

**(C-205)**

**EMPLEO DE HERRAMIENTAS VIRTUALES PARA LA  
CREACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO DE ACCESO  
LIBRE.**

*Manuel A. Pombal Diego*

*Pilar Molist García*

*Manuel Megías Pacheco.*



**(C-205) EMPLEO DE HERRAMIENTAS VIRTUALES PARA LA CREACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO DE ACCESO LIBRE.**

*Manuel A. Pombal Diego, Pilar Molist García y Manuel Megías Pacheco.*

**Afiliación Institucional:** Grupo Neurolam, Área de Biología Celular, Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, 36310-Vigo.

**Indique uno o varios de los siete Temas de Interés Didáctico:** (Poner x entre los [ ])

Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.

Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.

Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.

Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.

Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.

Evaluación de competencias.

**Resumen.**

Potenciar el aprendizaje autónomo del alumno siguiendo un determinado itinerario es uno de los postulados del denominado Plan Bolonia; en este contexto, además de otras funciones, el profesor ha de actuar como guía, enseñando y ayudando a alcanzar las habilidades y competencias marcadas como objetivos en cada materia. En algunos casos, esto significa la introducción paulatina de cambios en la metodología docente y la introducción de nuevas herramientas para facilitar el trabajo autónomo del alumno.

Como profesores responsables de la experiencia piloto de adaptación al EEES de la materia Citología e Histología Vegetal y Animal iniciada en el año 2007 en la Universidad de Vigo, consideramos oportuno crear una herramienta propia para nuestro ámbito de conocimiento: un atlas histológico virtual. Asimismo, creímos que dicho atlas debía cumplir una serie de requisitos, tales como: abarcar la mayor parte de los aspectos relacionados con la Citología e Histología, disponer de gran cantidad de ilustraciones originales, ser fácil de usar, intuitivo y ameno, ser interactivo y potenciar el autoaprendizaje, diseñarse mediante programas de software libre, y ser de acceso y uso libre.

**Keywords:** Atlas virtual; Visita guía; Itinerarios; Páginas interactivas; Autoaprendizaje; Ejercicios de autoevaluación; Citología; Histología; Organografía; Técnicas histológicas.

**Abstract.**

Promoting the autonomous learning of the students following a specific itinerary is one of the postulates of the so called Bologna Process; in this context, besides other functions, the professor should act as a guide, teaching and helping

students to achieve the skills and competences marked like objectives in each subject. In some cases, this means a gradual introduction of changes in the teaching methodology and the introduction of new tools to facilitate the autonomous work of the students.

As the responsible professors for the pilot experience of adaptation to the EEES of the matter Cytology and Animal and Plant Histology started in 2007 at the University of Vigo, we considered opportune to create our own tool for cell biology teaching: a virtual histological atlas. Likewise, we believed that the atlas should meet a series of requirements, such as: to cover most aspects of Cytology and Histology, to include a high number of original illustrations, to be easy to use, intuitive and mild (fun) pleasant, to be interactive and encourage self-learning, to be designed by free software, and to be of free access and use.

### **Introducción**

La disponibilidad de nuevas herramientas docentes permite explorar diferentes formas para facilitar que los alumnos puedan conseguir de manera secuencial, constructiva e integradora las competencias asignadas a cada disciplina. Internet quizá sea la herramienta que más impacto ha tenido en los últimos años en el ámbito docente por la versatilidad que ofrece [3, 5]. Su uso, además de globalizar el conocimiento, ha favorecido un cambio de estrategia y de metodología docente que permiten dirigir y potenciar el aprendizaje autónomo, y por tanto el alumno se hace más responsable de la adquisición de competencias. Este tipo de trabajo independiente entra de lleno dentro de los postulados del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [1]. El papel del profesor como diseñador y conductor de las secuencias de aprendizaje gana peso. Para poder llevar a cabo esta labor se ha de contar con herramientas diversas y eficaces que faciliten la consecución provechosa de tales itinerarios de aprendizaje [2, 4].

En el campo de la biología celular y de la histología hay diversas competencias básicas que los alumnos deben adquirir. Entre ellas están la identificación e interpretación de los diferentes compartimentos y estructuras celulares así como de secciones de órganos y tejidos. Para adquirirlas, aparte de las clases teóricas, las prácticas, los seminarios o las tutorías, existen numerosos recursos docentes tales como libros, revistas o portales de internet; sin embargo, los autores del presente proyecto echaban de menos una herramienta docente que aglutinase los diferentes aspectos relacionados con éste área de conocimiento.

En el año 2007, coincidiendo con la implicación de los autores en una experiencia piloto de adaptación al EEES de la asignatura Citología e Histología Vegetal y Animal, dio sus primeros pasos el atlas histológico virtual que hoy presentamos cuyo principal objetivo era convertirse en una herramienta docente complementaria, de apoyo para el alumno (que pretende complementar a otros formatos de información como pueden ser los libros de texto), y que facilitara la adquisición de las competencias básicas en biología celular e histología. Se diseñó como un lugar donde ir completando e integrando conocimientos sobre la célula, los tejidos y los órganos, así como las técnicas microscópicas más comunes y necesarias para el procesamiento de las muestras y su posterior observación y estudio. Todo ello ampliamente ilustrado con fotos, esquemas y dibujos que ayuden a la comprensión de los conceptos teóricos, presentando, además, diferentes grados de dificultad. También se incluye un buen número de ejercicios de autoevaluación. El contenido ha ido creciendo desde entonces hasta nuestros días, tal y como se relaciona en la sección de novedades, y nuestra intención es seguir añadiendo contenidos y secciones nuevas.

Pensamos, además, que debía ser un portal de acceso libre para poder ser usado por alumnos de otras facultades, otros centros de enseñanza o cualquier otro usuario interesado en el ámbito de la biología celular. Para ello decidimos desde el comienzo del proyecto que todo su contenido estuviera bajo una licencia de *Creative Commons* (BY, NC, SA).

### **Herramientas para su construcción**

El sitio está siendo construido usando HTML y PHP como lenguajes de programación. Todas las imágenes, esquemas y

diagramas son originales y las muestras, tanto de origen animal como vegetal, fueron procesadas siguiendo los protocolos de procesamiento de muestras biológicas comúnmente usados en el ámbito de la citología y la histología. Las imágenes se tomaron con una cámara digital DP71 adaptada a un microscopio Olympus BX51 y fueron posteriormente procesadas con el programa GIMP (GNU image manipulator program). Para la realización de los esquemas y diagramas se usaron los programas Inkscape y Blender. Todos estos programas y el software adicional usado para construir el sitio es software de código abierto, incluyendo los sistemas operativos Debian/Mint que usan las herramientas GNU y el kernel Linux.

### Descripción el sitio

En su página de inicio (<http://webs.uvigo.es/mmegias/inicio.html>), se encuentran los principales bloques de información a los que se puede acceder directamente (Figura 1). Podemos dividirlos en 3 grupos: a) El primero se corresponde con una zona de utilidades donde se puede acceder a la página de novedades (que incluye la evolución del sitio desde su inicio en septiembre de 2007), al mapa de navegación o al área de descargas de archivos en formato pdf (*portable document format*). b) En el segundo grupo se incluye una página de presentación del proyecto, otra de agradecimientos y un enlace al grupo de Facebook creado para la interacción con los usuarios del sitio (<http://www.facebook.com/group.php?gid=155025334512809&ref=mf>). c) Finalmente, el último grupo comprende los enlaces a los bloques temáticos o apartados en los que se ha subdividido el grueso de la información disponible en el sitio. La Universidad de Vigo aporta el servidor de páginas “web” donde se aloja este proyecto.

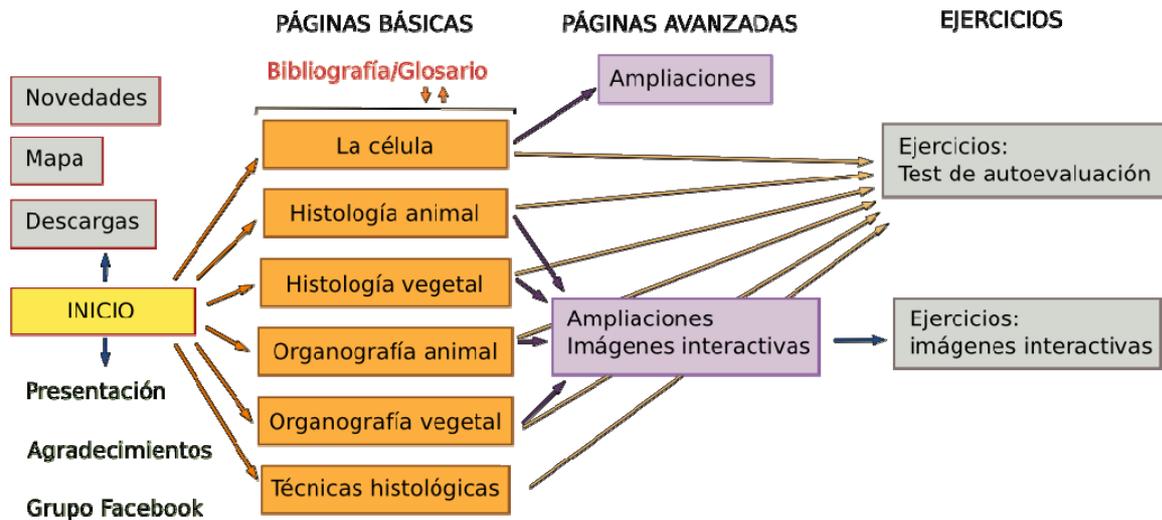


Figura 1. Esquema general de la organización básica con los principales enlaces del sitio.

Desde la página de inicio (Figura 2) se accede a los diferentes apartados de información: la célula, tejidos y órganos animales y vegetales y técnicas histológicas. Cada página de cada uno de estos apartados contiene un índice lateral y unas sugerencias de navegación para ir visitando de forma guiada, según nuestro criterio, los temas y contenidos de dichos apartados (Figura 2). La mayor parte de la información que se muestra en cada página es básica y elemental. Si el usuario está interesado en ampliar dicha información, desde las páginas con información básica se puede acceder a otras páginas avanzadas con información más detallada sobre diferentes aspectos de sus contenidos. A esta información

también se puede acceder desde el mapa del documento.

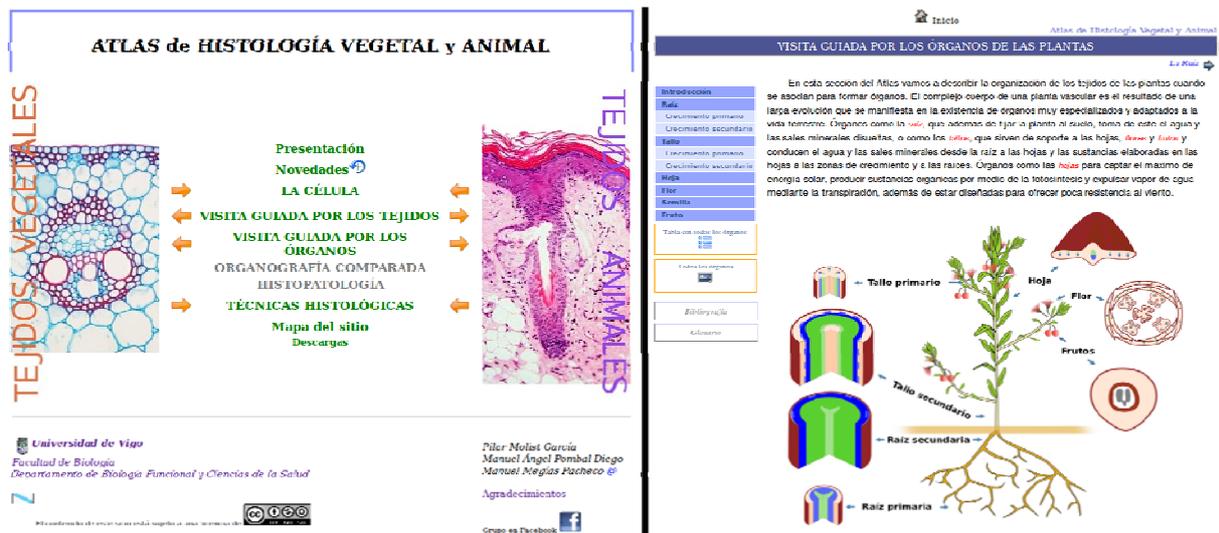


Figura 2. Imagen de la página de inicio (izquierda) y de una página con información básica (derecha).

En las páginas de información avanzada relacionadas con la histología y con la organografía se presentan imágenes interactivas de gran calidad con un texto explicativo que añade información adicional. Además, existe un panel lateral con varios enlaces, mediante los cuales el usuario puede seleccionar qué estructuras del tejido o del órgano se quieren resaltar en la propia imagen (Figura 3). Este tipo de páginas también pueden ser utilizadas para testar lo aprendido.

En las páginas de información avanzada relativas a la célula se detallan en profundidad algunos procesos moleculares que ocurren en los diferentes compartimentos celulares. A estas páginas también se puede acceder a través de enlaces desde las páginas con información básica relacionada con sus contenidos y desde el mapa del sitio. En un futuro próximo pretendemos crear más páginas con información detallada similares a las ya existentes para tejidos y órganos, pero con imágenes originales de microscopía electrónica.

Otro de los aspectos relevantes del portal es la existencia de una sección dentro de cada módulo temático para que el usuario pueda autoevaluarse. Existen dos modalidades de ejercicios. a) Una de identificación de estructuras tisulares donde el usuario debe reconocer y pulsar con el cursor del ratón sobre las estructuras que se le indican presentes en una imagen sin marcas. Tras la pulsación una nota en pantalla le indicará el nombre correcto de la estructura seleccionada, pudiendo comprobar si su elección fue acertada o no. b) Desde los paneles laterales de las páginas con información básica se puede acceder a cuestionarios de tipo test, de respuesta verdadera o falsa, donde el usuario pondrá a prueba sus conocimientos. Una vez realizado el cuestionario parcial o completamente, se obtiene un resultado final numérico, además de las preguntas falladas y acertadas, así como la respuesta correcta comentada en cada una de ellas.

Por último, existe ya un amplio glosario que también está en continuo crecimiento, al que se puede acceder desde todas las páginas básicas y que contiene la definición de la mayoría de los términos empleados, así como enlaces a las páginas donde se usan dichos términos. Además, hay un enlace a una lista bibliográfica con referencias de libros de consulta generales relacionados con cada apartado temático.

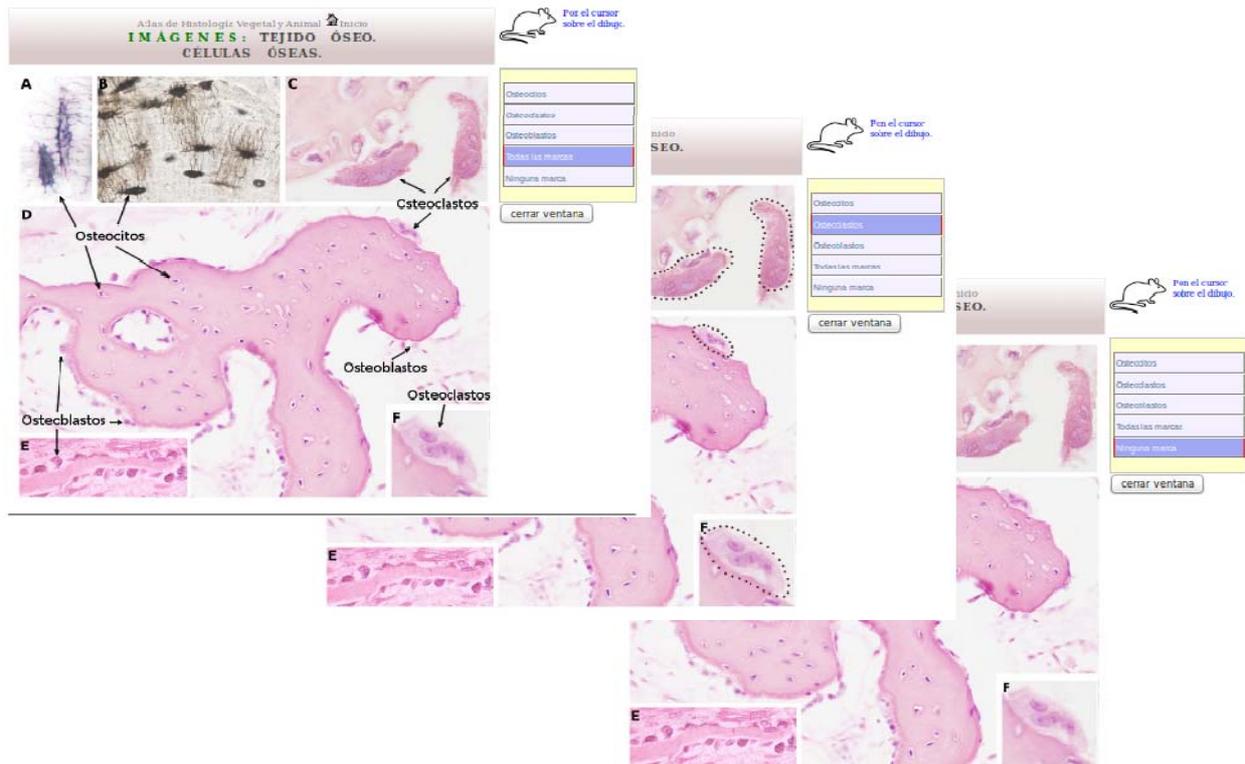


Figura 3. En esta imagen se muestran tres páginas de imágenes interactivas relacionadas con el tejido óseo.

### Aspectos didácticos

En los siguientes apartados destacamos algunos de los aspectos didácticos que contribuyen al interés y versatilidad del atlas histológico.

#### 1) *Facilidad de manejo y navegación*

Todos los apartados del sitio están diseñados siguiendo un mismo esquema para que sea fácil de utilizar y para que el desplazamiento por los mismos sea lo más intuitivo posible. Desde la página principal se accede a las distintas secciones de contenidos básicos y a las páginas de utilidades. Tanto el itinerario propuesto (siguiendo las flechas que aparecen en los márgenes derecho e izquierdo, cuando procede, de las partes superior e inferior de cada página), como los paneles laterales permiten al usuario seguir un recorrido que, a nuestro entender, permite ir descubriendo e integrando de forma ordenada y secuencial los diferentes contenidos de cada tema. Además, también se incluyen los enlaces necesarios para dirigirse directamente a cualquier otro contenido de interés dentro de la misma sección. No mostrar directamente las páginas de contenidos avanzados creemos que es apropiado, puesto que accederán a ellas sólo aquellos usuarios que realmente estén interesados. Por otra parte, además de poder acceder al menú principal desde el inicio de cada página, también se puede acceder a cualquier apartado temático del sitio por medio de los enlaces que

aparecen al pie de cada una de ellas.

Una página que consideramos de interés es el mapa del sitio, puesto que desde ahí se puede acceder a todas y cada una de las páginas existentes; además, aporta una idea clara y concisa de todos los contenidos que se abordan, así como su organización estructural.

Recientemente hemos añadido un apartado denominado “descargas” donde estamos colocando los diferentes temas de cada apartado en archivos tipo pdf. La idea de esta nueva sección es que los usuarios con conexiones lentas o caras (o ambas cosas) a Internet puedan disponer y usar los diferentes contenidos directamente en su propio ordenador, además de facilitar la impresión de la información, si fuese necesario.

## **2) Contenidos claros y concisos**

Los contenidos, tanto textos como ilustraciones, han sido seleccionados y trabajados para que muestren lo esencial en cada tema, aun sabiendo que en algunos temas se ofrece más información que en otros. La posibilidad de separar los contenidos en capas permite a los autores seleccionar y distribuir la información en diferentes niveles de complejidad que el usuario decide o no consultar en función de sus intereses. Este diseño es válido tanto para el texto como para las ilustraciones.

En algunas secciones, como la dedicada a la histología, se han elaborado páginas resumen con texto o imágenes, como por ejemplo: “Listado de todos los tejidos animales” o “Todos los tejidos vegetales”, con enlaces directos a aquellas páginas o imágenes que resulten de interés para el usuario.

A la página de bibliografía general por apartados temáticos se puede acceder desde cualquier página de contenidos básicos. En ella se ha incluido información de libros de referencia y de uso general en los temas de cada ámbito. Además, en muchas páginas básicas y, sobre todo, en las de información avanzada, se incluyen también referencias específicas para los temas que en ellas se tratan. La disponibilidad del glosario es una ayuda extra para facilitar la comprensión de los términos más técnicos y específicos utilizados en el portal.

## **3) Ilustraciones**

Quizá una de las principales características del sitio sean las ilustraciones, todas ellas originales. Las materias relacionadas con el ámbito de la biología celular, la histología y la organografía son disciplinas enormemente descriptivas que, inexcusablemente, han de apoyarse en imágenes, esquemas y dibujos. Es por ello, que la iconografía está especialmente cuidada. Uno de los intereses de los autores es que el sitio sea lo más interactivo posible, por lo que las imágenes han sido tratadas para facilitar dicha interacción, siendo esta una de las novedades del presente proyecto. Los usuarios pueden interactuar con las imágenes en ventanas emergentes, lo cual facilita enormemente la identificación de las estructuras presentes en tejidos u órganos. Por otra parte, las imágenes interactivas también permiten poner a prueba los conocimientos adquiridos por el usuario. En cada fotografía, además de un texto explicativo, se incluye un esquema de dónde se ha obtenido, el órgano o tejido que se ilustra, la especie, la tinción realizada o el grosor de la sección, cuando procede. Las imágenes fotográficas están complementadas con numerosos dibujos y esquemas, sobre todo en la parte dedicada a la célula.

## **4) Interactividad y autoevaluación**

La interacción con las imágenes y la autoevaluación mediante ejercicios tipo test permite a los usuarios conocer en tiempo real el nivel de aprendizaje que han adquirido, tanto a partir de los contenidos del propio sitio, como a partir de los trabajos realizados dentro y fuera de las aulas. La interacción se puede realizar de dos formas: a) En la parte

superior derecha de las páginas de ampliación de tejidos y órganos hay un panel de enlaces en forma de lista con las distintas estructuras que en ella se pueden identificar. Si se pulsa en uno de estos enlaces aparece identificada sobre la imagen la estructura en él indicada. También existe un enlace que identifica todas las estructuras al mismo tiempo (Todas las marcas) y otra que las elimina (Ninguna marca). b) Se incluye otro enlace bajo “¿Más dificultad?” que permite el acceso a una nueva ventana emergente en la que aparece una imagen con mapas HTML. En este mapa, cada área y su nombre identificativo están ocultos y solamente se hacen visibles cuando se pulsa con el cursor del ratón dentro de los límites de dicha área.

Otra forma de autoevaluar lo asimilado es mediante los cuestionarios que están desglosados por temas. En ellos se incluyen preguntas sobre conocimientos teóricos que tienen dos opciones de respuesta: verdadero o falso, y preguntas relacionadas con la identificación de estructuras sobre imágenes. Tras contestar a todas o parte de las preguntas se aporta la puntuación conseguida así como la respuesta correcta a cada pregunta y las razones para tal respuesta; lo cual permite al usuario conocer inmediatamente (sin hacer más consultas) cuál es la base de la respuesta correcta.

### **5) Integración de temas, materias y técnicas**

Abordar contenidos relacionados con distintos aspectos de la citología, la histología y la organografía en el mismo portal, permite, si cabe, una mejor integración de conocimientos que, a veces, parecen o se presentan desconectados. Por ejemplo, se puede estudiar la estructura de un órgano vegetal y saltar fácilmente a las páginas que describen los tejidos y tipos celulares que poseen, así como ampliar conocimientos sobre la estructura y composición de la pared celular de las plantas o las características de los cloroplastos. De igual manera se puede ir al apartado de técnicas y ver cómo se puede procesar el material vegetal que se está estudiando. Todo ello, en su conjunto, permite al usuario una mayor capacidad para comprender y complementar los diversos contenidos, sin necesidad de realizar nuevas búsquedas.

### **6) Libre disponibilidad de contenidos**

Otro aspecto importante de este sitio es el tipo de licencia con el que se ofrece, *Creative Commons* (BY, NC, SA), para el uso de los contenidos por parte de los usuarios. Este tipo de licencia implica que la totalidad de los contenidos se puede usar, distribuir y/o modificar libremente, siempre y cuando se indique el origen y los autores de dichos contenidos y no se utilicen con fines comerciales. Esta disponibilidad permite a los usuarios, alumnos o profesores emplear los contenidos, textos e ilustraciones, en trabajos personales, en exposiciones o en materiales didácticos, lo que hace mucho más versátil el uso de los diferentes apartados de este sitio.

### **Uso del sitio e indicios de calidad**

Gracias a los servicios gratuitos “online” es posible comprobar casi en tiempo real varios aspectos relacionados con la procedencia y el comportamiento de los usuarios del atlas histológico. Los datos que ofrecen estos servicios pueden analizarse desde numerosos puntos de vista: número de visitas, número de usuarios únicos, procedencia geográfica de las visitas, centros o instituciones desde los que acceden los usuarios, tiempo medio de permanencia en el sitio, número medio de páginas vistas por usuario, páginas más visitadas, etcétera (Figura 4). Con toda esta información se puede realizar un seguimiento del sitio y de cada una de sus páginas a lo largo de toda su historia; lo cual, a veces, es importante para tomar decisiones sobre algunas características del sitio. Así, se puede valorar el impacto que tienen nuevas secciones recién incorporadas o si conviene reordenar o redefinir otras. Por ejemplo, inicialmente el sitio se elaboró como una herramienta de apoyo para la docencia que impartíamos los profesores responsables de este proyecto. Más tarde, sin embargo, el análisis de los datos mostró que las visitas procedían tanto de centros universitarios como de otros centros de enseñanza. La utilidad para los profesores y alumnos de enseñanzas medias y otros colectivos también la hemos podido comprobar por mensajes directos a través del correo electrónico y, últimamente, también a través del grupo creado en Facebook. Por lo tanto, estos fueron y son aspectos que tenemos en cuenta a la hora de diseñar el crecimiento y también la revisión de los contenidos ya existentes.



Figura 4. Datos de visitas, páginas vistas y otros aspectos del sitio desglosados por meses desde 2008 hasta la actualidad. Estos datos son aportados por la aplicación Google Analytics.

### Futuro del proyecto

El objetivo inicial de crear una herramienta virtual y de libre acceso para ayudar al alumno a alcanzar competencias básicas en nuestro ámbito, como son la identificación e interpretación de estructuras celulares y tisulares, sigue teniendo validez. A día de hoy, esta herramienta sigue siendo un proyecto en el que seguir trabajando. Además de ir mejorando mediante nuevos contenidos las secciones ya existentes, hay planes para desarrollar nuevas secciones.

Una de las grandes ventajas que aporta Internet es su potencial multimedia. Si una imagen es importante para entender una estructura, una animación puede ser definitiva para entender un proceso celular o tisular, o para comprender cómo se realiza una técnica histológica. Por tanto, también nos gustaría realizar vídeos y animaciones que, sin duda, ayudarán significativamente a complementar los contenidos ya existentes. Otro proyecto de futuro que posibilita Internet es el uso de imágenes escalables. Con ellas se pueden estudiar tejidos y órganos utilizando el ordenador como si fuera un microscopio virtual. Esta es una capacidad muy interesante que incrementa enormemente las posibilidades de aprendizaje por parte del usuario. A la vez, seguiremos completando los apartados que todavía están en construcción e iremos añadiendo otros nuevos como la organografía comparada o la histopatología.

Por último, el análisis de los datos de las visitas al sitio nos indica que los usuarios se distribuyen por numerosos países, aunque claramente concentrados en los países hispanohablantes o en aquellos que tienen comunidades importantes de hispanohablantes. Esto indica claramente que, a día de hoy, el idioma es un hándicap importante para expandir el uso del sitio, por lo que la traducción al inglés también está entre nuestras prioridades futuras.

En este sentido, cabe señalar que el proyecto está abierto a la colaboración por parte de los usuarios, por lo que su

crecimiento y mejora también depende del grado de cooperación de otras personas. Los comentarios, sugerencias y aportaciones son siempre bien recibidos. Un objetivo de futuro es crear una comunidad en torno a este sitio que sea copartícipe de su desarrollo. El grupo abierto en Facebook tiene este propósito.

### **Bibliografía y Referencias.**

- [1] Espacio europeo de educación superior (EEES). ([www.eees.es/](http://www.eees.es/))
- [2] M<sup>a</sup> Elena Cano. 2008. La evaluación por competencias en la educación superior. Revista de currículum y formación del profesorado. 12:3 (<http://www.ugr.es/local/recfpro/rev123COL1.pdf>)
- [3] Pere Marquès. 2008. Impacto de las TIC en la enseñanza univertistaria. (<http://peremarques.pangea.org/ticuniv.htm>)
- [4] Manuel Riesco. 2008. El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. Cuadernos pedagógicos. 13:79-105.  
([http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/dcfichero\\_articulo?codigo=2575310&orden=0](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/dcfichero_articulo?codigo=2575310&orden=0))
- [5] Inma Rodríguez-Ardura, Gerard Ryan. 2000. Educación universitaria y nuevas tecnologías: implicaciones del uso de materiales didácticos hipermedia. Tabanque. 15:287-302.  
([http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=127621&orden=0](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=127621&orden=0))