

Genes, memes y bits: el cómo y el porqué de cinco recursos web sobre genética

Jordi Domènech Casal^{1,2}, **Isabel Besson Masplà**³, **Manuel Merlo Fernández**⁴, **Manel Puigcerver Olivan**⁵ y **Maria Teresa Solé Pujol**⁶

¹Internet Interdisciplinary Institute, Universitat Oberta de Catalunya (IN3-UOC), España. ²INS Marta Mata, Montornès del Vallès (Montornès del Vallès), España. Email: jdomen44@xtec.cat. ³INS Bellulla de Canovelles (Canovelles), España. Email: ibesson@xtec.cat; ⁴INS Abdera, Adra (Almería), España. Email: mwmerlo@yahoo.es. ⁵Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática, Facultat de Formació del Professorat, Universitat de Barcelona, España. Email: mpuigcerver@ub.edu. ⁶Centro de Genética Médica (Barcelona), España. Email: maite.sole@lagenetica.info.

Resumen: La introducción en las aulas de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) hace necesario que docentes y otros profesionales conozcan y difundan los diferentes tipos de recursos TAC y los desarrollen como soporte útil para la docencia. En este artículo, profesionales de diferentes campos, autores de varios tipos de recursos TAC sobre la Genética, describen los objetivos y aplicaciones, los aspectos técnicos y las estrategias pedagógicas de sus recursos, con especial atención al proceso de creación, y las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, con la finalidad de orientar a los usuarios y creadores de recursos TAC.

Palabras clave: genética, webquest, recursos docentes, TIC, TAC.

Title: Genes, memes and bits: the why-and-how of five Learning and Knowledge Resources about genetics.

Abstract: The introduction of Learning and Knowledge Technologies (in Spanish acronym: TAC) in the classrooms makes necessary that teachers and professionals from other fields get involved in the development and spreading of the different types of TAC resources useful as a teaching support. In this article, professionals from diverse fields, authors of different types of TAC resources dealing with Genetics, describe the aims and applications, the technical aspects and the pedagogic strategies of their resources, with special emphasis on the creation process, and the advantages and disadvantages of each type of resource, to orientate users and creators of TAC resources.

Keywords: learning and knowledge technologies, genetics, webquest, educational resources.

Introducción

El mundo de la educación es probablemente el ámbito donde la irrupción de las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) ha generado más expectativas, y, al mismo tiempo, más desconcierto. Los profesionales de la educación han visto su mundo invadido por multitud de recursos TAC

de diferentes tipologías sin la suficiente información sobre su creación y aplicaciones. WebQuest, Actividades Interactivas, Webtask, Unidades Didácticas, Edublogs, Wikis, Museos Virtuales,...son sólo algunos ejemplos de recursos que irrumpen en nuestras aulas. Entre otras ventajas, es ampliamente aceptado que el uso de las TIC favorece el protagonismo del alumnado en el proceso de aprendizaje, fomenta el desarrollo de la competencia TIC, y puede facilitar el autoaprendizaje y el aprendizaje colaborativo (Monereo, 2005). Su rápido desarrollo constituye un gran potencial para actualizar el conocimiento (García y González, 2006). Desde un punto de vista temático, quizás uno de los campos que más ha necesitado de esta actualización del conocimiento es la Genética. En los últimos años, los avances en este campo (la clonación, las células madres, el proyecto genoma humano, los transgénicos, etc...) y su repercusión en los medios de comunicación, han generado un enorme interés y inquietud que es necesario abordar en el ámbito de la docencia aprovechando las herramientas actualizadas y abiertas al uso TAC. En este artículo, profesionales de diferentes campos, autores de varios tipos de recursos TAC sobre la Genética, dan a conocer las aplicaciones de sus recursos, el proceso de creación, ventajas e inconvenientes, y consejos con el objetivo de divulgar estas herramientas y contribuir a que el lector pueda aprovechar las reflexiones extraídas de estas experiencias para crear y usar, a su vez, otros recursos TAC sobre ésta u otras temáticas.

Según Richard Dawkins (Dawkins, 1976), mientras que las unidades genéticas de información son los genes, las unidades culturales de información son los memes. Del mismo modo que el ADN se erigió como el mejor soporte para la transmisión de los genes, los bits (unidades informáticas de memoria) se están mostrando el soporte más potente para la transmisión de los memes. En este artículo presentamos algunas estrategias exitosas de bits que transmiten memes sobre los genes. Este artículo no contiene una muestra exhaustiva de lo perfecto, sino una exploración inicial de lo posible, una guía de navegantes hecha por y para usuarios y creadores de recursos TAC.

“Pots enrotllar la llengua?” (“¿Puedes enrollar la lengua?”)

<http://sites.google.com/site/potsenrotllarlallengua/>

Este recurso es una webQuest que fue desarrollada como proyecto del curso “Creación de aplicaciones en Internet: webQuest” organizado por el Departament d’Educació de la Generalitat de Catalunya.

Una webQuest es una propuesta didáctica de investigación guiada, que utiliza principalmente recursos de Internet. Tiene en cuenta el desarrollo de las competencias básicas, contempla el trabajo cooperativo y la responsabilidad individual, prioriza la construcción del conocimiento mediante la transformación de la información en la creación de un producto y contiene una evaluación directa del proceso de aprendizaje.

Creada por Bernie Dodge (Dodge, 2010), profesor de tecnología educativa de la San Diego State University, la webQuest es un tipo de actividad didáctica que se recoge en un sitio web que presenta una estructura y apartados determinados. Normalmente, las webQuest se

realizan en lenguaje HTML, pero si no se conoce este lenguaje, se pueden utilizar programas especiales que facilitan este trabajo.

El objetivo principal de la webQuest "Pots enrotllar la llengua?" es la construcción del conocimiento en el ámbito de la Genética mediante la transformación de la información contenida en la red. Este recurso está dirigido a los alumnos de segundo ciclo de ESO y Bachillerato, de entre 14 y 18 años.

La webquest (Figura 1) ha sido diseñada con Google Sites, un proveedor gratuito de alojamiento y edición web de gran simplicidad de uso. Para construirla se ha creado un sitio nuevo con ocho páginas web: Inicio, Introducción, Tarea, Proceso, Evaluación, Conclusión, Guía Didáctica y Créditos. La investigación que deberán llevar a cabo los alumnos consistirá en conocer caracteres hereditarios de la especie humana y su mecanismo de transmisión genética. Para ello será necesario que repasen los conceptos clave de genética, estudien los mecanismos de transmisión genética más comunes, identifiquen los caracteres que deben estudiar en los compañeros de clase y deduzcan el patrón de herencia de dichos caracteres. Algunos de los caracteres hereditarios estudiados son la capacidad de enrollar la lengua, la línea frontal del cabello, el dedo meñique curvado, el dedo pulgar extensible, hoyuelos en barbilla y mejillas, y sentido de enrollamiento del cabello, entre otros.



Figura 1.- Imagen de la webQuest "Pots enrotllar la llengua?" ("Puedes enrollar la lengua?").

Por otro lado, deberán validar sus conclusiones con estudios genéticos realizados en sus propias familias y redactar el trabajo en un documento elaborado con un procesador de textos, siguiendo la estructura de un artículo científico.

Es posible que el patrón de herencia que sugieran los alumnos no sea el correcto ya que, por un lado, el tamaño muestral no es estadísticamente significativo (se propone una muestra aproximada de 30 alumnos, $n= 15$ chicos y $n= 15$ chicas) y, por otro lado, los estudios familiares no podrán incluir ni muchos individuos ni diversas generaciones. Sin embargo, debe valorarse el razonamiento y el análisis que realizan los estudiantes para establecer sus conclusiones.

Hay que mencionar que el uso de datos genéticos personales o familiares como material de estudio en la escuela debe ser objeto de una cuidadosa valoración en lo que refiere a invasión de la intimidad. Aún tratando caracteres inocuos, la información que se obtiene de los modelos de herencia puede conllevar situaciones difíciles de predecir y con implicaciones éticas complejas (ASHG/ACMG Report, 1995; Taylor y Cellars, 2011).

Las webQuest utilizan diversas estrategias para incrementar el interés, la dedicación a la tarea y, por tanto, los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Adell, 2004; Fierro, 2005). La pregunta : "Puedes enrollar la lengua?" se utiliza como motivación para que, a partir de una investigación guiada por la red y una organización adecuada, los alumnos puedan, poco a poco, construir su propio conocimiento sobre la Genética. Partir de situaciones reales, como la presencia de caracteres hereditarios en los compañeros, nos permite, asimismo, enseñar promoviendo el desarrollo de habilidades de extracción y sistematización de datos y la percepción de la diversidad humana, referentes a las competencias básicas de interacción con el mundo físico, aprender a aprender y competencia social y ciudadana. Para trabajar con este tipo de recurso, además de diferentes publicaciones (Capella, 2010), puede consultarse el sitio web <http://webquest.xtec.cat/enlla/> en donde se recoge una base de datos sobre webquest escritas en diversas lenguas. Clasificadas en diferentes áreas temáticas y curriculares, una junta directiva garantiza la calidad de las mismas.

"Leyendo el libro de la vida", Museo Virtual Interactivo

<http://oliba.uoc.edu/adn>

Este recurso ha sido impulsado por el Grupo Òliba de investigación en museología de la Universitat Oberta de Catalunya. La intención inicial del museo virtual fue usar contenidos divulgativos para atraer la atención del visitante y redirigirla hacia las noticias de actualidad científica en genética, estrategia que ha resultado de utilidad didáctica.

Los museos virtuales presentan contenidos de forma divulgativa mediante diferentes formatos (sonido, imagen, animación,...), permitiendo la deambulación del usuario, lo que hace necesaria una gran interrelación de contenidos (Mancini, 2008).

Para ello, se ha utilizado la plataforma de publicación web Joomla!1.5, un software libre y gratuito que simplifica la edición y actualización de contenidos por parte de usuarios no expertos y la participación del usuario, por lo que es frecuentemente usado como matriz para el desarrollo de museos virtuales (Carreras y Báscones 2008, Mancini, 2008). Para aportar más dinamismo y interactividad al museo, muchos de sus contenidos han sido realizados mediante el programa de animación Flash. Los contenidos del museo se dividen en tres secciones virtuales principales constantemente interrelacionadas (Figura 2), las Salas de Exposición (con contenidos de tipo divulgativo para atraer el interés), el Ágora del Museo (que contiene noticias de actualidad científica y entrevistas a investigadores), y los Recursos Docentes.



Figura 2.- Imagen del Museo Virtual "Leyendo el libro de la vida" donde pueden apreciarse la diversidad de menús que permiten los recorridos transversales. El menú superior permite el acceso a las secciones principales del Museo, las Salas de Exposición, el Ágora y los Recursos Docentes. Los menús laterales permiten el recorrido a través de las diferentes Salas.

Cada una de las 10 salas de exposición describe de forma amena y entretenida un aspecto principal de la genética (ingeniería genética, células madre, proyecto genoma,...). Cada sala está relacionada directamente con las noticias de actualidad en genética relacionadas con la temática de la Sala. Un elfo misterioso, un factor asesino, extraños monstruos genéticos, una maldición, clones de hace miles de años, el caballo alado Pegaso, los cuadros de Dalí, la catástrofe Malthusiana, las mujeres-jirafa, la civilización babilónica, el nazismo y los guerreros espartanos son algunos de los escenarios por los que discurren las Salas de Exposición, encontrando las huellas de la genética en el arte, la filosofía, la literatura y la historia.

El ala de recursos docentes agrupa y ofrece actividades didácticas. Estas secciones ofrecen materiales que convierten al museo en un valioso recurso educativo, pero además permiten al usuario compartir las actividades o recursos que genere alrededor del museo o de la genética: basta con darse de alta como usuario, y con un simple click el usuario puede enviar sus propios recursos para que sean ofrecidos en el museo.

Después de dos años de existencia, en los últimos meses del curso 2010-2011, el museo ha recibido una media de más de 25.000 visitas al mes, desde España, Méjico, Argentina, EEUU, Chile, Perú, ...y otros países donde el español es de uso corriente. Este ritmo de visitas está sometido a variaciones. Los incrementos en el ritmo de visitas han sido debidos a varios aspectos, como la referencia desde Wikipedia y la difusión en portales educativos (Educaragón, Educatur, Xtec, EducarEx,...) y de divulgación científica (RecerCAT, ODC, SEBBM,...). La versión actual del museo fue seleccionada como finalista en los Premios de Divulgación Científica Ciencia en Acción 2009 y premiada con el Premio Prismas de Bronce 2011 al mejor sitio web de divulgación. Las actividades y recursos del Museo están diseñados para el alumnado desde 2 ESO a los primeros cursos de universidad (entre 14 y 20 años).

El mayor potenciador de las visitas han sido los recursos pedagógicos, especialmente las webTask que aparecen en el museo como actividades y

guiones de visita. Las webTask son actividades de naturaleza educativa de formato y creación simple (documento de texto) que se ofrecen a los docentes para hacer seguimiento/evaluación del uso de un recurso de Internet por parte de los alumnos. Ésta ha resultado ser una herramienta simple, pero potente, para incrementar el valor TAC del Museo, ya que simplifica su uso por parte de los docentes. Aunque se ha intentado potenciar la vertiente participativa del Museo, lo cierto es que éste cuenta solamente con cerca de 20 usuarios registrados, y ninguno de ellos ha realizado ninguna aportación. Nuestro propósito es abrir el Museo a redes sociales como Facebook que faciliten la participación del público. Existe una gran variedad de museos virtuales, de la que "Leyendo el libro de la vida" es sólo una muestra. Para profundizar más en este tipo de recursos hay disponible en la bibliografía interesantes análisis de los usos didácticos de los Museos Virtuales y sus diferentes niveles de interactividad (Solanilla, 2002; Jansana y Carreras, 2001).

"Genética Humana"

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/html/adjuntos/2008/03/24/0008/genetica1.html>

El objetivo de este trabajo ha sido crear un recurso didáctico atractivo para el aprendizaje de la genética, y que siguiera la perspectiva constructiva, es decir, a través de actividades de investigación que permitan al alumnado interactuar con sistemas biológicos. Definiendo condiciones iniciales y observando cómo los procesos biológicos se desarrollan a partir de ellos, el alumnado puede descubrir y/o consolidar conceptos claves de genética, haciendo no sólo más atractivo, sino también más significativa la adquisición de conocimientos y habilidades. Este planteamiento didáctico, común al resto de áreas de conocimiento, presenta una desventaja instrumental que es obvia en el caso de genética: la dificultad de poner a disposición del alumnado los sistemas de estudio, así como la limitación temporal que impide apreciar los procesos y resultados en cortos periodos de tiempo. En estos casos, los procesos reales y herramientas necesarias para su estudio pueden ser sustituidos por unos virtuales, mediante el uso de simuladores y animaciones interactivas, que posibilitan el desarrollo de un aprendizaje activo (Pontes, 2005, López y Morcillo, 2007). Una ventaja añadida del uso de las TIC es la posibilidad de simplificar los procesos, favoreciendo con ello su adaptación a los distintos niveles y "dirigiendo" la observación a aspectos concretos que se quieran tratar. De esa forma podemos también secuenciar y modular, progresivamente, la adquisición de conocimientos y destrezas. Por ejemplo, tratando en un principio conceptos básicos cuya interacción se vaya haciendo más compleja con el tiempo.

En el recurso "Genética humana" se ha seguido este planteamiento. Está dirigido a un nivel entre 4º de ESO y 1º de Bachillerato (entre 15 y 17 años). En él se ofrecen una serie de pequeños simuladores o animaciones interactivas (23 en total) presentadas de forma secuencial en pequeños módulos y organizados en tres grandes bloques: Material genético, Diagnóstico y Herencia. Cada uno de estos módulos se inicia con un texto y una actividad cuya resolución requiere una labor de investigación. Para ello, los contenidos explicados deben ser aplicados en el simulador. En ningún caso estos contenidos son extensos, sino que se plantean como conceptos

mínimos ya que debe ser el trabajo de investigación el que permita al alumnado realizar nuevos “descubrimientos”.

Un ejemplo de actividad de investigación que permite ilustrar lo planteado es la que está relacionada con los procesos de meiosis y mitosis dentro del ciclo reproductivo (Figura 3).

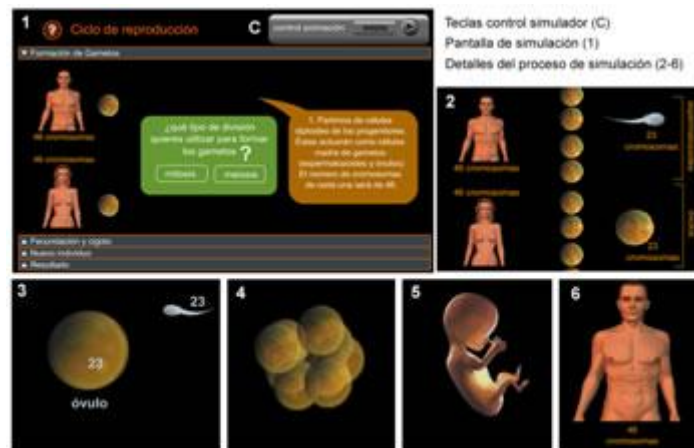


Figura 3.- Pantalla de simulador “Mitosis y meiosis en ciclo reproductivo”. Detalle de los distintos estadios que se muestran durante la simulación (2-6). En determinados puntos (por ejemplo, 1 –recuadro verde-) se pregunta al alumnado qué proceso realizar. La evolución del sistema varía según la respuesta.

Antes de realizar la actividad ya se ha investigado (usando simuladores más simples) conceptos como cromosoma, o productos resultantes de los procesos mitóticos y meióticos. Como contenidos previos se explica (brevemente) el concepto de gameto, fecundación y desarrollo embrionario. La investigación propuesta en este caso se centra en analizar en qué momento del ciclo debe ocurrir la meiosis y la mitosis. El simulador permite observar paso por paso el ciclo reproductivo. En determinados puntos, en concreto durante la formación de los gametos o la división del cigoto, se pide al usuario que seleccione qué proceso desea realizar (meiosis o mitosis). En función de ello el sistema evoluciona en un sentido u otro. Cuando la selección es incorrecta el proceso continúa pero se llega a situaciones inviables. La observación y análisis del proceso por parte del alumnado, tanto si acierta como si falla, permitirá a éste descubrir la importancia y sentido de ambos procesos dentro del ciclo reproductivo.

Las ventajas didácticas de este recurso se han constatado en el aula a distintos niveles: mayor comprensión de los procesos biológicos, sobre todo cuando se requiere que el alumnado argumente y explique de forma razonada los procesos estudiados. También se ha observado una mayor motivación en la realización de las actividades. Asimismo, la habilidad del alumnado joven en el uso de procedimientos digitales interactivos favorece una mayor atención y mejor asimilación de los contenidos mostrados.

La desventaja de este enfoque didáctico radica en la dificultad técnica para desarrollar este tipo de recursos. Para alcanzar la complejidad lógica y gráfica que un simulador biológico requiere es necesario recurrir a lenguajes de programación y software de animación. El recurso de “Genética humana”

se ha realizado con Flash y lenguaje action script, que necesitan un tiempo de práctica y aprendizaje.

No obstante, este planteamiento didáctico puede seguir siendo válido empleando una secuencia lógica de animaciones "externas" ya realizadas, y no necesariamente interactivas. Su disponibilidad en Internet es cada vez mayor. La secuenciación lógica de estas animaciones (o sus enlaces) dentro de un soporte web (blog, wiki..) o -como hemos dicho anteriormente- papel (webtask,...) alternándose con el planteamiento de cuestiones que requieran un proceso de observación y análisis pueden servir de base para desarrollar un aprendizaje por investigación.

"Genética: el lenguaje de la vida", "Evolución, descubriendo los orígenes"

<http://www.xtec.es/aulanet/seglexx/navegador/index.htm>

Recurso realizado con el apoyo del Departamento de Enseñanza de la Generalitat de Cataluña e Instituto Universitario del Audiovisual de la Universidad Pompeu Fabra. La obra en su conjunto pretende hacer un recorrido por los principales avances científicos del siglo XX. Con respecto a las unidades 4 ("Genética: el lenguaje de la vida") y 5 ("Evolución: descubriendo los orígenes"), se les ha dado un enfoque constructivista, evitando incurrir en orientaciones conductistas propias de muchas aplicaciones didácticas en las que se utilizan las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento. Para lograr este objetivo, las unidades parten de un organizador previo y proponen actividades de evaluación inicial, de generación de conflictos cognitivos y expositivas, finalizando con actividades de síntesis y/o evaluación.

El recurso, dirigido a alumnado de 3 ESO hasta niveles universitarios (entre 15 y 20 años) se ha elaborado en html y Flash, está basado en la conjunción de dos formas muy diferentes de acceder al conocimiento: los temas (Figura 4A) y el árbol (Figura 4B).

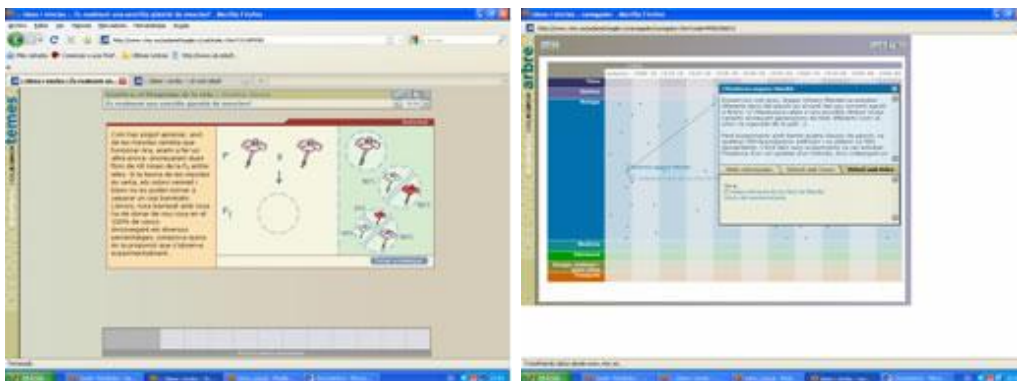


Figura 4.- Imágenes del recurso "Idees i vincles en el segle XX: la Ciència". A la izquierda, un ejemplo de un nodo correspondiente a la unidad de genética incluida en los temas de la obra. A la derecha, un ejemplo de un "átomo" perteneciente a la unidad de genética incluida en el Árbol de la obra.

En los temas se han seleccionado 10 unidades, dos de las cuales están dedicadas a genética y a evolución. Cada unidad está fragmentada en unos

nodos (que responden inicialmente a lo que sería una pantalla de ordenador), con textos breves, directos y precisos, complementados con dibujos y fotografías, así como con pequeñas animaciones e interactividades (actividades que el alumno ha de realizar y que conocerá instantáneamente si las ha efectuado correctamente). En el segundo nivel de uso, el Árbol pueden aparecer hitos y personajes del mundo de la ciencia, a partir del texto de los Temas. Si se clican, se accede hipertextualmente a unas unidades de información complementaria ("átomos") que están unidos entre sí por un criterio cronológico y de historia de la ciencia. Ello permite navegar por estos "átomos" siguiendo unos itinerarios absolutamente abiertos, una de las características y ventajas de los contenidos html (Solanilla, 2002).

Respecto a los contenidos, en la unidad de genética se trata, desde una perspectiva constructivista, la genética clásica (leyes de Mendel), la genética no mendeliana (concepto de gen, meiosis, recombinación y herencia ligada al sexo) y algunas nociones de ingeniería genética como los alimentos transgénicos y el proyecto genoma con sus ventajas y riesgos. En la unidad de evolución se trata el origen de la vida, las pruebas y teorías de la evolución, y la evolución humana (recorrido histórico desde los primeros homínidos hasta los humanos modernos).

En lo referido a su uso como herramienta docente, la obra estaba inicialmente pensada para alumnos de bachillerato como crédito variable y, por tanto, optativo. No obstante, por su diseño flexible puede ser útil para otras asignaturas del currículo de bachillerato y para alumnos de nivel universitario, sin descartar su uso por parte de aquellas personas con curiosidad por las ideas científicas. Como puntos fuertes del recurso, destaca la conjunción de dos maneras diferentes y complementarias de acceder al conocimiento: una lineal (los Temas) y otra hipertextual (el Árbol); el uso de diferentes modelos de actividades interactivas también enriquece la obra. Como puntos débiles del recurso, cabe señalar su coste económico, por lo que en algunos casos se tuvo que renunciar a la implementación de más actividades interactivas para ceñirse al presupuesto. También habría sido deseable efectuar actividades de evaluación "on line", automatizando más el proceso, así como diseñar instrumentos de valoración de la obra por parte de los usuarios. Los autores consideran que el hecho de que la obra sea un producto de contenido cerrado y no permita su modificación por parte de los usuarios es un factor positivo, pues garantiza la fiabilidad del recurso digital, aspecto que es objeto de creciente preocupación en la selección de recursos TIC para su uso educativo.

"La genética al alcance de todos"

<http://www.lagenetica.info/>

"La Genética al Alcance de Todos" es un sitio divulgativo sobre genética humana. El sitio persigue como objetivo el acercamiento de la población científica y la general, con la finalidad de difundir los avances y conocimientos que se producen en ámbito. Para ello utiliza un lenguaje sencillo y ameno, claro, y fácilmente accesible, así como una navegación, repleta de dibujos estáticos, animaciones en flash y enlaces específicos

(Figura 5). Los contenidos del recurso abarcan varios aspectos de la genética, como el origen de la vida, la especialización celular, la herencia sus tipos, las enfermedades hereditarias, la clonación y las células madre, las técnicas de diagnóstico prenatal, y la terapia génica entre otros.



Figura 5.- Imagen del portal "La genética al alcance de todos". El sitio dispone de un foro dirigido por el Dr. Jaume Antich (médico genetista y coautor del recurso) en castellano, catalán e inglés.

Estos aspectos son introducidos mediante títulos atractivos (¿Qué pasa cuando nuestras recetas se combinan con las de nuestra pareja?, ¿Por qué se producen las enfermedades? ¿Cómo recibimos nuestra herencia?,...) que reciben respuesta en la forma de animaciones flash didácticas. El recurso permite descubrir las aplicaciones prácticas de la genética en todos los sectores de la biomedicina, siendo de utilidad a estudiantes desde 3º de ESO (15 años) hasta universitarios. Asimismo, los nuevos retos interdisciplinarios permiten que este recurso pueda ser interesante en otros ámbitos. Así, en el Derecho, puede ser útil dada la necesidad de adaptar la realidad jurídica a la científica, afectado tanto por las regulaciones sobre bioética, sobre códigos éticos y deontológicos como por la necesaria preparación frente a este nuevo tipo de medicina y las problemáticas que de ella puedan suscitarse. En el caso del Periodismo, por el importante papel social y divulgativo en la correcta interpretación y difusión de los nuevos avances y noticias. Además, dados los grandes avances que se están produciendo en este campo (donde no todo lo técnicamente posible es éticamente aceptable) es necesaria una buena información de la población, idealmente desde la etapa escolar, para que llegado el momento tenga sus propios criterios bajo los cuáles votar y tomar decisiones.

El sitio está traducido al castellano, catalán, inglés y chino, con una media actualmente de 84.000 visitas al mes, y está acreditada por el colegio de médicos de Barcelona y por el HonCode. El sitio reúne gran parte de la información que debe conocer cualquier pareja que se plantee tener un hijo, independientemente de sus antecedentes personales o reproductivos, es decir, que ellos sean portadores o no de malformaciones congénitas o enfermedades hereditarias y / o hayan tenido hijos sanos o afectados de las mismas con anterioridad. Como se advierte en el sitio, éste no substituye la atención médica personalizada.

Al ser un sitio web educativo si la pregunta formalizada se encuentra ya descrita dentro de algún punto del sitio, el usuario es dirigido al mismo con la finalidad de que entienda y siempre que quiera pueda recuperar la información. Para agilizar el foro dado que hay muchas preguntas repetitivas estamos trabajando en una pantalla complementaria con la finalidad de que antes de que el usuario deje constancia de su pregunta, ya se encuentre previamente con una serie de preguntas – respuestas indicándole en base a la información que busca, qué apartados debe consultar del sitio. Los profesionales que han intervenido en la creación del sitio son médicos, biólogos, abogados, diseñadores gráficos, ilustradores y traductores, incluyendo el apoyo de la Secció de Normalització Lingüística del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya para la traducción al catalán. A nivel técnico el sitio está programado en lenguaje HTML y contiene animaciones en tecnología Flash (integradas en ventanas flotantes, popups) que favorecen la interactividad y la presentación de conceptos complejos como la herencia genética. Debido al gran volumen de contenido, se tuvo en cuenta que la navegabilidad de la web fuera amplia y que la organización del sitio fuera lo más clara y simple posible, para contribuir a la lectura rápida de todos sus textos, además de posibilitar al usuario que pueda imprimir los contenidos de cada página de forma independiente.

Discusión y conclusiones

Además de presentar varios recursos como ejemplos de posibilidades TAC eficaces, el objetivo de este artículo es también orientar a futuros creadores de recursos sobre aspectos importantes en la creación de los mismos.

Las actividades didácticas, la clave del uso educativo

Algunos de los recursos presentados ponen en evidencia la facilidad con la que los recursos TAC permiten al usuario crear el conocimiento, siguiendo el enfoque constructivista. Esto es evidente no sólo en las posibilidades de "navegación" por los contenidos, sino también en las propuestas de investigaciones en base a materiales multimedia o hipertexto, participación en foros, resolución de ejercicios...

En todo caso, proponer actividades de práctica o evaluación es crucial para dotar al recurso TAC de valor didáctico, y para fomentar su uso por parte del profesorado. Aunque en estas actividades la interactividad es un valor añadido, no es indispensable, ya que lo fundamental es que exista una secuencia lógica que dé un valor educativo al conjunto, en el mismo sentido que las WebQuest o las actividades de investigación propuestas en este artículo. Esta secuencia lógica no necesariamente requiere un dominio de programario de edición web: como hemos citado en algunos de los casos, las WebTask, documentos de texto en los que se invita a realizar actividades alrededor de los contenidos de uno o más sitios web, pueden ser un modo mediante el cual crear esta secuencia lógica de forma fácil y rápida. Diseñar algunas preguntas o actividades alrededor de los contenidos del sitio web y colgarlos juntamente con el sitio es una tarea fácil que ha demostrado incrementar enormemente el valor TAC de nuestros portales educativos o divulgativos. Una buena aproximación para plantearnos las necesidades de nuestro recurso web es anticiparnos a la pregunta del

docente interesado en usar el recurso: "¿Y qué van a hacer los alumnos con eso?".

Posibilidades y requerimientos de los diferentes lenguajes web

Desde un punto de vista técnico, los recursos presentados ofrecen gran variedad, usando los tres tipos principales de lenguajes de publicación web: html, php y Flash (actionscript). Cada lenguaje ofrece unas posibilidades y solicita unos requisitos que hay que tener en cuenta cuando se debe elegir qué lenguaje de edición usamos para nuestro recurso TAC (Tabla 1).

	html	php	flash
Fácil Manejo	****	**	
Rápida actualización	**	****	
Participación de usuarios	*	****	
Interactividad	*	**	****
Posibilidades gráficas	*	*	****
Facilidad de alojamiento web	****		**

Tabla 1.- En esta tabla se muestra una valoración de los diferentes lenguajes (html, php, Flash) en relación a varios aspectos a tener en cuenta para elegir el tipo de lenguaje para crear nuestro recurso TAC.

Los dos primeros lenguajes (html y php) son quizás los más fáciles de usar para el principiante iniciado en materia de edición web, pues existen editores o recursos de fácil manejo, tanto para html (como Dreamweaver, Kompozer) como para php (Joomla!, Moodle, EduBlogs,...), incluyendo opciones de fácil manejo para no iniciados, como los blogs o GoogleSites. En contraste, el lenguaje del programa Flash es más complejo, si bien ofrece unas posibilidades estéticas y de interactividad excepcionales. Los tres tipos de lenguaje pueden aprenderse mediante tutoriales que se pueden encontrar en Internet, aunque un breve curso introductorio puede acelerar enormemente nuestros progresos.

Algunos de los recursos presentados muestran que es posible combinar las posibilidades de cada lenguaje creando portales que incluyan contenidos con cada uno de los lenguajes, aprovechando para cada lenguaje sus posibilidades. Es preciso tener una idea muy clara de cómo queremos que sea nuestro recurso antes de decidirnos por un tipo de lenguaje u otro, y tener en cuenta también que las plataformas de publicación web que usen el lenguaje php tienen requerimientos especiales en el servidor donde se aloje el recurso (bases de datos MySQL).

La participación de los usuarios puede ser una herramienta importante en el enfoque constructivista del aprendizaje (como demuestran algunos recursos wiki), y facilitar, además, la colaboración de otros profesores en el enriquecimiento del recurso. La presencia de animaciones interactivas visibles en algunos de los recursos presentados evitan la pasividad del alumnado (Casas-Serrate, Garcia-Rovira y Sanmartí, 2008), pero implican un salto de complejidad en la gestión del sitio web.

En prácticamente ninguno de los recursos de este artículo se hace uso de tecnologías como redes sociales como Facebook, Ning, Twitter..., o marcadores sociales como Delicious, Mr. Wong, Diigo, etc... Para evitar un

contenido demasiado estático, quizás sería de utilidad impulsar los recursos TAC mediante tecnologías de este tipo.

La colaboración como vía de calidad en la creación de recursos TAC

La integración de diferentes tipos de profesionales (médicos, editores y diseñadores web, divulgadores científicos, museólogos, profesores, investigadores, etc...) en un mismo proyecto significa un salto de calidad en los recursos TAC creados, como ya han discutido otros autores (Hernández, Couso y Pintó, 2010). Conviene, dentro de lo posible, intentar que los proyectos, además de interdisciplinarios, sean interprofesionales, buscando aliados en profesionales que actúen desde otros ámbitos en el campo de estudio sobre el que deseamos crear el recurso. Con frecuencia, veremos que, aún sin financiación ni apoyo de instituciones, nuestro proyecto TAC puede experimentar un salto adelante.

Aún así, la financiación y/o el apoyo de alguna institución también pueden ser claves en el desarrollo del proyecto. Aunque es posible desarrollar recursos TAC de forma completamente independiente e individual, el apoyo de una institución puede mejorar varios aspectos: 1) si se usan programas o lenguajes de publicación web complejos, puede ser de utilidad el contacto con alguna institución con personal experto. 2) los recursos web necesitan estar "colgados" en Internet, con lo que se hace necesario un servicio de hosting, o alojamiento web. Aunque existen posibilidades gratuitas, la presencia de publicidad o poca fiabilidad (como demuestra el reciente cierre del servicio gratuito de Geocities, con la consiguiente pérdida de recursos), el hosting en el servidor de alguna institución es más seguro, y posiblemente, ofrecerá más posibilidades técnicas (especialmente importantes en el caso de recursos con lenguaje php). 3) un recurso sólo es útil a partir del momento en que los posible usuarios están informados de su existencia. Aunque es posible dar a conocer un recurso mediante estrategias independientes (comunicaciones a portales especializados, redes sociales, Wikipedia, etc...), el servicio de comunicación de una institución de apoyo puede facilitar mucho este paso. Dónde encontrar el apoyo de instituciones? Podemos encontrarlo en Departamentos o Grupos de Investigación de Universidades, Asociaciones Culturales, Organismos Públicos (Ayuntamientos, Diputaciones, Ministerios,...) de Educación y/o Cultura, etc... Otra opción es, en lugar de crear un recurso nuevo desde la nada, crear materiales que den valor TAC a un recurso ya existente (cuestionarios, WebTasks, hojas de ejercicios,...), y compartirlos, quizás contactando a los autores y ofreciéndoles los materiales de apoyo para que los ofrezcan a través del sitio web. Antes de crear un recurso TAC, cabe preguntarse: "¿Existe previamente algún recurso TAC al que yo pueda complementar?".

La estandarización y catalogación: un primer paso hacia la normalización

Las WebQuest son un formato TAC que debe su éxito en parte a que se han realizado esfuerzos muy dirigidos a estandarizar su formato y procedimiento de aplicación en el aula (Adell, 2004, Fierro, 2005). El docente ya sabe de antemano qué es una WebQuest, para qué sirve, y cómo funciona, y por eso tiene más tendencia a usarlo. Quizás el campo de diversidad creciente en recursos TAC debería ser objeto de una clasificación

y estandarización parecidas. Algunos autores han iniciado los primeros pasos en la creación de alguna "taxonomía" de recursos TAC (Pontes, 2005, Marqués, 2000). Esta "taxonomía" facilitaría que se dieran a conocer más tipologías de recursos TAC, su funcionamiento y posibilidades didácticas (no sólo para los creadores de recursos, sino también para sus usuarios, el profesorado y alumnado), acelerando la creación y aplicación de recursos. Este artículo pretende aportar su grano de arena en este sentido.

Los recursos presentados en este artículo han sido elegidos porque en su conjunto ofrecen una imagen amplia de la variedad de formas que pueden adoptar los recursos TAC, y al mismo tiempo cubren los conceptos clásicos y contemporáneos más importantes del campo de la Genética. Existen en la red otras tipologías de recursos igualmente valiosas que no han sido incluidas para evitar redundancias o una extensión excesiva. En particular, el lector encontrará interesantes los laboratorios virtuales o simuladores, que en este artículo sólo han sido citados de forma escueta (López y Morcillo, 2007; García y Gil, 2006). Como se ha discutido a lo largo del artículo, las diferencias entre los diferentes tipos de recursos (esquematisadas en la Tabla 1) estriban principalmente en la interactividad, la complejidad en su confección, y la disponibilidad/no disponibilidad de actividades didácticas asociadas orientadas al alumnado. Como han detallado otros autores (Herrington, 2006), la disponibilidad de actividades didácticas es un punto crucial para el uso de los recursos TAC en el aula, y, tal como se ha discutido en este artículo, conviene articular vías de colaboración entre profesorado y otros profesionales para conseguir enriquecer los recursos TAC.

Para ello, es también necesaria una formación del profesorado sobre cómo usar los recursos en el aula, ya que a menudo las TAC son practicadas como un añadido, en lugar de una oportunidad para cambiar la dinámica de aula (Pontes, 1999). Cada recurso TAC tiene unas utilidades didácticas que se corresponden con diferentes tipos de aprendizaje (Churches, 2007, Churches, 2008). El uso y creación de recursos TAC no debería ser considerado un objetivo, sino un medio, para facilitar un cambio hacia un modelo educativo constructivista del conocimiento, que necesita del esfuerzo conjunto de profesorado, sistemas de evaluación e instituciones (Salinas, 2004, Marqués, 2002, Marqués, 2006).

Agradecimientos

Jordi Domènech agradece a la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Agència de Gestió dels Ajuts Universitaris i de la Recerca (AGAUR) la financiación obtenida, y a Piero Berni y César Carreras (del grupo Óliba de la UOC) su ayuda y consejos sobre aspectos técnicos del Museo "Leyendo el libro de la vida". Isabel Besson agradece a Eulàlia Navarro Oller, su dedicación durante todo el período de realización de la WebQuest Pots enrotllar la llengua? Manel Puigcerver agradece a Ignasi Ribas y Pere Freixa, del Departament de Comunicació de la Universitat Pompeu Fabra su colaboración en la elaboración del recurso Idees i vincles en el segle XX: La Ciència. Maria Teresa Solé agradece a Jaume Antich Femenias, coautor del recurso, su colaboración en la elaboración del mismo, así como la de todo el equipo de La Genética al Alcance de Todos.

Referencias bibliográficas

- Adell, J. (2004). Internet en el aula: las WebQuest. *EduTec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 17. En: http://www.uib.es/depart/gte/edutece/revelec17/adell_16a.htm
- ASHG/ACMG Report (1995). Ethical, legal, and psychosocial implications of genetic testing in children and adolescents. *Am J. Hum. Gen.*, 57, 1233-1241.
- Capella, S. (2010). Crear una WebQuest. En: C. Barba y S. Capella (Eds), *Ordenadores en las aulas*. (pp.123-128). Barcelona: Graó.
- Carreras, C. y P. Báscones (2008). Managing memory institutions portals: from HTML to CMS and towards applications in XML for multiplatforms. *International Journal of Digital Culture and Electronic Tourism*, 1, 1, 18-36.
- Casas-Serrate, M.E., Garcia-Rovira, P. y N. Sanmartí (2008). Reflexions i recerques sobre l'ensenyament de les ciències. L'ús d'animacions-TIC a la classe de biologia. *Ciències* 10, 18-32.
- Churches, A. (2007). Educational Origami, Bloom's and ICT Tools. En: <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+and+ICT+tools>
- Churches, A. (2008). Bloom's Taxonomy Blooms Digitally. En: <http://www.techlearning.com/article/blooms-taxonomy-blooms-digitally/44988>
- Dawkins, R. (1976). *El Gen Egoísta*. Barcelona: Salvat Editores.
- Dodge, B. (2010). *Bernie Dodge's permanent record*. En: <http://edweb.sdsu.edu/people/bdodge/>
- Fierro, J.L. (2005). La oportunidad webquest. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 2. En: <http://dim.pangea.org/revistaDIM2/articuloWQ.doc>
- García, A. y L. González (2006). Uso pedagógico de materiales y recursos educativos de las TIC: sus ventajas en el aula. *II CONGRESO TICC EN EDUCACIÓN. VALLADOLID*. En: http://www.eyg-fere.com/TICC/archivos_ticc/AnayLuis.pdf
- García, A. y M.R. Gil (2006) Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5, 2, 304-322. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Hernández, M.I., Couso, D. y R. Pintó, (2010). Reflexions i recerques sobre l'ensenyament de les ciències. El projecte Materials Science: Disseny, implementació i validació d'unitats didàctiques sobre propietats dels materials establint vincles entre recerca i docència. *Ciències* 15, 34-38.
- Herrington, J. (2006). Authentic e-learning in higher education: Design principles for authentic learning environments and tasks. En: T.C. Reeves y S. Yamashita (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2006*. (pp. 3164-3173).

Jansana, J.M. y C. Carreras (2001). Museum websites that teach: the example of Nature's Treasures. *La Talaia*, 3. En: <http://www.bcn.es/medciencias/latalaia/n3/cat/printable-article.htm>

López, M. y J.G. Morcillo (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6, 3, 562-576. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Mancini, F. (2008). Usability of Virtual Museums and the Diffusion of Cultural Heritage. *UOC Working paper series*. En: <http://hdl.handle.net/10609/1277>

Marquès, P. (2000). Nuevos instrumentos para la catalogación, evaluación y uso contextualizado de espacios web de interés educativo. *Revista Interuniversitaria de Tecnología Educativa* 0, 199-209.

Marquès, P. (2002). *La revolución educativa en la era internet*. Barcelona: Praxis.

Marquès, P. (2006). Recursos tecnológicos y modelos didácticos para su aplicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Cuadernos de Pedagogía*, 363, 80-89.

Monereo, C. (Coord) (2005). *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender*. Barcelona: Graó.

Pontes, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique : Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 4, 19, 53-64.

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 1, 2-18.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1, 1-15.

Solanilla, L. (2002). ¿Qué queremos decir cuando hablamos de interactividad? El caso de los webs de los museos de historia y arqueología. *Digit-HUM Revista d'Humanitats*, 4. En: <http://www.uoc.edu/humfil/articles/esp/solanilla0302/solanilla0302.html>

Taylor, A. y J. Cellars (2011). The ethical implications of genetic testing in the classroom. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39, 4, 253-260.