles en la red. En esta imagen se incluye el porcentaje de guanina y citosina en los genomas de estos seis virus y las gráficas indican en qué posición de dichos genomas ese porcentaje aumenta o disminuye.

La cuarta sección de la web es la de *Noticias Científicas* (<http://jedirojo.webs.com/noticias-cient-ficas>). Es curioso cómo, conforme avanza el curso académico, los medios de comunicación nos ofrecen noticias que muy a menudo están relacionadas con los conceptos recogidos en el temario (Figura 4.7). Siempre he pensado que en esas ocasiones se nos brinda una oportunidad excelente para despertar el interés de los alumnos por dicho temario. Esta web pretende hacerse eco de eso mismo,

pero recurriendo a fuentes de información fidedignas, al publicar mensualmente enlaces de noticias mencionadas en *Nature*, *Cell*, *Lancet*, *Science* o *Journal of Virology*, entre otras, junto a pequeños resúmenes de las mismas en español. Los estudiantes deben aprender a seleccionar la información que verdaderamente está contrastada por la comunidad científica cuando hacen búsquedas en internet. Por ello, he pretendido introducirles en el uso de revistas científicas electrónicas caracterizadas por poseer su propio índice de impacto y un sistema elaborado de revisión de las publicaciones por pares. Evidentemente, la lengua utilizada en dichas revistas es la inglesa, pero muchos centros están luchando por adquirir la categoría de centro bilingüe, toda vez que el inglés es el idioma universal para la ciencia, y cuanto antes se familiaricen con eso nuestros alumnos, mejor.

The image shows a screenshot of a website with a white background and purple vertical bars on the sides. The content is organized into three sections, each with a title and a list of news items. The first section is titled 'NOTICIAS FEBRERO 2016' and contains one bullet point about the WHO's declaration regarding microcephaly and neurological disorders in Brazil, linked to a button labeled 'Microcefalia y Zika'. The second section is titled 'NOTICIAS ENERO 2016' and contains one bullet point about the Ebola virus resurgence in Sierra Leone, linked to two buttons: 'Noticia OMS anuncia el fin del brote de ébola en África Occidental' and 'Noticia nuevo caso de ébola en Sierra Leona un día después de que la OMS declarara el fin de la epidemia'. The third section is titled 'NOTICIAS DICIEMBRE 2015' and contains one bullet point about the discovery of silicates on the dwarf planet Ceres, linked to a button labeled 'Noticia nuevo caso de ébola en Sierra Leona un día después de que la OMS declarara el fin de la epidemia'.

NOTICIAS FEBRERO 2016

- La Organización Mundial de la Salud ha declarado que la creciente incidencia de casos de microcefalia y trastornos neurológicos en Brasil, después de que en 2014 sucediera algo parecido en la Polinesia, como emergencia de salud pública de importancia internacional. Aún no se ha confirmado que haya una relación de causa-efecto entre los casos de microcefalia en recién nacidos y el reciente brote del virus Zika, por lo que la OMS ha propuesto mejorar las investigaciones científicas para determinar si dicha relación existe.

Microcefalia y Zika

NOTICIAS ENERO 2016

- El virus del ébola resurge en Sierra Leona un día después de que la Organización Mundial de la Salud hubiera anunciado, el 14 de enero de este mismo año, la remisión de la epidemia en África Occidental. Los primeros brotes de la enfermedad surgieron en Guinea en diciembre de 2013 y desde entonces han muerto más de 11000 personas a causa de la misma, entre las que se incluyen las primeras muertes en suelo europeo y americano por el ébola.

Noticia OMS anuncia el fin del brote de ébola en África Occidental

Noticia nuevo caso de ébola en Sierra Leona un día después de que la OMS declarara el fin de la epidemia

NOTICIAS DICIEMBRE 2015

- De Sanctis y colaboradores han publicado un trabajo en la revista Nature en la que anuncian, tras hacer un estudio del espectro de absorción, que el planeta enano Ceres, situado entre las órbitas de Marte y Júpiter, posee filosilicatos amonizados (es decir, con resto de amonio en su estructura) en su superficie. Este amonio debió reaccionar con los filosilicatos de Ceres durante su proceso de formación, lo que indica que probablemente esos filosilicatos tienen su origen fuera del Sistema Solar. Este estudio no ha podido confirmar la presencia de agua en la superficie de este cuerpo celeste.

Figura 4.7 Ejemplo de las noticias científicas más relevantes reseñadas en la web entre diciembre de 2015 y febrero de 2016.

El último apartado de mi página web es el formulario de contacto (<http://jedirojo.webs.com/contact>), donde hago una breve presentación de mis credenciales y doy la opción a los no usuarios de la web a contactar conmigo para expresar sus preguntas o dudas acerca de la web (Figura 4.8). Es una manera de facilitar también la comunicación con otros centros o instituciones que deseen participar en el proyecto o colaborar con los docentes que lo gestionen.

Pablo Fdz. Rubio, creador de esta web, es Ldo. en Bioquímica y experto en inmunología celular en la Universidad de Granada, donde última su trabajo de tesis doctoral en terapia génica.

Get in touch with us.

Nombre *

Dirección de correo electrónico *

Mensaje *

Submit

Figura 4.8 Formulario de contacto de Jedirojo Science.

4.3 Las entradas con trasfondo cinematográfico: *Ciencia y Ficción*

La propuesta que hago es, con la excusa de destripar los gazapos o errores de populares series o películas del momento o que hayan supuesto un hito cinematográfico, abordar contenidos incluidos en los currículos de ciencias para bachillerato.

Siempre recurriendo a un lenguaje parcialmente coloquial que amenice la lectura y arranque alguna sonrisa del lector, he procurado tratar temas como la evolución, la microbiología, la ingeniería genética, la biotecnología o la fosilización en entradas acerca de Parque Jurásico, aprovechando el tirón el verano pasado de su última entrega Jurassic World, los X-Men, en cartelera casi todos los años desde hace una década, el Quinto Elemento, La Isla o el siempre emocionante CSI (Figura 4.9). Éstos son sólo algunos de los ejemplos que yo he seleccionado pensando en mis alumnos, pero sería recomendable que los docentes sondearan a sus alumnos antes de redactar entradas para averiguar cuáles son sus intereses y conectar mejor con ellos, ya que no todos los grupos de alumnos son iguales.

Las entradas de análisis de películas han sido las que más visitas han proporcionado a la web Jedirojo Science y doblan las proporcionadas por cualquiera de las otras secciones, lo que indica su potencial educativo. Recomiendo encarecidamente esta estrategia a mis colegas docentes porque he tenido la fortuna de comprobar lo beneficiosa que es esta estrategia con mis estudiantes. Los que nunca intervienen se atreven a participar, los que intervienen a menudo debaten con sus compañeros y suelen ir más allá dando pie a tratar otros temas científicos mientras la clase transcurre entre comedidas risas que alivian el esfuerzo que deben hacer para concentrarse en la clase.

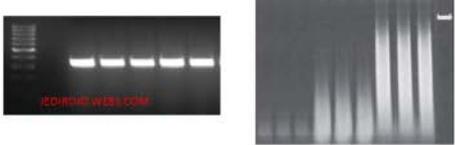
Así, los conceptos se les quedan mejor que con las clases más tradicionales. Aunque también ha habido un pequeño grupo, los que menos, que han mostrado una actitud apática.

A



Figura 1. Imágenes tomadas de la película La Isla del año 2005. Dos clones se meten en un coche que sólo arranca con la huella dactilar del dueño, que es uno de los clones. El otro clon pone el dedo y arranca como si los clones o los gemelos monocigóticos tuvieran las mismas huellas dactilares, lo cual es falso.

con los libros de la Biblioteca Pública. Una muestra de ADN degradado se ve como un churrete en un gel de agarosa donde no se pueden identificar bandas.



Tomado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522011000100006

Figura 5. Ejemplo de cómo se ven en gel de agarosa una muestra de ADN en buen estado (izquierda) y otra muestra de ADN muy degradada (derecha).

¿Entonces qué pasa? ¿Ganan los malos? No necesariamente, hay algunos marcadores que son tan pequeños que pueden sobrevivir a una degradación avanzada, como es el

B

No es una peli para adultos, pero son los X-Men

Publicada el 15 Ee noviembre Ee 2015 a las 7:50 [Comentarios \(2\)](#)



Posterior oficial de la película X-MEN: Días del futuro pasado.

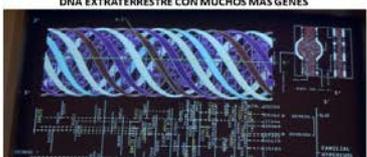
Volvemos a la carga con más películas con una base científica cuestionable como poco.

unos 22000 genes, el genoma del extraterrestre, que es una maravilla de mi vida, tiene 200000 genes. Como diciendo que "mira lo superiores que son estas criaturas al ser humano por tener diez veces más genes". ¡Pues eso es caca de la vaca!

DNA HUMANO Tomado del 5º elemento



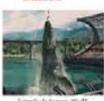
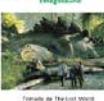
DNA EXTRATERRESTRE CON MUCHOS MÁS GENES



Hoy día somos un poco más prudentes y un poquito menos ignorantes (pero sólo un poco ¿eh?) y definimos un gen: 'unidad fundamental, física y funcional, de la herencia, que transmite la información de una generación a la siguiente: porción de ADN

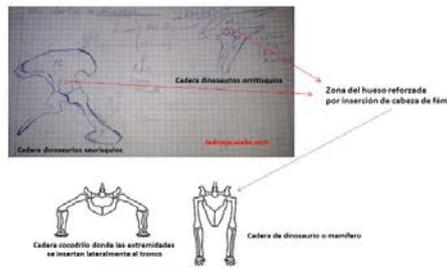
C

la misma época que sean marinas, lacustres, voladoras o planeadoras NO son dinosaurios.

Mesozoico  Tomado de Internet. WUOL	Prezosozoico  Adaptado de Brian Zlotnick/Loren	No son dinosaurios: Mesozoico  Adaptado de perezhuar/steiguer.com.es	Platinozoico  Adaptado de miblan.es
Prezoogenético  Tomado de The Last World	Dinosaurio  Tomado de Jurassic Park	En dinosaurio  Tomado de The Last World	Tiranosaurio  Tomado de Jurassic Park

En particular, un dinosaurio es una criatura descendiente de reptiles diápsidos (una palabreja que viene a decir que tienen dos agujeros de más en una parte del cráneo).

eso indica que son criaturas que caminan (con dos o cuatro patas) erguidas como un elefante, en lugar de como lo hace un cocodrilo, cuyas patas se insertan lateralmente en el tronco.



Una vez aclarado eso vamos a meternos en fauna. Hablamos de Parque Jurásico, cuando en realidad sería más razonable hablar de un Parque Cretácico, pues la mayoría de los dinosaurios que vemos en las películas vivieron en el Cretácico, o incluso de un Parque

Figura 4.9 Algunos ejemplos de las entradas cinematográficas de la web donde se tratan distintos temas científicos. (A) En esta entrada se discute qué caracteres del individuo se deben a su herencia genética y cuáles a su ambiente usando una escena de La Isla (Michael Bay, 2005) y un análisis de marcadores genéticos. (B) Aprovechando las películas de los mutantes de X-Men (Bryan Singer, 2000-Actualidad) y de ciertos gazapos genéticos de El Quinto Elemento (Luc Besson, 1997) se aborda el tema de las mutaciones y de los procesos de evolutivos que marcan la especiación. (C) Con Parque Jurásico (Steven Spielberg, 1993) y sus secuelas hasta Jurassic World (Colin Trevorrow, 2015) se trata de explicar qué es un dinosaurio y qué no y de introducir al lector en las características de las que se vale un paleontólogo para clasificar restos fósiles.

4.4 Las entradas sobre temas controvertidos

Lo que se trabaja en esta sección del blog son temas científicos que por su naturaleza causan una fuerte controversia entre la población y son objeto de intensos debates entre la comunidad científica. Nuestros estudiantes oyen constantemente en los medios de comunicación referencias a proyectos o propuestas científicas de suma importancia que en realidad no comprenden en absoluto. En mi humilde opinión, nuestro deber como docentes es ayudar a nuestros alumnos a que sean autosuficientes para procesar información y desarrollar su propio criterio científico. El día de mañana tendrán responsabilidades cívicas y sociales como ciudadanos y por tanto deben ser capaces de tomar su propia decisión acerca de temas espinosos y complejos, para lo cual necesitan conocer y comprender de qué se trata aquello sobre lo que deben opinar o votar, en lugar de dejarse guiar por terceras personas. Nuestra obligación ya no es sólo alfabetizar a la población, sino alfabetizarla científicamente. La idea original de mi web era la de tratar todos esos asuntos independientemente de la disciplina científica a la que pertenezcan, pero para concretar los objetivos de este TFM he optado por ceñirme a aquellos ligados a los contenidos de biología de bachillerato, lo cual no impedirá que el futuro aborde temas como las energías renovables y la nuclear, la degradación de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas, el calentamiento global o las implicaciones de la física cuántica.

De momento, me he centrado en hablar de temas relacionados con la medicina regenerativa, las investigaciones biomédicas y los conflictos éticos que provocan, ya que no debemos limitarnos a trabajar con la construcción de conocimiento, sino también de valores, pero respetando la postura que terminen adoptando nuestros alumnos tras un proceso de reflexión. Por ese motivo, estrené la sección con las células madre o troncales y su potencial curativo. Aunque temas como los transgénicos, la eugenética, la clonación o los relojes moleculares podrían haber sido elecciones perfectamente válidas, me decante por trabajar este tópico por el interés que observé que despertaba en mis alumnos de bachillerato en la academia y lo poco que realmente sabían del mismo: los tipos de células madre (Figura 4.10), su relación con el cáncer y el desarrollo de nuevos tratamientos para combatirlo (Figura 4.11).



Figura 4.10 Portada y encabezado de la entrada dedicada a las células troncales en el blog. Al margen de la seriedad del asunto, he preferido no abandonar el tono humorístico para trabajar estos contenidos (razón por la que elaboré esta burda caricatura) para animar su lectura y provocar reacciones en quienes lo lean.

En esta sección he incluido un segundo tipo de entradas controvertidas, aquellas que afectan a la vida cotidiana de nuestros estudiantes, pero para las que no son capaces de dar una explicación razonada: el estreñimiento, la alopecia, la intoxicación etílica... Decidí añadir este tipo de publicaciones porque algunas de las preguntas más frecuentes que me hacen los alumnos de ESO y Bachillerato en la academia tocan este tipo de asuntos. Como ejemplo, he utilizado el tema del estreñimiento y el efecto de la ingesta de fibra para combatirla, en él explico la importancia de los enlaces O-glucosídicos beta en los polisacáridos como la celulosa y su efecto en el tránsito intestinal cuando va acompañada de un aumento en la toma de agua y cuando no (Figura 4.12). Ésta es la primera entrada en la que incluyo un enlace a un vídeo que he elaborado yo mismo en tono semihumorístico y que se encuentra localizado en mi canal de Youtube, Jediperseo. Las herramientas para hacer y editar el vídeo las comentaré en el próximo apartado, pero quiero reseñar que este vídeo incluye un experimento casero ideado por mí mismo

para que los estudiantes puedan comprender la importancia de beber más agua para que la ingesta de fibra promueva el tránsito intestinal. El vídeo puede visualizarse en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=ybIfd7-sxPM> (recomiendo que se vea desde un portátil u ordenador de mesa porque Youtube tiene la mala costumbre de bloquear a veces el acceso a vídeos desde dispositivos móviles).

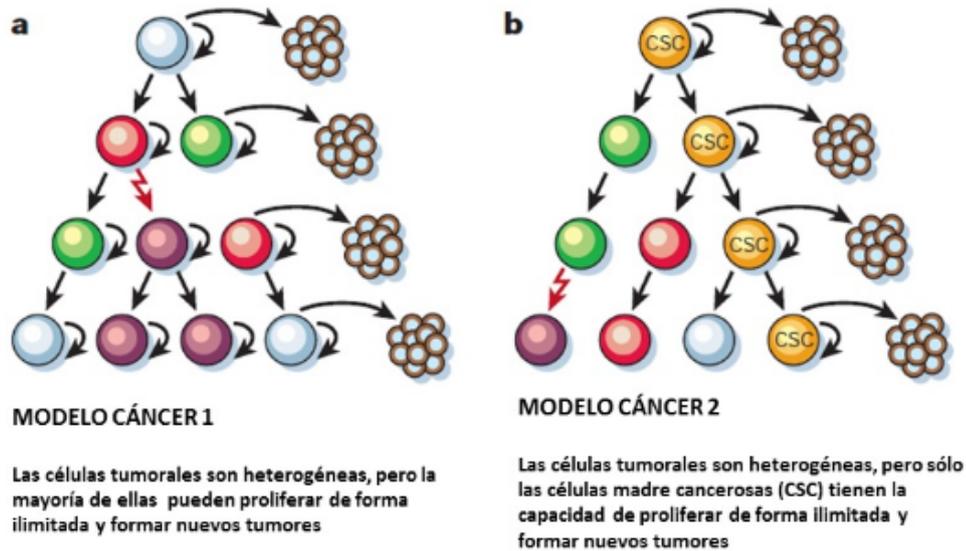


Figura 4.11 Modelos de cáncer e hipótesis de la célula madre cancerosa. Imagen adaptada del artículo online "The complexity of cancer: A science based-view" de David Gorsky (2010).



Tomado de
www.batiburrillo.net



jedihojo.webs.com

+



Figura 4.12 Portada de la publicación dedicada a explicar el efecto de la fibra y el consumo de agua en la mejora del tránsito intestinal.

4.5 Las entradas de laboratorio

Normalmente los laboratorios de los institutos a penas se emplean para realizar experiencias o ensayos prácticos, algo que lamentan la mayoría de los alumnos. Se puede comprender que muchos docentes eviten meter a sus pupilos en un laboratorio por la enorme responsabilidad que supone. Está claro que algo hay que hacer legalmente para remediar la falta de seguridad y acabar con los posibles riesgos que llevan a esta situación porque los perjudicados son los estudiantes, que demasiado a menudo llegan a la carrera sin haber tocado un reactivo, y la sociedad, que ha pagado con sus impuestos laboratorios y recursos mal aprovechados. Mientras denunciemos este tipo de incongruencias de nuestro sistema educativo para que se resuelvan, pienso que podemos ayudar a nuestros estudiantes mostrándoles cómo se ejecutan esas técnicas y enseñándoles a interpretarlas.

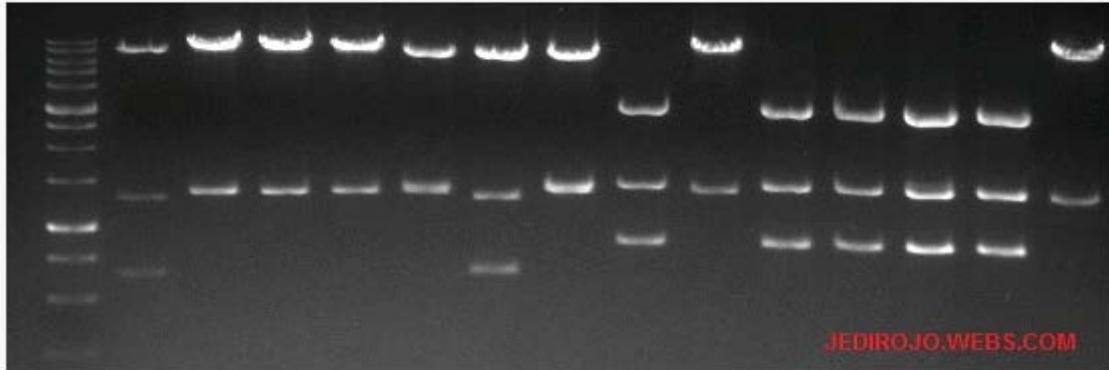
Aunque en bachillerato se explica más o menos lo que es una PCR, los estudiantes de 2º curso de bachillerato o de 1º y 2º de carreras biomédicas desconocen cómo se hace, para qué sirve o cómo hay que interpretarla. Un alumno de enfermería o medicina debería ser capaz de leer un análisis de sangre y orina básico y comprender qué se desprende de él, en lugar de tener que esperar a 3º de carrera para introducirse en estos hábitos de sus profesiones. ¿Por qué esperar? ¿Por qué seguir apostando por un modelo que sobrecarga a nuestros estudiantes con datos teóricos, pero que fracasa en trabajar la aplicación real de dichos datos?

La sección “*Ensayos de Laboratorio*” trata de cubrir ese requisito, al menos para las áreas de biología, bioquímica o química. Tengo la fortuna de estar terminando mi Tesis Doctoral en Terapia Génica en el CIBM del Parque Tecnológico y he aprovechado esa situación para tomar fotografías y vídeos de muchas de las técnicas de laboratorio que se describen someramente en los libros de texto de bachillerato. Con ese material he elaborado una serie de entradas de texto, montaje de imágenes y vídeos que resumen y describen el fundamento y el modo en que algunos de esos ensayos se realizan a diario en un laboratorio: una PCR o reacción en cadena de la polimerasa (Figuras 4.13 y 4.14), una electroforesis en gel de agarosa (Figura 4.15), un cultivo bacteriano en agar o la visualización de cultivos celulares eucariotas al microscopio electrónico (Figura 4.16). Por supuesto, sin olvidar el tono ligero y entretenido que caracteriza a mi página web.

Reacción en Cadena de la Polimerasa o PCR

Publicada el 20 Ee marzo Ee 2016 a las 15:20

comentarios (0)



La reacción en cadena de la polimerasa o PCR (del inglés *Polimerase Chain Reaction*) es uno de los recursos más importantes en cualquier laboratorio de investigación

Figura 4.13 Portada de la entrada “Reacción en Cadena de la Polimerasa o PCR” en la que incluyo uno de los geles que yo mismo he preparado en mis investigaciones.

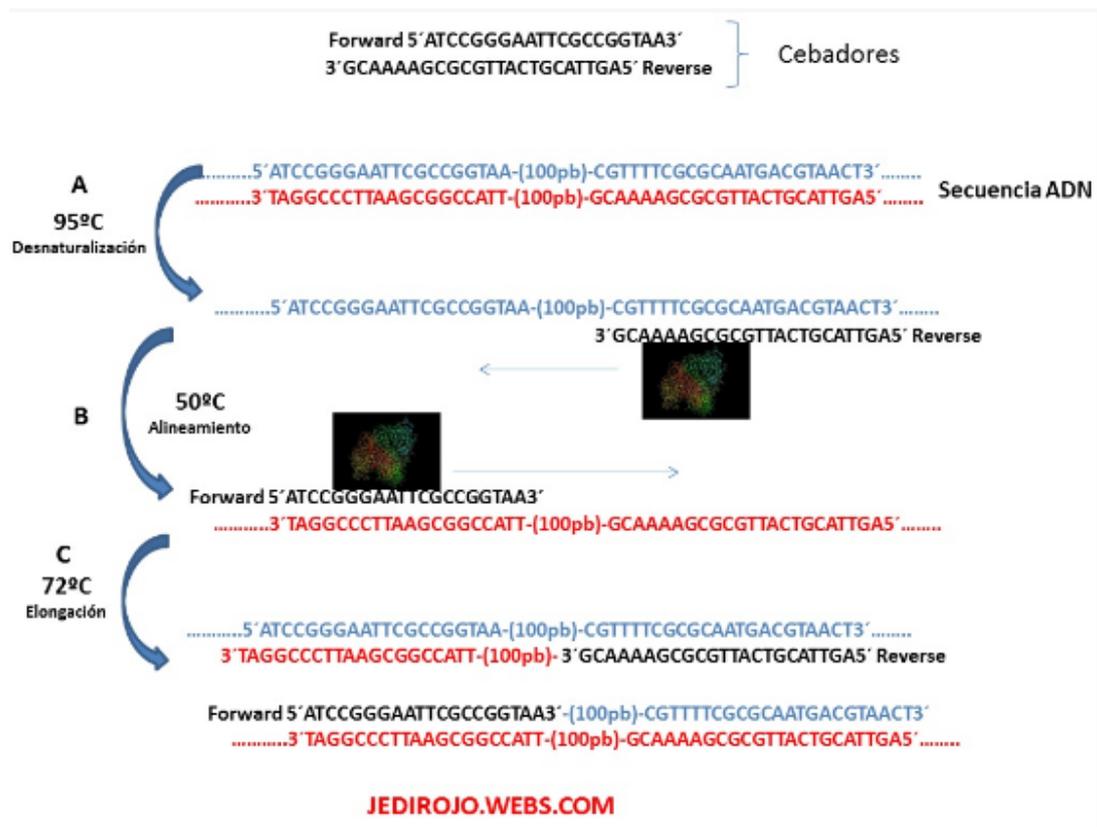


Figura 4.14 Figura montada en Power Point donde resumo el proceso de amplificación de secuencias de nucleótidos en una PCR.

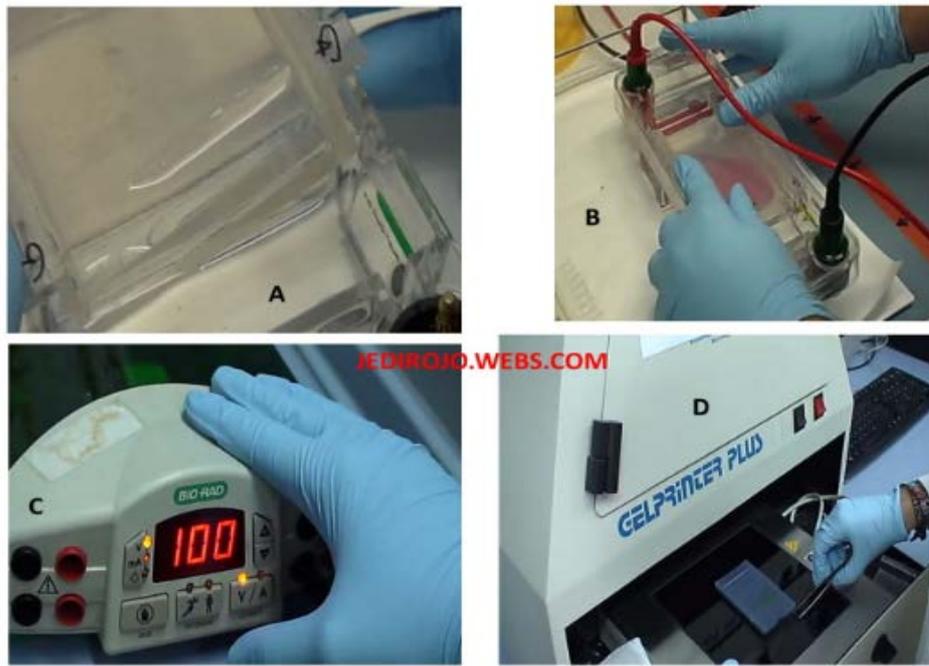


Figura 4.15 Procedimiento a seguir para revelar un gel de agarosa que porta muestras de ADN. A) Gel de agarosa solidificado. B) Tras cargar muestras de ADN en el gel se tapa la cubeta que permitirá aplicar la corriente eléctrica que movilizará las moléculas de ADN gracias a sus cargas negativas. C) Fuente de alimentación que genera la corriente eléctrica con el voltaje adecuado al gel. D) Revelado del gel de agarosa en un GEL PRINTER que emitirá rayos UVA para visualizar el bromuro de etidio intercalado entre las bases de ADN.

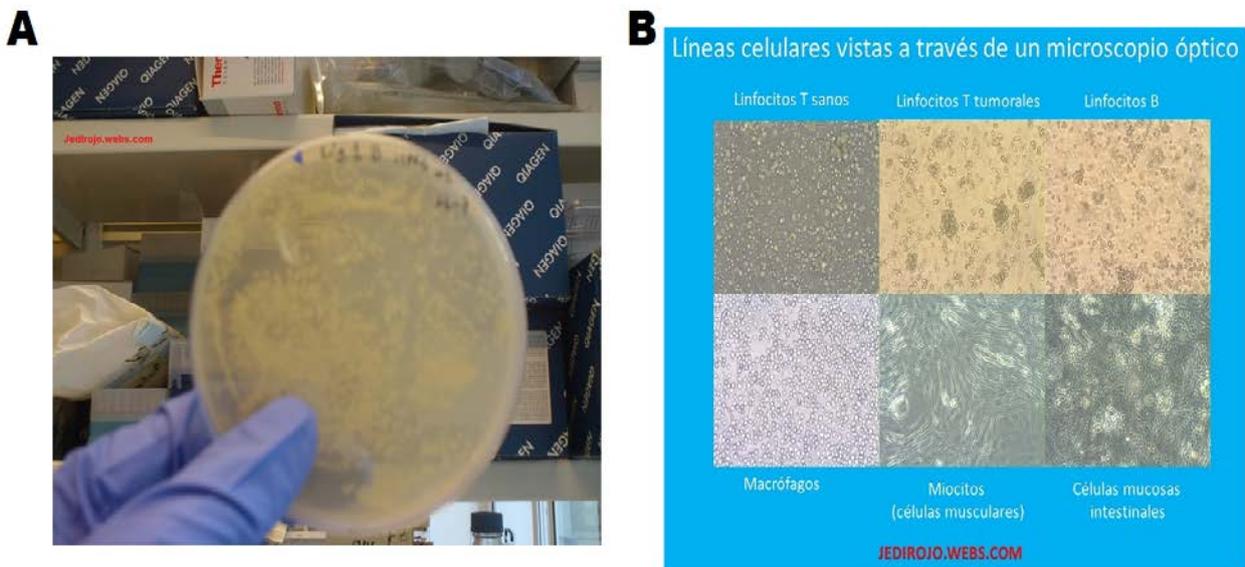


Figura 4.16 Montaje de imágenes para mostrar a los alumnos los distintos tipos de cultivos celulares. (A) Placa de agar con colonias bacterianas cultivadas en un medio condicionado con antibióticos. (B) Fotos en el microscopio óptico de cultivos de distintas líneas de células tumorales de ratón.

4.6 Los vídeos

A mis alumnos de inmunología les complace poder visualizar la práctica que van a realizar antes de ponerse manos a la obra, pero han lamentado con frecuencia el que no puedan disponer de esos vídeos elaborados en el departamento antes de asistir a la clase. Esto me dio la idea abrir un canal de Youtube donde subir esos vídeos Jediperseo (<https://www.youtube.com/user/Jediperseo>). Sin embargo, los vídeos de mi departamento son cortos, escuetos y carecen de audio, lo que implica que la comprensión del tema dependa de las explicaciones del docente en el aula de prácticas. Por ese motivo decidí elaborar una serie de vídeos nuevos en los que yo mismo describo los procedimientos con una voz en *off*. Mis alumnos de bachillerato también se interesaron por este material docente, así que decidí hacerlo más atractivo aun añadiendo una banda sonora con pistas tomadas de cantantes, grupos o películas de éxito del momento. El montaje de vídeos con mezclas de música popular lleva muchos años de moda. Algunos de los programas de televisión con más audiencia y dirigidos a un público adolescente o joven aprovechan este recurso con estupendos resultados, de modo que por qué no hacer lo mismo.

¿Y qué pasa con los derechos de autor? Hay docentes que preparan vídeos con bandas sonoras un tanto “sosas” que están lejos de empatizar con los gustos de sus estudiantes porque temen caer en la trampa de usar material digital protegido por derechos de autor, por lo que recurren a música de uso libre. Los docentes no deberían preocuparse por ese asunto porque la única manera de que haya problemas de esta índole reside en que el autor del vídeo quiera sacar un beneficio económico con el mismo. Si, por el contrario, se renuncia a obtener ingresos con esos vídeos, Youtube y las compañías propietarias de los mencionados derechos de autor no ponen trabas para que el vídeo continúe en la red a disposición de nuestros alumnos. Eso es precisamente lo que he hecho yo, lo que me ha permitido incluir música que puede empatizar mejor con mis alumnos como banda sonora para vídeos que se hacen así mucho más atractivos.

Los vídeos que actualmente están disponibles en mi canal de Youtube y para los que he añadido enlaces en mi blog (ya que responden a los contenidos tratados sus entradas y a los currículos de bachillerato) son:

- Ensayo de proliferación celular con MTT (Figura 4.17):

En español <https://www.youtube.com/watch?v=2WZuIgwvVR0>

En inglés <https://www.youtube.com/watch?v=87VnVGm82nQ>

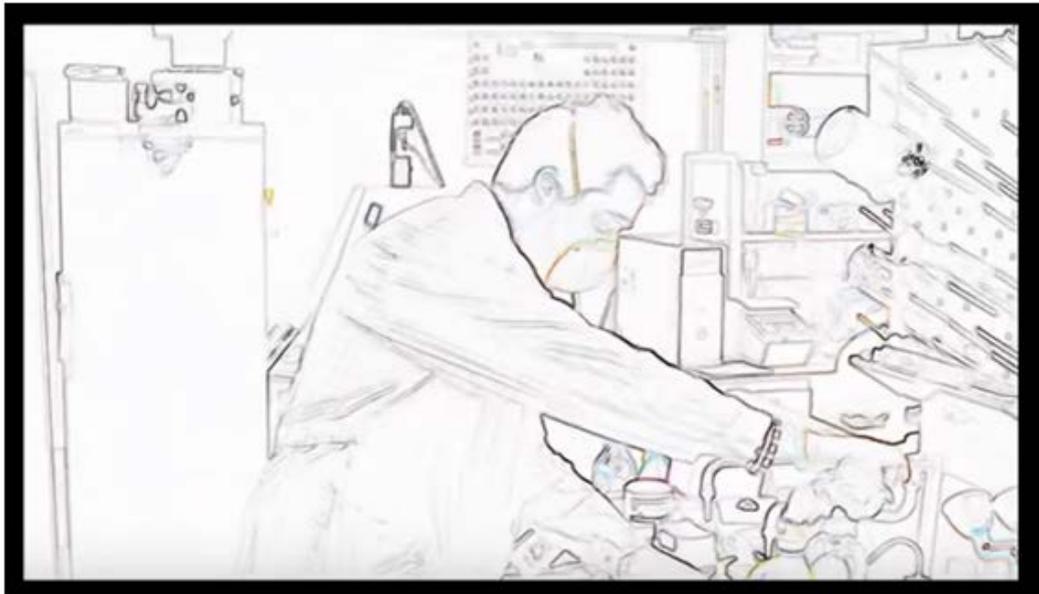


Figura 4.17 Imágenes del vídeo “Ensayo de proliferación celular con MTT” en el que se explica el procedimiento de acción para hacer el preparado tóxico de MTT (arriba) y el protocolo de revelado en placas donde las células han sido sometidas a distintos tratamientos (abajo).

- Cultivos celulares (Figura 4.18)

En español <https://www.youtube.com/watch?v=ohglytKW2zQ>

En inglés <https://www.youtube.com/watch?v=QZMWpTpBxX8>

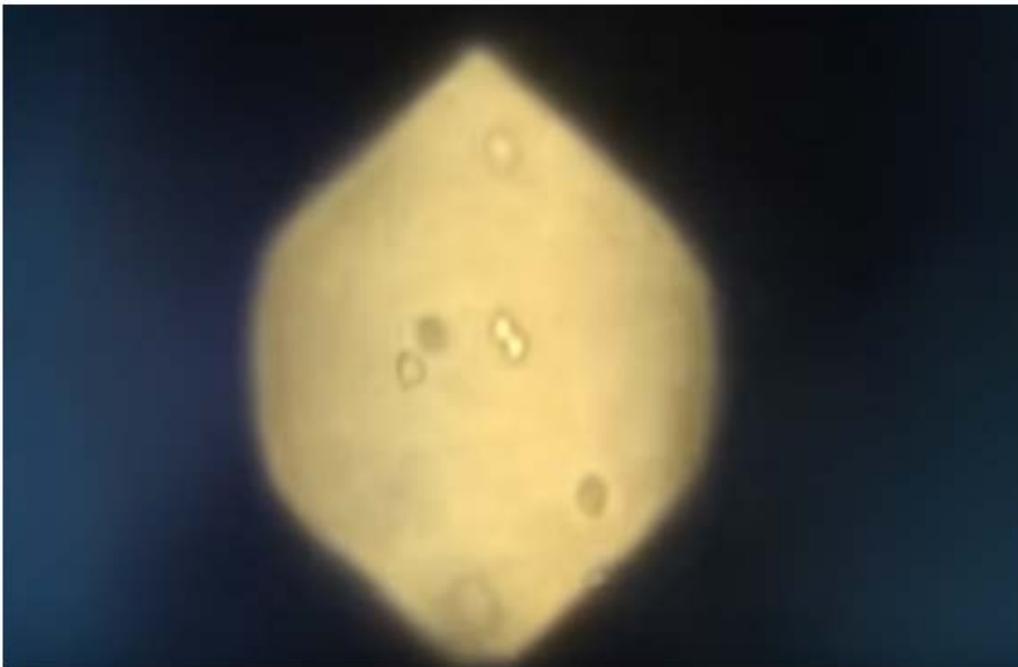


Figura 4.18 Imágenes del vídeo “Cultivos Celulares” en las que se observan algunos de los procedimientos y metodologías más comunes empleadas en una sala de cultivos como el conteo de células en una cámara Neubauer (arriba) o la observación del estado de los cultivos en un microscopio óptico (abajo).

- PCR (Figura 4.19)

En español <https://www.youtube.com/watch?v=kUzgLVQpvEo>

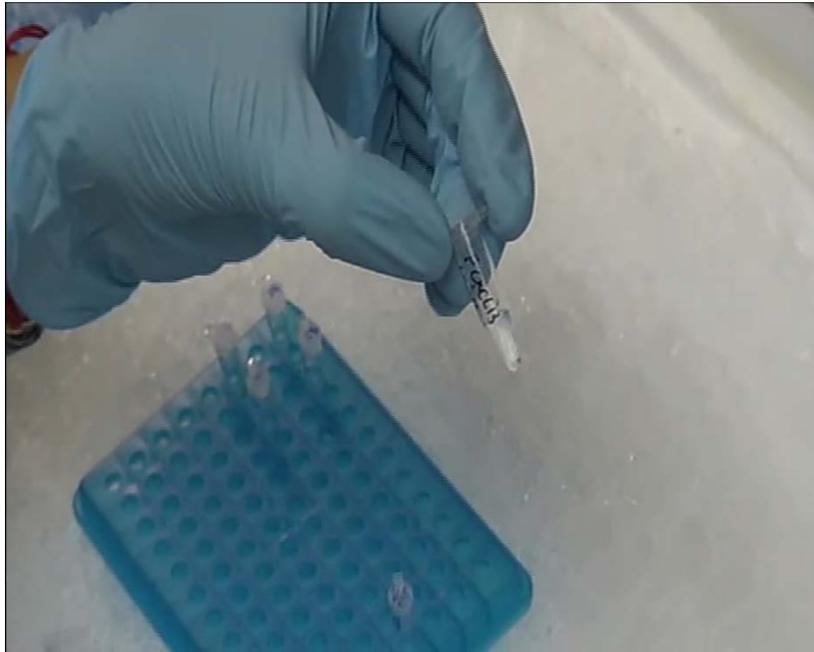


Figura 4.19 Proceso de preparación de los reactivos y de las muestras de ADN para realizar una reacción de amplificación por PCR convencional mostrado en el vídeo.

- Evacuar o no Evacuar, he ahí la cuestión (Figura 4.20)

<https://www.youtube.com/watch?v=yblfd7-sxPM>



Figura 4.20 Captura de pantalla del experimento casero mostrado en el vídeo “Evacuar o no Evacuar...” para demostrar la necesidad de hidratarse para que el aumento de ingesta de fibra en la dieta favorezca el tránsito intestinal.

- El caso Warren: los secretos tienen un precio (ver apartado siguiente acerca de las actividades propuestas)

<https://www.youtube.com/watch?v=1GujCrO5rTk>

Para realizar los vídeos hay que manejar una serie de aplicaciones o programas de grabación, procesamiento y edición de texto, imagen, audio y vídeo como: CorelPhotoHouse, Paint, Power Point, Real One Player, Youtube downloader, Nero Wave Editor, Campasia Studio, Pinnacle Studio, Photoshop, Windows Movie Maker... entre otros. Desde luego, hay que reconocer que el dominio de estos programas supone un gran esfuerzo, pero tiene su recompensa y no está fuera del alcance de un docente motivado y deseoso de mejorar su metodología de educación. La combinación de todas estas herramientas, el uso de música atractiva para los espectadores, los elementos y aplicaciones sociales que facilita Youtube y la fácil manera de enlazar los vídeos en las redes sociales más importantes, hacen de esta propuesta una apuesta en toda regla por la denominada Web 2.0. No escondo que estoy muy orgulloso de los resultados preliminares obtenidos, que se materializan en el número de visitas, suscriptores, comentarios y anuncios que mi trabajo en la red ha generado. Además, he intentado producir versiones en inglés de varios de ellos para que puedan incluirse en los programas bilingües de los centros que gocen de los mismos.

4.7 Las actividades o tareas

Ciertamente, debo reconocer que he disfrutado mucho preparando las actividades que he presentado en mi Jedirojo Science como culmen del proceso de construcción de una web 2.0. Ha sido muy divertido dar un paso más allá en las actividades y tareas que hasta ahora he elaborado para mis estudiantes de la academia de secundaria, bachillerato y universidad. Son muy entretenidas de hacer y, según la opinión de mis alumnos, también de realizar.

En primer lugar quisiera explicar en qué me he basado para elaborar estas actividades para que se puedan entender mejor algunos detalles de las mismas que de otro modo podrían pasar desapercibidos. La idea de preparar actividades interactivas para mejorar la enseñanza de las ciencias en general, y de la biología en particular germinó a partir de un tipo de novelas que marcaron mi infancia y mi adolescencia en los años noventa del pasado siglo. Los denominados libros-juego fueron una variante tardía de los populares juegos de rol. En España la editorial Timun Mas publicó una serie de colecciones de libros-juego basadas en los mundos de Sherlock Holmes e Indiana Jones entre otros (Figura 4.21). Bajo el lema “escoge tu propia aventura” el lector hacía las veces de protagonista en historias de aventuras o misterio y debía emplear su ingenio para resolver el crimen o la situación. Cada pocas páginas se le

ofrecía al lector la posibilidad de tomar varios caminos u opciones, saltando a una u otra página y poniendo a prueba sus conocimientos y su habilidad para encontrar soluciones a puzzles o enigmas. También de mucho éxito fueron los libros juego de la editorial Altea de Lobo Solitario, que se desarrollaban en un mundo de espada y brujería. La sensación que experimenté al hacer las veces de héroe capaz y brillante me marcaron notablemente, al igual que a buena parte de mi generación. Este tipo de libros animaban al lector a pensar, razonar y deducir para superar un reto que se aceptaba por pura diversión y que daba a lugar a que experimentase el denominado efecto flujo tan común en el mundo de los videojuegos y tan interesante, si se aplica en un contexto educativo.

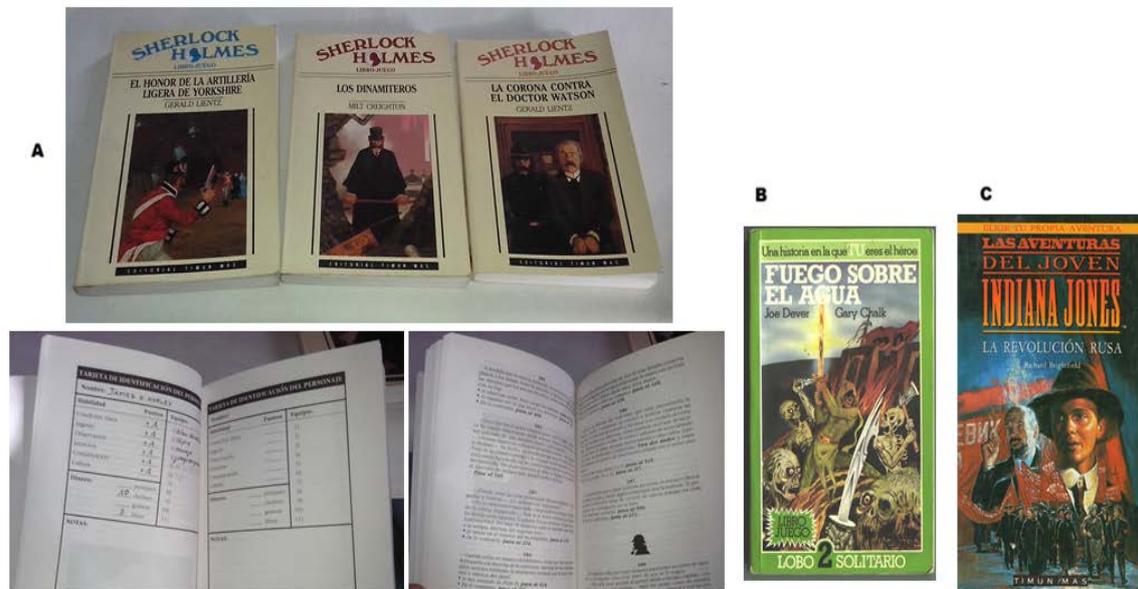


Figura 4.21 Portada de algunos libros juego publicados en la década de los noventa del pasado siglo. (A) Sherlock Holmes de la editorial Timun Mas y algunas de sus páginas interiores en clave de juego de rol. (B) Lobo Solitario de la editorial Altea (imagen tomada de <http://manpang.blogspot.com.es/2007/06/fuego-sobre-el-agua.html>). (C) Las aventuras del joven Indiana Jones de la editorial Timun Mas (imagen tomada de <http://www.hombrecillosverdes.com/producto/586/las-aventuras-del-joven-indiana-jones-la-revolucion-rusa>).

El pequeño banco de actividades que he preparado pretende tomar el camino emprendido por los denominados juegos de aventura gráfica, en los que el jugador toma el papel del protagonista y debe interactuar con el medio y con otros personajes para solucionar problemas, puzzles o acertijos haciendo valer su ingenio. Si bien no estoy en disposición de diseñar yo mismo videojuegos educativos, lo que sí creo que está a nuestro alcance es el de exprimir las características y rasgos que hacen a los videojuegos tan deseados por los jóvenes (y no tan jóvenes) para preparar actividades educativas que motiven a nuestros alumnos y los inciten a aprender. Los juegos de aventura gráfica son en cierto sentido como el paso siguiente en la historia de los juegos de rol y los libros

juego. En los años ochenta y noventa Lucasart puso de moda esta modalidad de aventuras virtuales con inolvidables títulos como Monkey Island, Maniac Mansion, Indiana Jones y las Llaves de la Atlántida o las Memorias Secretas de Sherlock Holmes (que incluía un puzle en el que había que demostrar tus conocimientos de química al preparar una reacción de precipitado). Con los años, la complejidad y la elaboración de los argumentos ha ido aumentando, exigiendo que la atención y las habilidades intelectuales para resolver las fases del juego se incrementen al mismo ritmo.

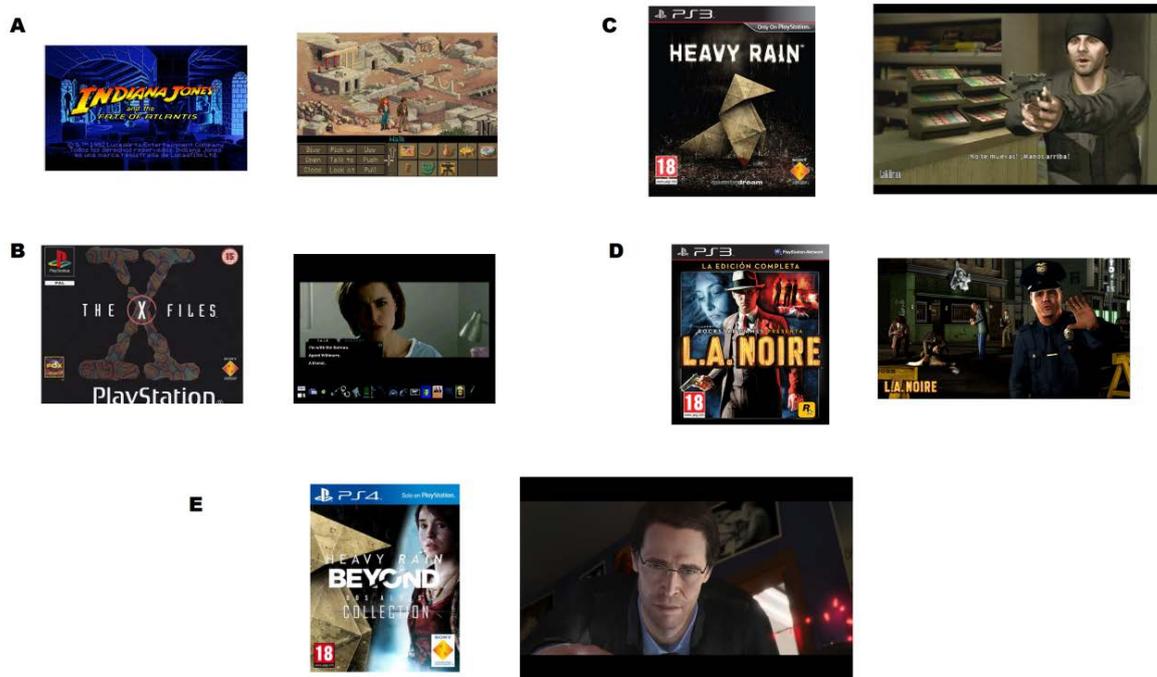


Figura 4.22 Ejemplos de algunos de los videojuegos de aventura gráfica de más éxito de los últimos 30 años que fomentan la deducción, el razonamiento y el pensamiento lógico en sus jugadores. (A) Indiana Jones y las Llaves de la Atlántida (LucasArts, 1992, imágenes tomadas de <http://juegosterminados.blogspot.com.es/2013/06/indiana-jones-and-fate-of-atlantis.html> y <http://www.enemigofinal.com/top-5-aventuras-graficas-de-todos-los-tiempos/>) (B) Expediente X de PlayStation (Hyperbole Studios, 1999, imágenes tomadas de <http://www.gamefaqs.com/ps/199367-the-x-files/images/114302> y <http://www.nosplay.com/articulos/diario-gamer-buscando-a-mulder-y-scully>) (C) Heavy Rain (Quantic Dreams, 2010, imágenes tomadas de <http://www.3djuegos.com/juegos/ps3/1440/heavy-rain/> y <https://www.youtube.com/watch?v=2TaJ4gMejG4>). (D) LA Noire (Team Bondi, 2011, imágenes tomadas de <https://www.amazon.co.uk/Rockstar-5026555250757-L-A-Noire-Xbox/dp/B003NSBMBW> y <http://www.meristation.com/playstation-3/noticias/l-a--noire-la-edicion-completa-en-ps3-y-360-noviembre/1518269/1672660>). (E) Beyond: Two Souls (Quantic Dreams, 2013, imágenes tomadas de <http://www.hobbyconsolas.com/noticias/heavy-rain-beyond-dos-almas-collection-para-ps4-su-caratula-135276> y

Lejos de ahuyentar jugadores este sistema atrae cada vez a más usuarios al potenciar el planteamiento del reto con puntos de vista de la cámara en primera persona, lo que ayuda al jugador a meterse en el papel como sucedió con X-Files de Play Station, Heavy Rain y L.A. Noire de Play Station3 y Beyond de Play Station 4 y X-Box (Figura 4.22). La aventura gráfica en primera persona basada en la resolución de crímenes goza de un prestigio inigualable en la industria de las consolas y ordenadores. Guiones elaborados, retos difícilmente rechazables, manipulación de documentos “oficiales”

como atrezo para dar realismo a la experiencia y la necesidad de adquirir conocimientos científicos del ámbito forense para avanzar son las señas de identidad de esta generación de servicios digitales de ocio que están marcando los gustos de nuestros estudiantes.

No es de extrañar que las revistas especializadas en educación a través de medios digitales recurran repetidamente al tema de los videojuegos como herramienta educativa no de futuro, sino de presente inmediato y que insistan en fomentar la imaginación de alumnos y docentes para promover la innovación en las experiencias educativas (Figura 4.23).



Figura 4.23 (A) Portada del número especial del mes de abril de 2010 de la revista Ciberaula Escuela 2.0 y (B) reseña de la página 20 acerca del proyecto conjunto de EA y la Universidad de Alcalá para introducir videojuegos educativos en el aula como Trivial Pursuit para aprender idiomas. (C) Portada de verano de 2014 de la revista especializada en la educación digital EDUCACIÓN 3.0. (D) Comentario en las páginas interiores de la mencionada revista del profesor de matemáticas David Gómez acerca de la necesidad de emplear la imaginación para innovar en el aula.

El último de los elementos que me han servido de inspiración para completar mis actividades en la red es la televisión. Las series de detectives son un clásico desde hace décadas, no es algo que vaya a descubrir yo ni mucho menos. No obstante, al margen del entretenimiento familiar que siempre han sido, me he sorprendido al saber que compañeros de carrera y alumnos por igual han tomado la decisión de cuál iba a ser su profesión a causa de un personaje o serie de televisión. Si bien se podría discutir este argumento en cuanto a lo que motiva la vocación médica o la abogacía, no pasa igual con el creciente número de personas que desean dedicar su vida a la investigación en un laboratorio o a la medicina forense nada menos. Cada vez hay más personas que quieren

ser forenses o analista de pruebas médicas y eso dudo mucho que se deba a la casualidad, en tanto al bombardeo de series policíacas y médicas a la que nos somete la parrilla televisiva desde hace un par de décadas: empezando por la hasta hace unos días incombustible CSI y sus mil variantes, pasando por el estrambótico House y finalizando con las actuales adaptaciones de Poirot y Holmes: Castle, Bones, el Mentalista... (Figura 4.24).



Figura 4.24 Algunos ejemplos de las series que han marcado tendencia en los últimos años y han despertado insospechadas vocaciones entre los más jóvenes: (A) Castle (Andrew W. Marlowe, ABC, 2009-2016, imagen tomada de <http://blogs.okdiario.com/series/2015/12/30/abc-podria-cancelar-la-serie-castle-1444>), (B) House (David Shore, FOX, 2004-2012, imagen tomada de <http://www.zinefilos.com/series/house/>), (C) CSI (Anthony E. Zuiker, CBS, 2000-2014, imagen tomada de <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2015/05/13/nota/4869281/serie-csi-llega-su-fin-tras-quince-temporadas>) y (D) Bones (Hart Hanson, FOX, 2005-Actualidad, imagen tomada de <http://seriesadicto.com/serie/bones>).

Gracias a estos tres elementos he podido ensamblar tres actividades a modo de ejemplo de cómo concibo que debieran abordarse los contenidos de biología de bachillerato tratados en el sitio Jedirojo Science desde la perspectiva de la Web 2.0 y a través del cristal de la gamificación, el reto y el compromiso:

4.7.1 El Caso Warren: Los Secretos tienen un Precio

Esta actividad viene presentada en forma de vídeo, al que se puede acceder desde el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=1GujCrO5rTk>

En este vídeo se cuenta la historia del brutal asesinato de Dana Warren. El inspector Donovan y el detective Ramírez acuden al lugar del crimen donde la policía científica, representada por la Dra. McAdams, está examinando el cadáver. Tras semanas de investigaciones nos encontramos en punto muerto y la policía el Departamento de Homicidios necesita que se realicen los análisis de ADN lo antes posible, pero la Dra. McAdams está demasiado ocupada con otros casos, de modo que confía la resolución del caso en su mejor ayudante, el estudiante de bachillerato que actúa a la vez de espectador. El reto consiste en que tras presentar los resultados de las PCR el alumno debe deducir quién es el asesino entre un grupo de cinco sospechosos.

El curso pasado propuse un problema de un asesinato a una de mis alumnas de Ciencias del Mundo Contemporáneo de 1º de Bachillerato. Aquella actividad apenas ocupaba un párrafo escrito en un folio, como las expuestas en la figura 3.1, obteniendo muy buenos resultados. La actividad que presento en este trabajo cuenta una historia completamente distinta, ya que en definitiva es otra actividad diferente a aquella simplificada del curso anterior, y la complejidad en su elaboración ha sido infinitamente superior, dado que ahora es un material docente en vídeo, con su guion, su rodaje, edición de audio e imagen... etc. La dificultad del problema también se ha elevado para adecuarla a estudiantes de 2º de Bachillerato, añadiendo elementos propios de las series policíacas del momento y de los videojuegos de aventura gráfica antes mencionados, como la cámara en primera persona cuando el alumno se hace cargo de la investigación, la música de cine o la presentación de documentos como el dossier con las pruebas, las coartadas y la vida de los sospechosos, que potencian la experiencia de forma radical (Figura 4.25).

Esta actividad requirió dos semanas de trabajo de edición aparte del rodaje, que se llevó a cabo en una tarde en las inmediaciones del Parque Tecnológico y en el interior de las instalaciones del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Granada. La ventaja de esta actividad es que una vez se haya usado con un grupo de alumnos puede editarse cambiando en unos pocos minutos la presentación que incluye las pruebas de ADN que han de interpretar los estudiantes, pudiendo mantener su vigencia de forma indefinida de un curso académico al siguiente. En la tabla 4.1 se resumen los elementos curriculares relacionados con la actividad que acaba de describirse.

El caso Warren: Los secretos tienen un precio.

Publicada el 15 de febrero de 2016 a las 10:25



Pistas del caso:

El cadáver de Dana Warren fue encontrado en un pequeño bañiquero por una patrulla el jueves 11 de marzo a las 14:00 por tapado por una pila de cartones. La víctima llevaba entre 12:30 horas muerta. Las últimas personas que la vieron con vida fueron la secretaria y los 'bobbies' de la Fuerza, que la vieron abandonar su puesto de trabajo el miércoles 11 a las 20:00 ya. Por tanto debió ser asesinada la noche del 10 al 14 de enero. Dana Warren fue apalabrada como viciada en el alcohol y el tabaco. Edo dos de las pechadas fueron latido y se asustaron con la mano derecha rubia a las repuestas de estrado. Las otras tres pechadas se asustaron con la mano izquierda con fuerza y precisión. La víctima presentó signos de lucha en forma de hematomas en sienes y cuello. Bajo sus uñas se han hallado trazas de piel, probablemente de su agresor. En el lugar del crimen se encontraron un bolso y se cartón con su documentación y dinero en efectivo. Tampoco se quitaron sus joyas por lo que se descartó su suicidio. También se examinó una del cadáver el área del crimen: un ruidito de cinta de la que se la podría cortar un peso de buena dactilografía. Las evidencias recogidas en las inmediaciones un partero tras relación con el caso, pero llevaban varias semanas en estado.

Desde que la víctima murió a Bulgakov aparece en punto de una investigación, probablemente relacionada con el crimen a través. Los cartones de su agresor...

Nombre: Aleksandr Bulgakov
Alias: "Sasha Ojczakul"
Edad: 37

Nombre: Jeremy Copperfield
Edad: 35
Estado civil: casado
Profesión: Director Comercial de Gemtech Corporation
Antecedentes: una multa de tráfico por exceso

Nombre: Joanna Baker
Edad: 35
Estado civil: soltera
Profesión: Caribloja
Antecedentes: herido en dos botines de alta costura en 2013
Antes de la muerte de la víctima y su esposa la

Nombre: Karen O'Bryan
Edad: 34
Estado civil: soltera
Profesión: Marchante de arte
Antecedentes: ninguno

Nombre: David Walker
Edad: 41
Estado civil: divorciado
Profesión: Abogado, fundador del prestigioso bufete Walker & Smith
Antecedentes: ninguno

El Caso Warren: Los secretos tienen un precio.

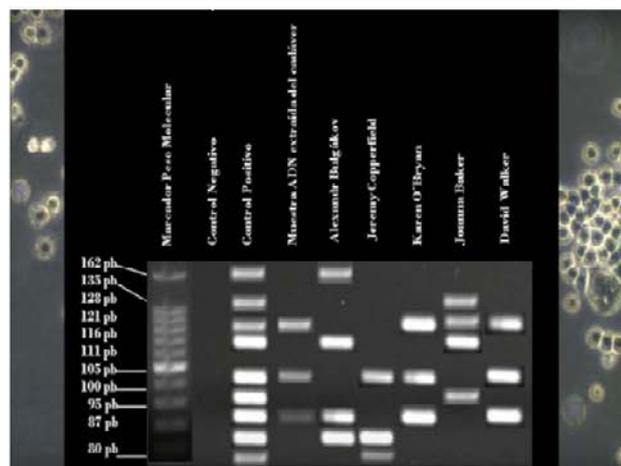


Figura 4.25 Actividad interactiva “El caso Warren”. Captura de algunas escenas de la película, algunas de las cuáles en la que los personajes hablan directamente al estudiante. También se incluyen los archivos con las indagaciones sobre el crimen y los sospechosos realizadas por la policía y una de las pruebas de ADN que los alumnos deben interpretar para justificar su respuesta.

Trabajo Final Máster del Profesorado-Pablo Fernández Rubio

Tabla 4.1 Resumen de contenidos, objetivos, competencias clave (ver anexos 2 y 3) y criterios de evaluación del área de Biología en 2º de Bachillerato presentados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, trabajados en la primera actividad propuesta en este apartado del trabajo.

Actividades	Objetivos	Competencias clave	Criterios de evaluación	Contenidos
El Caso Warren: Los Secretos tienen un Precio	b, c, d, e, g, i, j, k	a, b, c, d, e, f	<p>Bloque 1 3, 4, 5, 6</p> <p>Bloque 2 2,4, 5</p> <p>Bloque 3 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14</p>	<p style="text-align: center;">Bloque 1</p> <p>Las moléculas orgánicas. Glúcidos, lípidos, prótidos y ácidos nucleicos. Enzimas o catalizadores biológicos: Concepto y función.</p> <p style="text-align: center;">Bloque 2</p> <p>Morfología celular. Estructura y función de los orgánulos celulares. Modelos de organización en procariotas y eucariotas. La célula como un sistema complejo integrado: estudio de las funciones celulares y de las estructuras donde se desarrollan. El ciclo celular. La división celular. La meiosis. Su necesidad biológica en la reproducción sexual. Importancia en la evolución de los seres vivos.</p> <p style="text-align: center;">Bloque 3</p> <p>La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen. La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen. La ingeniería genética. Principales líneas actuales de investigación. Organismos modificados genéticamente. Proyecto genoma: Repercusiones sociales y valoraciones éticas de la manipulación genética y de las nuevas terapias génicas. Genética mendeliana. Teoría cromosómica de la herencia. Determinismo del sexo y herencia ligada al sexo e influida por el sexo.</p>

4.7.2 Un expediente X para Mulder

Los agentes Mulder y Scully del FBI siguen tratando de desenmascarar el complot gubernamental para ocultar la existencia de vida extraterrestre. Una criatura supuestamente alienígena ha escapado de una instalación del gobierno y ha asesinado a varias personas haciendo uso de una terrible sustancia tóxica muy volátil. Mulder está seguro de lo que ha visto y esta vez ha llegado a tiempo de tomar una muestra de esa toxina que será la prueba definitiva de que hay vida alienígena en nuestro planeta, pero Scully es mucho más escéptica y teme que todo esto no sea más que una cortina de humo para distraer su atención.



```
Proteína 2
nfvqfsyvit canhnrrssl dyadygcyg aggsqtpvde ldrckihdd cygeaekqgc
ypkmlmydy csgngpycrn vkkkcnrkvc dcdvaaeef arnannany nidtkrck
mkilyllfaf lflafsepg naykqchkkghcfcpkck lppssdfgkm dcrwrwkck
kgsqk mkilyllfaf lflafsepg naykqchkkghcfcpkck lppssdfgkm dcrwrwkck
kgsqk mkilyllfaf lflafsepg naykqchkkghcfcpkck lppssdfgkm dcrwrwkck
kgsqk

Proteína 3
mallprraag gllllalaa legkpapsal sqlekrsed qaaariidg gdtkqaardp
spqrnveplc sckdmsdkec lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc tcnmdtdeec
lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc sckdmtkdec lyfchqdviv rdtkqaardp
spqrnveplc tcnmdtdeec lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc tcnmdtdeec
lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc tckdmtkdec lyfchqdviv rdtkqaardp
spqrnveplc sckdmsdkec lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc tcnmdtdeec
lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc tcnmdtdeec lnfchqdviv rdtkqaardp
spqrnveplc sckdmtkdec lyfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc sckdmsdkec
lnfchqdviv rdtkqaardp spqrnveplc sckdmtkdec lnfchqdviv knadtsanpe
flg

Proteína 4
mgavpgvll lmlavlgrira apapechkl tkpvtkadvg svsgdwlwv svantreri
centssyve fklhsdiiey ternlfgns cisfynlsa stekqqqfsl nllqmeekgv
vrpfdngtv kffetcvdcl smeysgdigr fllyrrdgv hqnvevika qdesqklaec
lgsfidepfi ydgvdfchh kspeechklt kpvtkadvqs vsgdwlvws idenstisdd
wkklktsyve qrvdsqvif termmlkns cmtfknmta gpesqntfyt tsqkmeengv
vtvidengtv kffetcadcl smeysgffgh fllyrrdgv hqnvevika qdesqklaec
```

Figura 4.26 Un expediente X para Mulder. Presentación de la actividad con algunas de las secuencias de proteínas que he montado para los estudiantes.

Esta actividad es la excusa perfecta para que los usuarios de la web, especialmente los alumnos de bachillerato, pongan a prueba lo que hayan podido aprender de la sección de biocomputación de la web. Se describe una pequeña charada en la que el alumno debe realizar un alineamiento con la aplicación informática *online* Blast de las secuencias de proteínas proporcionadas en el enunciado (Figura 4.26) para averiguar si la toxina es de este mundo o es un montaje en base a la interpretación de sus resultados y a una posterior búsqueda de información que justifique sus conclusiones. Esta actividad puede dar pie a introducir otros temas interesantes del currículo de biología como la manipulación genética, las quimeras biológicas o las aplicaciones de la biotecnología. En la tabla 4.2 se resumen los elementos curriculares relacionados con la actividad que acaba de describirse.

Tabla 4.2 Resumen de contenidos, objetivos, competencias clave (ver anexos 2 y 3) y criterios de evaluación del área de Biología en 2º de Bachillerato presentados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, trabajados en la segunda actividad propuesta en este apartado del trabajo.

Actividades	Objetivos	Competencias clave	Criterios de evaluación	Contenidos
Un expediente X para Mulder	b, c, d, e, g, i, j, k	a, b, c, d, e, f	<p>Bloque 1 3, 4, 5,6.</p> <p>Bloque 3 1, 3, 8, 9</p>	<p align="center">Bloque 1</p> <p>Las moléculas orgánicas. Glúcidos, lípidos, prótidos y ácidos nucleicos. Enzimas o catalizadores biológicos: Concepto y función.</p> <p align="center">Bloque 3</p> <p>La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen. La expresión de los genes. Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas. El código genético en la información genética Las mutaciones. Tipos. Los agentes mutagénicos. Mutaciones y cáncer. La ingeniería genética. Principales líneas actuales de investigación. Organismos modificados genéticamente. Proyecto genoma: Repercusiones sociales y valoraciones éticas de la manipulación genética y de las nuevas terapias génicas. Genética mendeliana. Teoría cromosómica de la herencia. Determinismo del sexo y herencia ligada al sexo e influida por el sexo.</p>

4.7.3 El fármaco para la anemia falciforme

El alumno pertenece a una puntera empresa del sector farmacéutico que gana miles de millones anualmente con sus productos y servicios. De manera sorprendente la empresa Natural Biotech ha invertido una enorme suma de dinero y largos años en tratar de hallar una cura para la enfermedad de carácter hereditario que es la anemia falciforme. Cuando el fármaco está a punto de ser presentado para su comercialización la Unión Europea rechaza los datos proporcionados por la empresa en los que se demostraba que mejoraba el estado de salud de los enfermos. No se sabe por qué, puesto que los datos parecían demostrar una clara recuperación de los síntomas propios de la enfermedad entre los grupos tratados y control (Figura 4.27). Para colmo de males, el máximo responsable de promover el proyecto está desaparecido y es posible que haya

sido secuestrado por la mafia. La policía descubre que el proyecto ha sido financiado por la mafia italiana de Nueva York mediante el soborno del directivo desaparecido y que ahora clama venganza por el duro revés sufrido por el proyecto. Alguien más va a ser el objetivo de la mafia por ser corresponsable de este varapalo, pero ¿quién? Sólo el alumno puede deducirlo gracias a sus conocimientos en biología molecular. En este caso, lo que se pretende es que el estudiante haga una búsqueda de información contrastada que le permita relacionar la naturaleza de la enfermedad con la acción del fármaco sobre la composición de las membranas plasmáticas de los eritrocitos enfermos. La idea es que se relacione la fluidez de las membranas con otros factores externos que no se tuvieron en cuenta al realizar el estudio farmacológico y que explican el rechazo de la Unión Europea a comercializar el fármaco. Es por tanto una propuesta de miniproyecto de investigación a la vieja usanza envuelto en una trama de cine negro, que debe potenciar el uso del razonamiento y de la lógica por encima de la memorización de datos concretos, algo que considero crucial para nuestros estudiantes.

El fármaco para la anemia falciforme

Publicada el 9 Feb febrero Ee 2016 a las 8:15

Desde hace un año tienes la fortuna de trabajar para una gran multinacional farmacéutica, Natural Biotech, como relaciones públicas. La dirección de la empresa consideró que tu formación en ciencias biomédicas es un garante para transmitir correctamente las virtudes de los fármacos producidos por Natural Biotech a posibles inversores. Además, han aprovechado tu juventud para emplearla como imagen dinámica e innovadora de la empresa.

adquieren una anómala forma de hoz. Sus membranas plasmáticas son más rígidas de lo normal y por ello se rompen con facilidad (ver Figura 1).

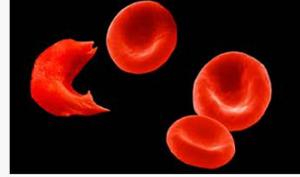


Figura 1. Eritrocitos humanos: los tres de la derecha son normales y el de la izquierda procede de un enfermo de anemia falciforme (tomado de <http://www.nhs.uk/Conditions/sickle-cell-anaemia/Pages/causes.aspx>).

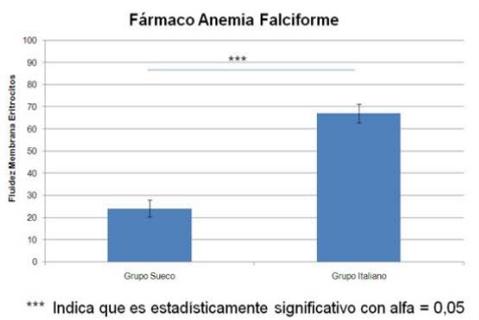


Figura 4.27 Presentación de la actividad de la anemia falciforme. El análisis de datos estadísticos y de los requerimientos para validar una prueba clínica siguiendo el método científico viene acompañado de pequeños toques de humor como el periódico de época.

En la tabla 4.3 se resumen los elementos curriculares relacionados con la actividad que acaba de describirse.

Trabajo Final Máster del Profesorado-Pablo Fernández Rubio

Tabla 4.3 Resumen de contenidos, objetivos, competencias clave (ver anexos 2 y 3) y criterios de evaluación del área de Biología en 2º de Bachillerato presentados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, trabajados en la tercera actividad propuesta en este apartado del trabajo.

Actividades	Objetivos	Competencias clave	Criterios de evaluación	Contenidos
El fármaco para la anemia falciforme	b, d, e, g, i, j, k	a, b, c, d, e, f	Bloque 1 3, 4, 5.	Bloque 1 Las moléculas orgánicas. Glúcidos, lípidos, prótidos y ácidos nucleicos.
			Bloque 2 6	Bloque 2 Las membranas y su función en los intercambios celulares. Permeabilidad selectiva. Los procesos de endocitosis y exocitosis.
			Bloque 3 1, 3, 6, 7, 8, 9	Bloque 3 La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen. La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen. La expresión de los genes. Transcripción y traducción genéticas en procariotas y eucariotas. El código genético en la información genética Las mutaciones. Tipos. Los agentes mutagénicos. Mutaciones y cáncer. La ingeniería genética. Principales líneas actuales de investigación. Organismos modificados genéticamente. Proyecto genoma: Repercusiones sociales y valoraciones éticas de la manipulación genética y de las nuevas terapias génicas. Genética mendeliana. Teoría cromosómica de la herencia. Determinismo del sexo y herencia ligada al sexo e influida por el sexo.

5. Resultados preliminares: Estadísticas, Comentarios y Respuestas en Foro

Una de las ventajas de la plataforma Webs es que proporciona un informe diario, mensual y anual del número de visitas a la página, de forma que se puede llevar un control de qué tipo de publicaciones generan más interés por la variación en el tráfico de dichas visitas. Jedirojo Science tiene una vida de unos 9 meses aproximadamente, desde su inauguración en octubre de 2015 hasta junio de 2016. En este tiempo ha alcanzado la cifra de 1500 visitas (Figura 5.1), este dato se ha logrado gracias especialmente al anuncio de la web en las redes sociales Facebook y Twitter, y en menor medida a las referencias incluidas en los vídeos publicados en mi canal de Youtube. El seguimiento de estos datos me permite afirmar que las entradas en la web que han dado lugar a más visitas han sido, sin lugar a dudas, aquellas pertenecientes a la categoría de *Ciencia y Ficción*. Como se ha mencionado previamente estas publicaciones tratan temas científicos interpretados en películas de éxito en la cartelera. Estas entradas han supuesto más de la mitad de las visitas, lo cual respalda mi argumentación de que la ciencia, envuelta en un papel de ocio cinematográfico, llega más y mejor al público general. Por el contrario, la sección de la web que ha logrado obtener menos visitas es la de las actividades, pero esto es algo bastante lógico, puesto que van dirigidas sobre todo a estudiantes de bachillerato y éstos han supuesto sólo una pequeña fracción de los usuarios y visitantes a la web. Durante mis prácticas docentes en el Fray Luis de Granada habría querido poner en práctica la utilidad de estas actividades, pero mi tutora sólo impartía clase a alumnos de 1º y 3º de ESO. Estos cursos tienen unos contenidos en sus currículos de biología muy alejados de las propuestas que he hecho en mi web y los alumnos a los que tuve el placer de dar clase (de 3º de ESO) habrían quedado en completo fuera de juego ante ellas porque aún no contaban con la formación necesaria para hacerles frente. Por esta razón, sólo he podido poner en práctica mi propuesta didáctica con un reducido número de alumnas de 2º de bachillerato a las que estoy monitorizando en mi academia. Es decir, no creo que sea significativo el bajo número de visitas que las actividades han motivado por las circunstancias expuestas, pero reconozco que estoy ansioso por ponerlas a prueba con un grupo regular de alumnos de 2º de bachillerato.

Jedirojo Science tiene actualmente 18 suscriptores y un número semejante de usuarios, tres de los cuales son mis alumnas de Biología de 2º de Bachillerato de la academia. Las entradas han recibido alrededor de 20 comentarios y el foro 10 preguntas o respuestas. Los comentarios han sido sobre todo acerca de las entradas de *Ciencia y Ficción*. Algunos de ellos son: “Qué interesante! yo pensaba que los que volaban eran dinosaurios y resulta que no. ¿Qué son entonces?” (Comentario del usuario “Rata de laboratorio” en “Parque Cretácico”) o “De acuerdo con lo que he leído, entonces ¿cuando aparece una especie nueva se extingue la anterior?” (Comentario del usuario

“Cometa” en “No es una peli para adultos, pero son los X-Men”). Me parece interesante que a pesar del trasfondo cinematográfico las preguntas acaban derivando hacia los temas científicos que se exponen más o menos veladamente, cuando en realidad esperaba que muchas de las preguntas se desviarán al mundo de la ficción, por motivos evidentes.

No obstante, también ha habido comentarios y preguntas de los usuarios en las otras secciones del blog como *Rompiendo Mitos* o *Ensayos de Laboratorio*: “El video es super aclaratorio, de lo mejorcito que he visto. Por qué el café (contra más malo), tiene efectos laxantes? En algunas ocasiones es más efectivo que la fibra.” (Comentario del usuario “Antonio” en “Evacuar o no evacuar...”) o “...una vez obtenidos los resultados ¿Se realizan comprobaciones posteriores ante posibles falsos positivos/negativos?¿si es así cuantas repeticiones del mismo resultado serían necesarias para darlo como válido?...” (Comentario del usuario “NCG” en “Cultivos celulares”). En estos casos las preguntas han girado en torno a temas que los usuarios han debido de escuchar en los noticiarios.

Páginas vistas

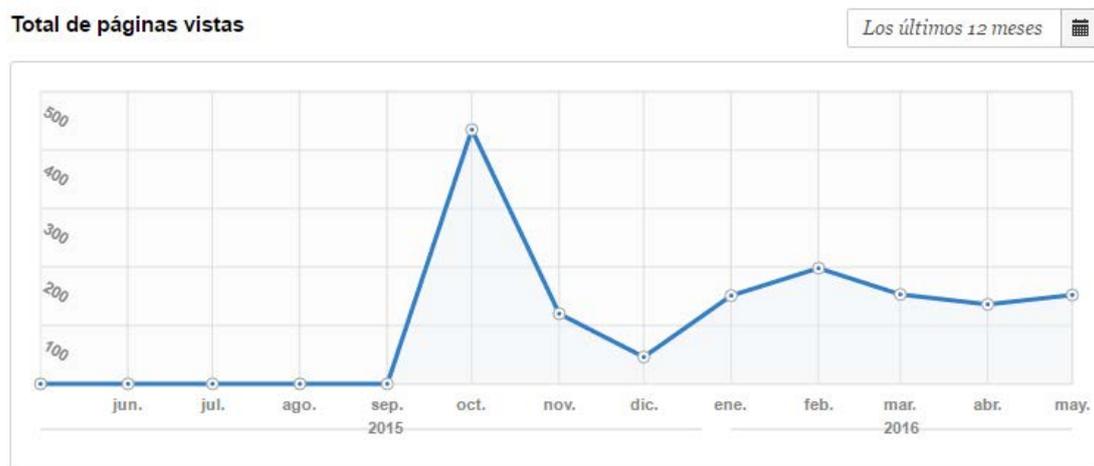


Figura 5.1 Recopilación del número de visitas que ha recibido la web Jedirojo Science desde su creación en octubre en 2015 hasta junio de 2016.

En cuanto a las visualizaciones de los vídeos en Youtube el éxito ha sido mucho más notorio, al llegar hasta más de 5000 entre sólo aquellos que forman parte de este Trabajo de Fin de Máster. Hay que decir que este valor se ha beneficiado de las versiones en inglés, que han sido reproducidas internacionalmente con mucha más fuerza que las españolas. Por su parte, la página web está editada por el momento en español y eso ha restringido mucho el tráfico de visitas internacionales. Tampoco hay que olvidar que este proyecto lleva cobrando forma en mi mente desde antes de iniciar el presente máster y algunos de estos vídeos llevan publicados un año más que los elaborados en el presente curso académico 2015-2016.

6. Conclusiones y Reflexiones Finales

Aún es pronto para valorar correctamente la validez y eficacia de la propuesta de enseñanza de Biología que he presentado con mi página web de carácter 2.0 y mi canal de Youtube, pero tengo la impresión de que es una estrategia prometedora para el desarrollo de la acción educadora. Las actividades que he preparado sólo han podido ser probadas con tres alumnas de Biología de 2º de Bachillerato, pero esta breve experiencia me ha proporcionado algunas conclusiones. Por ejemplo, la actividad del Fármaco para la anemia falciforme ha sido bien acogida por las dos estudiantes que la han realizado, pero ninguna ha sido capaz de completarla de manera correcta por motivos distintos. El usuario “Merche” fue capaz de hacer una buena búsqueda de información acerca de la anemia falciforme, que estuvo bien contrastada: “Es una enfermedad en la que el cuerpo produce globulos rojos de forma anormal. Las células tienen forma semilunar, estas células no duran tanto como las normales, los globulos rojos redondos, y da lugar a anemia, las células falciformes, también se atascan en los vasos sanguíneos y bloquean el flujo (...) De origen genético por sustitución de un aminoácido (ácido glutámico por valina), produce fibras poliméricas al exponerse a bajas presiones de oxígeno. Eritrocitos más viscosos (...) estas fibras deforman las células y las hacen menos flexibles”; pero no fue capaz de ver la relación entre la enfermedad y la composición lipídica de las membranas de los eritrocitos enfermos, de modo que no supo quién era el responsable del desastre experimental. Por su parte, el usuario “HurryPuchy” (pseudónimo que usa en la web) hizo una búsqueda de información escueta y poco profunda, pero fue capaz de interpretar la importancia de la composición lipídica de las membranas en la enfermedad, aunque no terminara asociándola con la alimentación como factor determinante de la misma: “Los factores que influyen en la fluidez de la membrana son la concentración de fosfolípidos y la concentración de colesterol. La enfermedad se caracteriza porque los globulos rojos enfermos son biconcavos y su membrana es rígida”. Al mismo tiempo se dio cuenta de que la razón por la que fue rechazado el fármaco fue un deficiente diseño experimental que no se atenía al método científico, por lo que identificó fácilmente al responsable del mismo. El problema es que llegó a las conclusiones correctas a partir de las razones incorrectas: “Entonces, la investigación no debió centrarse en la rigidez de la membrana de los eritrocitos pues esta cualidad es un efecto secundario, sino en la hemoglobina S; por tanto fue un fallo en el diseño, planteamiento, del experimento, la responsabilidad de esto es de Kenneth Walther, por tanto será el objetivo de la mafia italiana”. Al ver que ambas alumnas, razonadamente dotadas en las competencias académicas, acertaron en algunos aspectos de la actividad y fallaron en otros, he llegado a la conclusión de que el ejercicio es demasiado complejo para que un solo alumno se haga cargo del mismo. En consecuencia, y a la vista de estos datos, propondría que la actividad se abordara por pequeños grupos de alumnos heterogéneos para que se complementen las habilidades de los individuos en favor de la acción grupal. Esta aproximación también favorecería la

colaboración entre sus miembros y serviría de entrenamiento ante lo que es un verdadero trabajo experimental en grupos de investigación profesionales.

Por su parte, la actividad “El caso Warren: Los secretos tienen un precio” sólo la he podido emplear con la tercera de las alumnas de Biología de 2º de Bachillerato. Las respuestas me las entregó sólo en papel, pero dedujo quién era el culpable, aunque no supo justificarlo adecuadamente usando términos científicos.

En cualquier caso, la propuesta educativa presentada en este trabajo debe interpretarse como un medio dinámico de enseñanza que habrá de ir modificándose con el transcurso del tiempo para mejorar la experiencia didáctica. Por ello, como trabajo futuro, se plantea la incorporación de entradas y actividades sugeridas por los usuarios de la web para amplificar el componente interactivo de la misma y, por ende, su carácter de web 2.0.

Finalmente, quisiera concluir manifestando que la realización del Trabajo Fin de Máster me ha permitido profundizar en los conocimientos y aspectos educativos más señalados que se han trabajado en el Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas durante el curso académico 2015-2016. En particular, este trabajo ha servido especialmente para entender la importancia del factor psicológico en la enseñanza. Esencialmente, he podido comprender que no es posible hacer una propuesta educativa o plantear el desarrollo de nuevas tareas o actividades, ya sea para un grupo de estudiantes o para un individuo en concreto, sin considerar previamente los antecedentes psicosociales y las circunstancias personales de cada uno de ellos. Básicamente, y al igual que sucede con la página web, las tareas que he planteado no deben entenderse como elementos cerrados de configuración inamovible, sino como partes de una propuesta didáctica que han de alterarse y amoldarse según las necesidades y particularidades de los protagonistas de la enseñanza, esto es, de nuestros estudiantes.

7. Referencias Bibliográficas

- Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., & Dam, GT. (2011). *The concept of flow in collaborative game-based learning*. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194.
- Akey, T. M. (2006). School context, student attitudes and behavior, and academic achievement: An exploratory analysis. MDRC.
- Akkerman, S., Admiraal, W., & Huizenga, J. (2009). *Storification in history education: a mobile game in and about medieval Amsterdam*. *Computers and Education*, 52(2), 449-459.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Barron, B. (2006). *Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecologies perspective*. *Human Development*, 49, 193-224.
- Barron, B. (2004). *Learning ecologies for technological fluency: Gender and experience differences*. *Journal of Educational Computing Research*, 3(1), 1-36.
- Barzilai, S., & Blau, I. (2014). *Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences*. *Computers and Education*, 70, 65-79.
- Beer, C., Clark, K., & Jones, D. (2010). *Indicators of engagement. Curriculum, technology & transformation for an unknown future*. *Proceedings ASCILITE Sydney*, 75-86.
- Bellevue, W. (2007). *Portal (Videojuego): Valve Corporation*.
- Bellevue, W. (2011). *Portal 2 (Videojuego): Valve Corporation*.
- Bhagar, H.A., 2005. *Should cinema be used for medical student education in psychiatry?* *Med. Educ.* 39 (9), 972-973. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2929.2005.02252.x>
- Bolívar, A. (2002). *El estudio de caso como informe biográfico-narrativo*. *Arbor*, 171(675), 559-578.
- Bonilla Borrego, J. (2008). *Educación en Valores a través del Cine. Un Método para Estudiantes de Secundaria*. Universidad de Sevilla.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge Harvard University Press.
- Buckingham, D. (2005). *The media literacy of children and young people: A review of the literature*. London: Ofcom.
- Bull, G., Thompson, A., Searson, M., Garofalo, J., Park, J., Young, C., & Lee, J. (2008). *Connecting informal and formal learning: Experiences in the age of participatory media*. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(2). Recuperado de <http://www.citejournal.org/vol8/iss2/editorial/article1.cfm>
- Bunchball, I. (2010). *Gamification 101: An introduction to the use of game dynamics to influence behavior*. White paper.
- Byun, J., & Loh, CS. (2014). *Audial engagement: effects of game sound on learner engagement in digital game-based learning environments*. *Computers in Human Behavior*, 46, 129-138.

- Cheng, M., She, HC., & Annetta, LA. (2015). *Game immersion experience: its hierarchical structure and impact on game-based science learning. Journal of Computer Assisted Learning, 31(3), 232-253.*
- Cohen, L. (2007). *Social scholarship on the rise.* Recuperado de http://liblogs.albany.edu/library20/2007/04/social_scholarship_on_the_rise.html
- Coller, B., & Shernoff, DJ. (2009). *Video game-based education in mechanical engineering: a look at student engagement. International Journal of Engineering Education, 25(2), 308-317.*
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). *A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. Computers and Education, 50(2), 661-686.*
- Cormode, G., & Krishnamurthy, B. (2008). *Key differences between Web 1.0 and Web 2.0.* First Monday, 13(6). Recuperado de <http://www.uic.edu/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/2125/1972>
- Cottone, E., & Byrd-Bredbenner, C. (2007). *Knowledge and psychosocial effects of the film super size me on young adults. J Am Diet Assoc, 107(7), 1197-1203.* doi:10.1016/j.jada.2007.04.005
- Covington, M. (1985). *The motive for self-worth. Research on motivation in education: Student motivation.* (R. Ames, & C. Ames ed., Vol. 1, pp. 77-113). San Diego, CA: Academic Press.
- Crisp, G. (2014). *Assessment in next generation learning spaces. In The future of learning and teaching in next generation learning spaces. International Perspectives on Higher Education Research, 12, 85-100.*
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The psychology of optimal experience. Design Issues, 8(1), 320.*
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention.* New York HarperCollins.
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1993). *Talented teenagers: The Roots of success and failure.* . New York Cambridge University Press.
- Dark, ML., *Using science fiction movies in introductory physics. The Physics Teacher 43, 463 (2005); doi: 10.1119/1.2060648* Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1119/1.2060648>
- Davidson, D. (2008). *Beyond fun: serious games and media.:* ETC Press.
- Dede, C. (2008). *A seismic shift in epistemology. EDUCAUSE Review, pp. 80–81.* Recuperado de <http://er.educause.edu/articles/2008/5/a-seismic-shift-in-epistemology>
- Dede, C. (2007). *Reinventing the role of information and communication technologies in education.* In L. Smolin, K. Lawless, & N. C. Burbules (Eds.), *Information and communication technologies: Considerations of current practices for teachers and teacher educators: 106th Yearbook of the National Society for the Study of Education (Part 2, pp. 11–38).* Malden, MA: Blackwell.
- DeGennaro, D. (2008). *Learning designs: An analysis of youth-initiated technology use. Journal of Research on Technology in Education, 41(1), 1–20.*
- Denny, P. (2013). *The effect of virtual achievements on student engagement. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. ACM, 763-772.*

- De Puig, I. (2006). *Cinema per pensar, Grup - — Grup d'Innovació i Recer per a l'Ensenyament la Filos. Butlletí de filosofia*, 1-24.
- Deater-Deckard, K., El Mallah, S., Chang, M., Evans, MA., & Norton, A. (2014). *Student behavioral engagement during mathematics educational video game instruction with 11e14 year olds. International Journal of Child-Computer Interaction*, 2(3), 101-108.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. ACM*, 9-15.
- DiBartolo, M.C., Seldomridge, L.A. (2009). *Cinemeducation. Teaching end of life issues using feature films. J. Gerontol. Nurs.* 35 (8), 30–36.
- Domingo, J. y Fernández, M. (1999). *Técnicas para el desarrollo personal y formación del profesorado*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Drigas, A. S., Ioannidou, R.-D., Kokkalia, G., & Lytras, M. (2014). *ICTs, mobile learning and social media to enhance learning for attention difficulties. Journal of Universal Computer Science*, 20(10), 1499-1510.
- Elgue, M. S., & Sallé, M. C. (2014). *Las TIC en la enseñanza: Un estudio de casos desde el enfoque biográfico-narrativo. Educar* 2014, 50(1), 83-101.
- Ellis, H., Heppell, S., Kirriemuir, J., Krotoski, A., & McFarlane, A. (2006). *Unlimited learning: Computer and video games in the learning landscape. London: Entertainment and Leisure Software Publishers Association*.
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2013). *An investigation of the interrelationships between motivation, engagement, and complex problem solving in game-based learning. Educational Technology and Society*, 17(1), 42-53.
- Fassbender, E., Richards, D., Bilgin, A., Thompson, WF., & Heiden, W. (2012). *VirSchool: the effect of background music and immersive display systems on memory for facts learned in an educational virtual environment. Computers and Education*, 58(1), 490-500.
- Finn, J. D., Pannozzo, G. M., & Voelkl, K. E. (1995). *Disruptive and inattentivewithdrawn behavior and achievement among fourth graders. The Elementary School Journal*, 421-434.
- Fitz-Walter, Z., Tjondronegoro, D., & Wyeth, P. (2012). *A gamified mobile application for engaging new students at university orientation. In Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, ACM*, 138-141.
- Fredricks, J., Blumenfeld, PC., & Paris, AH. (2004). *School engagement: potential of the concept, state of the evidence. Review of Educational Research* 74(1), 59-109.
- Fullagar, C., Knight, PA., & Sovern, HS. (2013). *Challenge/skill balance, flow, and performance anxiety: An International Review. Applied Psychology*, 62(2), 236-259.
- Gapp, R., & Fisher, R. (2012). *Undergraduate management students' perceptions of what makes a successful virtual group. Education þ Training*, 54(2/3), 167-179.
- Gibbs, R., & Poskitt, J. M. (2010). *Student engagement in the middle years of schooling (years 7-10): A literature review. Wellington, New Zealand: Ministry of Education*
- Gil Pérez, D., Furio Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M., Pessoa de Carvalho, AM. (1997). *¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas*

- de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Gouyon, J.B. (2016). *Science and film-making. Public Understanding of Science*. Vol. 25(1) 17-30.
- Greenhow, C., Robelia, B., & Hughes, J.E. (2009). *Learning, Teaching, and Scholarship in a Digital Age. Web 2.0 and Classroom Research: What Path Should We Take Now? Educational Researcher*, Vol. 38(4), 246-259).
- Greenhow, C. (2006). *From blackboard to browser: An empirical study of how teachers' beliefs and practices influence their use of the Internet in the classroom and are influenced by the Internet's affordances. Doctoral thesis*, Harvard University, Cambridge, MA.
- Hamari, J. (2016). *Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. Computers in Human Behavior*, Vol 54, 170-179.
- Hamari, J., & Tuunanen, J. (2014). Player types: a meta-synthesis-. *Transactions of the Digital Games Research Association.*, 1(2), 29-53.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). *Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification*. Paper presented at the 47th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- Hoffman, J. L., Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2003). *The nature of middle school learners' science content understanding and use of on-line resources. Journal of Research on Science Teaching*, 40, 323-346.
- Hyde, N. B., & Fife, E. (2005). *Innovative instructional strategy using cinema films in an undergraduate nursing course. ABNF J*, 16(5), 95-97.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Literature review in games and learning. A NESTA Futurelab Research report - report 8. 2004*. <hal-00190453>. Recuperado de <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190453/document>
- Kleiner, B., Thomas, N., & Lewis, L. (2007). *Educational technology in teacher education programs for initial licensure (NCES 2008-040)*. Washington, DC: National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Laird, T. F. N., Smallwood, R., Niskode-Dossett, A. S., & Garver, A. K. (2009). *Effectively involving faculty in the assessment of student engagement. New Directions for Institutional Research*, 2009(141), 71-81.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2006). *New literacies: Everyday practices and classroom learning* (2nd ed.). Maidenhead, UK: Open University Press.
- Law, F. L., Kasirun, Z. M., & Gan, C. K. (2011). *Gamification towards sustainable mobile application. In Software Engineering (MySEC), 2011 5th Malaysian Conference, IEEE*, 349-353.
- Lepper, M., & Hodell, M. (1989). *Intrinsic motivation in the classroom. Research in motivation in education*. San Diego, CA: Academic Press. C. Ames, & R. Ames ed., Vol. 3, 73-105.
- Lepper, M., & Malone, T.W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. *Conative and affective process analysis*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. R. E. Snow, & M. J. Farr ed., Vol. 3. Aptitudes, learning, and instruction.

- Lenhart, A. (2015). *Teens, Social Media & Technology Overview 2015*. Recuperado de <http://www.pewinternet.org/2015/04/09/teens-social-media-technology-2015/>
- Lenhart, A., & Madden, M. (2007). *Pew Internet Project data memo*. Washington, DC: Pew Charitable Trusts. Recuperado de http://www.pewinternet.org/pdfs/PIP_SNS_Data_Memo_Jan_2007.pdf
- Liu, Y., Alexandrova, T., & Nakajima, T. (2011). *Gamifying intelligent environments*. In *Proceedings of the 2011 international ACM workshop on ubiquitous meta user interfaces*. ACM, 7-12.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. New York: Penguin Press.
- McManus, R. (2005). *Web 2.0 is not about version numbers or betas*. *Read/Write Web*. Recuperado de http://readwrite.com/2005/08/06/web_20_is_not_a/
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2016). *Informe de Datos y Cifras Curso Escolar 2015-2016*. Recuperado de [http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1516.pdf](http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1516.pdf)
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013). *Informe Español PISA 2012*. Vol. I. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, 169-546. Madrid.
- Montessori, M. (1967). *The discovery of the child*. New York: Ballantine Books.
- Naik, U. & Shivalingaiah, D. (2008). *Comparative Study of Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0*. *International CALIBER-2008*.
- Newmann, F., Wehlage, GG., & Lamborn, SD. (1992). *The significance and sources of student engagement*. *Student engagement and achievement in American secondary schools*. New York: Teachers College Press. F. M. Newmann ed., 11-39.
- Nicholls, J. (1979). *Quality and equality in intellectual development: the role of motivation in education*. *American Psychologist*, 34, 1071-1084.
- Parsons, J., & Taylor, L. (2011). *Improving student engagement*. *Current Issues in Education*, 14(1).
- Pellas, N. (2014). *Exploring interrelationships among high school students' engagement factors in introductory programming courses via a 3D multi-user serious game created in open sim*. *Journal of Universal Computer Science*, 20(12), 1608-1628.
- Procci, K., Singer, A. R., Levy, K. R., & Bowers, C. (2012). *Measuring the flow experience of gamers: an evaluation of the dfs-2*. *Computers in Human Behavior*, 28, 2306-2312.
- Pérez Parejo, R. (2010). *Cine y educación: explotación didáctica y algunas experiencias educativas*. Paper presented at the II Congreso Internacional de Didàctiques., Universidad de Gerona, Gerona.
- Roblyer, MD., McDaniel, M., Webb, M., Herman, J., Witty, JV. (2010). *Findings on Facebook in higher education: A comparison of college faculty and student uses and perceptions of social networking sites*. *Internet and Higher Education*, 13, 134-140.

- Russell, B., & Slater, G. (2010). *Factors that encourage student engagement: Insights from a case study of “first time” students in a New Zealand university*. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 8(1), art. 7.
- Saeed, S., & Zyngier, D. (2012). *How motivation influences student engagement: a qualitative case study*. *Journal of Education and Learning*, 1(2), p252.
- Schiefele, U., Krapp, A., & Winteler, A. (1992). *Interest as a predictor of academic achievement: a meta-analysis of research. The role of interest in learning and development*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp ed., 183-212.
- Sherhoff, D. (2013). *Optimal learning environments to promote student engagement*. New York: Springer.
- Sherhoff, D., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Sherhoff, ES. (2003). *Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory*. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158-176.
- Simoës, J., Redondo, R., & Vilas, A. (2012). *A social gamification framework for a K-6 learning platform*. *Computers in Human Behavior*, 29(2013), 345-353.
- Strati, A., Sherhoff, DJ., & Kackar, HZ. (2012). *Flow*. *Encyclopedia of adolescence*. New York: Springer, R. Levesque ed., 1050-1059.
- Tarsitani, L., Brugnoli, R., Pancheri, P. (2004). *Cinematic clinical psychiatric cases in graduate medical education*. *Med. Educ.* 38, 1181–1202.
- Thompson, H., & Vedantam, S. (2012). *A lively mind: Your brain on Jane Austen*. NPR: National Public Radio Website. New York: Springer. Recuperado de <http://www.npr.org/blogs/health/2012/10/09/162401053/a-lively-mind-your-brain-on-jane-austen>
- van der Spek, E., van Oostendorp, H., & Meyer, J. (2013). *Introducing surprising events can stimulate deep learning in a serious game*. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), 156-169.
- Weerts, S. (2005). *Use of films to teach critical thinking*. *J Nutr Educ Behav*, 37(2), 100-101.
- Welsh, C. J. (2003). *OD's and DT's: using movies to teach intoxication and withdrawal syndromes to medical students*. *Acad Psychiatry*, 27(3), 182-186. doi:10.1176/appi.ap.27.3.182
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press. ISBN 1613630239
- Willms, J. D. (2003). *Student engagement at school: A sense of belonging and participation: Results from PISA 2000*. Recuperado de Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.:
- Windschitl, M. (1998). *The WWW and classroom research: what path should we take?* *Educational Research*, 27(1), 28-33.
- Zauderer, C. R., & Ganzer, C. A. (2011). *Cinematic technology: the role of visual learning*. *Nurse Educ*, 36(2), 76-79. doi:10.1097/NNE.0b013e31820b4fbf
- Zeldman, J. (2006). *Web 3.0*. Recuperado de <http://alistapart.com/article/web3point0>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, Inc.

Anexo 1. Diálogos Vídeo-Actividad: “El Caso Warren”

Personajes

Dana Warren: asesinada (Belén López)

Inspector Donovan (Juan Cabrerizo)

Detective Ramírez (Humberto Fernández)

Terry McAdams: policía científica (Zorahaida López)

Fotógrafo policía (Inmaculada Rubio)

Escena 1

Cadáver en medio de la calle, sonido de sirenas y de fotografías.

Aparece I. Donovan, gesto serio y decidido, le sale al encuentro Ramírez, libreta en mano.

Donovan- ¿Qué tenemos?

Ramírez- Mujer de raza blanca. Unos 30. Apuñalada. La encontró una patrulla hace una hora bajo unos cartones.

Donovan- ¿Testigos?

Ramírez- Hasta ahora ninguno, esta zona no es muy transitada. No le han robado la cartera, ni las joyas.

Donovan- ¿Sabemos quién es?

Ramírez saca bolsa de plástico con documentos de identidad.

Ramírez- Dana Warren.

Donovan- ¿Dana Warren? ¿La ayudante del fiscal del distrito?

Ramírez- La misma, se ha hecho muy popular últimamente por trabajar en casos contra la mafia, el último Kricek (*se lee Craichek*) el kosovar. Le van a caer 20 años como poco a esa sabandija.

Donovan- ¿Y qué hacía por aquí? ¿Esto es un polígono industrial medio abandonado?

Ramírez- No lo sabemos. Ni vive, ni trabaja por aquí.

Donovan- Veamos que nos cuenta la científica.

Se acercan al cadáver donde la forense, enguantada, examina el cuerpo mientras toma notas, entretanto siguen tomándose fotografías.

Donovan (socarrón)- McAdams, cielo, siempre te encuentro en las mejores fiestas.

McAdams (entre divertida y hastiada)- Donovan, qué desagradable sorpresa, ¿sigues llorando junto a una botella?

Donovan- Ya sabes que no es fácil desprenderse de las viejas costumbres. Bueno, ¿qué puedes decirnos de nuestra amiga?

McAdams- La temperatura del cuerpo indica que lleva muerta de 20 a 30 horas. La causa principal de la muerte parece que fue la pérdida masiva de sangre por 5 puñaladas en tórax y abdomen con este cuchillo de cocina (muestra arma manchada en bolsa).

Ramírez- ¿Un crimen pasional?

McAdams- Eso parece. Hay varias trayectorias de entrada, algunas un tanto irregulares. La víctima se resistió, fijaos en las contusiones en muñecas y nudillos. También hay restos de piel debajo de sus uñas. Su agresor o agresora debió ser alguien fuerte, te diré más cuando la examine.

Donovan- Mira a ver si puedes sacar ADN de esos restos de piel bajo las uñas y busca trazas de agresión sexual.

McAdams- No me digas cómo hacer mi trabajo. Por cierto, estoy hasta arriba con el tema del accidente del conducto de gas del Upper East Side (*senlee aper ist said*), es posible que tengas que tratar con mi ayudante más adelante.

Ramírez- ¿Y ahora qué inspector?

Donovan- Es hora de trabajar, vamos a escarbar un poco en la vida de nuestra desafortunada ayudante del fiscal.

Escena 2

McAdams sale del laboratorio hablando con su ayudante. La cámara muestra la perspectiva del ayudante.

McAdams- ...después llama a los de recursos y diles que necesitamos esas membranas para ayer. Acuérdate también de cotejar las huellas del caso Phillips con la base de datos federal... (*le interrumpe Donovan*)

Donovan- Terry ¿qué pasa con la comprobación de la autopsia de Dana Warren que me prometiste? ¿Tengo al alcalde pegado a la nuca porque es año de elecciones y nadie quiere una ciudad donde se puede matar a un fiscal o a su gente a la ligera;

Mc Adams-¡Maldita sea Donovan! Te la he mandado esta mañana y no hay nada distinto. Cinco puñaladas, dos letales asestadas con la mano derecha y tres poco profundas con la izquierda. No hay signos de agresión sexual, ni trazas de drogas o toxinas en su organismo. Y las huellas del arma son las de tu sospechoso principal.

Donovan- ¡Pero eso es absurdo! ¿En qué crimen pasional se dedica el asesino a cambiarse el cuchillo de mano en plena faena?

McAdams- ¿Y a mí qué me cuentas? Ése es problema tuyo.

Donovan- Bueno, ¿y qué hay de la piel?

McAdams- Ya te dije que sin algo con lo que compararlo no puedo hacer nada.

Donovan- Pues toma, esta mañana hemos recibido la orden judicial y ya tenemos tus muestras.

McAdams- Tarde, te dije que estoy hasta arriba de trabajo. Dáselo a mi ayudante y te dirá lo que quieres saber.

Donovan- ¿Cómo? ¿Me abandonas ahora? Terry, me partes el corazón. Venga ya, esto es importante, no puedes dárselo a un novato.

McAdams- Piérdete Donovan, esto es lo que hay y mi ayudante no es un novato cualquiera, te lo aseguro. Le confiaría hasta un par de cepas del virus de Marbung.

McAdams se va sin mirar atrás.

Donovan- No, espera aún...-*se vuelve hacia cámara*- Toda una mujer, lástima que esté pillada...y que yo esté casado, claro. Bueno, vamos al lío cerebrita. Tu jefa dice que eres lo más, pero a mí no me van los cuentos. Este caso se va a llevar las cabezas de todo el que meta la pata, te lo digo yo, el alcalde no nos deja ni respirar. ¿Puedes hacerte cargo o no?-*cámara asiente*- Muy bien, toma el informe del caso con los cuatro sospechosos principales-*le tiende una carpeta con papeles*-. Tu laboratorio ya ha tenido que recibir sus muestras para que las cotejes con la que encontramos en el cadáver... ah¡ una última cosa, esto se lo dejó olvidado el abogado de Kricek.-*saca bolsa con colilla o vaso*- Inclúyelo en la prueba, tengo un mal presentimiento con este tipo. Parece que hace más cosas por este mafioso de lo que un buen letrado debería. Vamos, junior, sorpréndeme.

-Cámara se vuelve hacia laboratorio-

Escena 3

Donovan- ¿Lo has comprobado?-*asiente cámara*- Vale, vamos a coger a esa rata.

Anexo 2: Competencias Clave para Educación Secundaria y Bachillerato incluidas en el Real Decreto 1105/2014, BOE Sec. I, art. 2, aptdo. 2, p. 172 del 26 de diciembre 2014

A efectos del presente real decreto, las competencias del currículo serán las siguientes:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

Anexo3: Objetivos para Bachillerato incluidos en el Real Decreto 1105/2014, BOE Sec. I, art. 25, p. 188 del 26 de diciembre 2014.

Artículo 25. Objetivos.

El Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
- f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.

- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.