

Impresión en 3D de modelos de estructuras biológicas para la docencia en Biología y Bioquímica para personas con discapacidad visual. Una experiencia piloto.

Manuel Sánchez¹, Jesús Sanz², José María Villar³

¹*Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández, Campus de Elche, Alicante-. España*

²*Departamento de Biología Molecular y Bioquímica Universidad Miguel Hernández, Campus de Elche, Alicante-. España*

³*Área de Ciencias Experimentales. Centro de Recursos Educativos de la O.N.C.E. Avda. Denia, 171; 03559-Santa Faz. Alicante*

La estructura tridimensional de las biomoléculas o de los especímenes microbiológicos es un concepto fundamental en la enseñanza de diferentes campos de la Biología como es el caso de la Microbiología, la Virología, la Biología Molecular, y la Bioquímica. En el caso de alumnos sin ninguna discapacidad visual hay numeroso material gráfico en forma de ilustraciones en 2D para su uso en clase. Pero dicho material no suele estar realizado pensando en personas con problemas de discapacidad visual. Lo más adecuado sería disponer de modelos tridimensionales (modelos 3D). Este tipo de modelos son de por si, muy útiles para personas sin ningún problema visual y se utilizan en diversas asignaturas. Existen kits comerciales para enseñar Química Orgánica con bolas coloreadas que representan los diferentes átomos (carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, azufre). Sin embargo, estos suelen disponer de una cantidad limitada de piezas que sólo permiten construir modelos de moléculas compuestas por pocos átomos, como pueden ser la glucosa o los aminoácidos. Es muy difícil, y caro, utilizar dichos kits para construir una macromolécula compleja como una proteína o el DNA. La aparición de la impresión en 3D ha supuesto un cambio drástico en este campo. Ahora podemos disponer no solo modelos de moléculas sencillas, también podemos obtener modelos de proteínas, ácidos nucleicos, e incluso complejos macromoleculares tan complejos como es la envoltura de un virus.

Existen varios tipos de impresora 3D. En nuestro caso hemos usado el tipo conocido como Tecnología de Deposición de Material (FDM por sus siglas en inglés). La “tinta” es un filamento de plástico (muy parecido al juguete en forma de muelle) que se funde por calor. Al

estar fundido la impresora lo va depositando en capas como si fuera una manga pastelera. El material se solidifica en cuanto se enfría. Un aspecto crítico es que la primera capa de la pieza es la “base” y esta debe de ser lo más amplia posible, ya que el resto de la pieza se va construyendo sobre ella como si fueran curvas de nivel de un mapa. En el caso de los modelos biológicos ese tipo de “base” no existe, por lo que lo que se puede hacer es “partir” el modelo en dos mitades, imprimirlas, y posteriormente pegarlas.

Los modelos 3D pueden obtenerse de diversas bases de datos públicas. Para los utilizados en este trabajo se utilizó la base de los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos (<http://3dprint.nih.gov/discover>). La elección de los modelos vino condicionada por el hecho de que fueron financiados por un proyecto de innovación docente de la Universidad Miguel Hernández para su uso en la docencia de las asignaturas de “Microbiología Industrial” y “Estructura y Función de Proteínas” de 2º curso del grado de Biotecnología. Estos modelos se han empleado para la explicación de un concepto tan importante en la Biología como es el binomio Estructura-Función: una determinada estructura biológica siempre está asociada a una función, y viceversa. Para la evaluación de los modelos los alumnos rellenaron un pequeño cuestionario para determinar su utilidad pedagógica. Los resultados de dichos cuestionarios indican que los alumnos valoraron muy positivamente el uso (Sanz y Sánchez 2016).

Aunque los modelos 3D no habían sido escogidos para su uso en otras asignaturas o titulaciones, por conversaciones con otros docentes y estudiantes se decidió que deberían ser evaluados por alumnos con alguna discapacidad visual para comprobar su potencial pedagógico. En esta experiencia piloto participaron 19 estudiantes repartidos como sigue: 15 estudiantes del grado de Fisioterapia de la Escuela Universitaria de la ONCE en Madrid, 1 alumno del Grado de Fisioterapia de la Universidad Miguel Hernández, Campus de San Juan de Alicante, 2 alumnos de Bachillerato de San Vicente del Raspeig y Murcia, 1 alumno de Bioquímicas de Murcia. Se procedió de la siguiente forma. El profesor proporcionaba a los alumnos uno de los modelos 3D, luego le daba una explicación sobre que molécula o macromolécula representaba dicho modelo, que características químicas tenía y cual era su función biológica. Los alumnos debían de identificar en los modelos las partes que eran responsables de, o bien sus propiedades químicas o bien de su función biológica. Los modelos 3D utilizados representaron las siguientes moléculas penicilina, insulina, hexámero de insulina,

beta-lactamasa, y cápside de un poliovirus, en ese orden. De esa forma empezábamos con la molécula más simple y terminábamos con un gran complejo macromolecular. Las explicaciones se acompañaban con figuras 2D mostradas en una pantalla de ordenador que resultaron útiles con algunos alumnos que tenían cierta capacidad visual. Una vez realizada la explicación, cada uno de los alumnos debía rellenar un cuestionario en formato Google Docs para así evaluar su nivel de comprensión y también su grado de satisfacción con la utilidad de dichos modelos. En dicho cuestionario también podían dejar un comentario escrito sobre la experiencia.

En el aspecto pedagógico, entre los principales conceptos químicos y biológicos que debía comprender y asimilar el alumno se encontraban los siguientes:

- Diferenciar grupos químicos importantes: anillo de benceno, metilo, carboxilo,...
- Entender el cambio de escala cuando pasamos de un modelo de una molécula pequeña como la penicilina a un modelo de una macromolécula 100 veces mayor como es una proteína, o a algo mucho más grande como es la cápside de un virus
- Entender la importancia del plegamiento en las proteínas, pues así puedan llevar a cabo su función
- Entender que las proteína interaccionan entre ellas y forman complejos mucho más grandes.

En la figura 1 podemos ver los resultados obtenidos. En líneas generales prácticamente todos los alumnos consiguieron discriminar los diferentes grupos químicos, entendieron que los modelos representaban moléculas químicas a diferente escala, asimilaron la importancia del plegamiento de las macromoléculas para así conseguir una estructura que les permitiera cumplir una determinada función y comprendieron que las proteínas pueden formar grandes complejos macromoleculares

En cuanto al grado de satisfacción lo que se pidió es que valoraran del 1 (más bajo) al 4 (más alto) las siguientes propiedades de los modelos:

:

- Textura del material empleado en hacer el modelo

- Tamaño del modelo
- Discriminación de las diferentes partes
- Capacidad de complementar la información verbal recibida
- Capacidad de apoyar una representación en relieve o en 2D
- Potencial de aprendizaje
- Discriminación visual de las diferentes partes de los modelos
- Discriminación manipulativa de los diferentes modelos
- Valoración en general de la experiencia

En las gráficas de la figura 2 podemos ver el resultado obtenido para cada uno de estos aspectos. Podemos ver que la mayor parte de las respuestas tienen el valor de “3” o “4”. En cuanto a los comentarios recibidos, aunque casi todos ellos son positivos, también hay algunos que nos han dado indicaciones para mejorar la percepción por parte de personas con discapacidad visual. En este aspecto hay que destacar las bajas valoraciones en el apartado de “discriminación visual” comparado con el resto de ítems. Los modelos 3D están impresos con un material plástico monocolor por lo que muchas características no pueden ser discriminadas de manera óptima. En este aspecto se obtuvieron respuestas similares en los alumnos que no tenían ningún tipo de problema visual (Sánchez y Sanz 2016).

Creemos que nuestros resultados confirman que los modelos 3D de biomoléculas pueden ser una gran herramienta docente para personas invidentes o con alguna discapacidad visual. Por ahora, la principal limitación de este tipo de modelos es el precio de su “impresión” ya que oscila entre los 30 euros para los modelos moleculares más sencillos, hasta los 100 euros para los modelos de virus. Pero también es cierto que esta tecnología está en sus primeros pasos y es de esperar que cada vez se abarate más, tanto las impresoras como los materiales usados. Adicionalmente, esta experiencia se ha realizado fundamentalmente con alumnos de universidad que ya tenían conocimientos de química y biología del instituto. Uno de los objetivos futuros será el desarrollo de modelos 3D de biomoléculas más “comunes” en los cursos de instituto, para así fomentar las vocaciones científicas entre los estudiantes preuniversitarios

Agradecimientos

Proyecto Innovación Docente UMH

ATED. Servicio de Atención a la Discapacidad, UMH

A Alicia Batuecas Suárez, profesora de Fisiología y Francisco Javier Sáinz de Murieta, Director de la Escuela de Fisioterapia de la ONCE. Madrid.

Al Seminario de Especialistas de Ciencias Experimentales de la ONCE

Bibliografía

Sanchez M. y Sanz J. Comunicación al congreso D+DM SEM, Bilbao 2016

Figura 2: Resultados de valoración de características de los modelos 3D. Se han agrupado en cuatro categorías- material usado, apoyo docente, potencial de discriminación, valoración general- Cada una de las cuestiones se valoraba con el siguiente baremo: 1) *es nada útil o accesible*, 2) *poco útil o accesible*, 3) *es algo útil o accesible* y 4) *es muy útil o accesible*