



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2018/2019

Nº de proyecto: 255

Título del proyecto: Herramientas de Aprendizaje para el Diseño 3D de Estructuras y Procesos Químicos mediante Programas Informáticos Gratuitos/Libres

Nombre del responsable del proyecto: **María Josefa Hernáiz Gómez-Dégano**

Centro: **Facultad de Farmacia**

Departamento: **Química en Ciencias Farmacéuticas**

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El objetivo propuesto en este proyecto de innovación docente fue el diseño, elaboración y evaluación de videos tutoriales *on-line* sobre el manejo de programas informáticos libres/gratuitos para el dibujo de moléculas químicas de interés farmacéutico, nomenclatura, cálculo de fórmulas y el diseño espacial de estructuras tridimensionales, que permitan que el alumno del Grado en Farmacia aprenda el manejo de programas siendo este un apoyo para la realización de su TFG y la defensa de mismo (Póster). Por otro lado, también se planteó el facilitar y animar a que los alumnos de cuarto y quinto curso del Grado en Farmacia presenten comunicaciones en el Congreso de Investigación para Estudiantes Pregraduados de Ciencias de la Salud celebrado todos los años en la UCM.

Los objetivos específicos fueron:

- 1.- Preparar videos tutoriales para explicar el manejo de ChemSkecht de manera que el alumno implemente estos programas educativos en la enseñanza y aprendizaje, en el dibujo de moléculas de interés farmacéutico, nomenclatura, cálculo de fórmulas, y el diseño espacial de estas estructuras tridimensionales.
- 2.- Preparar cursos presenciales para explicar el manejo de ChemSkecht de manera que el alumno implemente estos programas educativos en la enseñanza y aprendizaje en el dibujo de moléculas de interés farmacéutico, nomenclatura, cálculo de fórmulas, simulación de espectros y el diseño espacial de estas estructuras tridimensionales.
- 3.- Elaboración de ejercicios a realizar en el aula con grupos reducidos que faciliten al alumno la comprensión de los conocimientos adquiridos y al docente información sobre las mayores dificultades de los estudiantes.
- 4.- Elaboración de cuestionarios interactivos en el Campus Virtual, de forma que una vez recibido el video, el estudiante pueda realizar ejercicios y comprobar si la solución es correcta, o encontrar mediante retroalimentación la explicación resolutive de su error.
- 5.- Promover un aprendizaje combinado y colaborativo entre el aula presencial y el aula virtual, de manera que se mejore la calidad del proceso enseñanza/aprendizaje que posteriormente se traduzca en la mejora de los rendimientos académicos.
- 6.- Comprobar la comprensión de la información transmitida a los alumnos, reforzar los conocimientos de aquellos ejercicios y preguntas que han resultado más difíciles para la mayoría de alumnos, discutir dichas preguntas en el foro presencial y *on-line*.
- 7.- Comprobar también los resultados obtenidos en los TFGs de los alumnos que han recibido esta formación.
- 8.- Evaluación de las actividades ofrecidas a los estudiantes mediante un cuestionario dirigido a los alumnos del curso en el que se incluyan diferentes cuestiones acerca de los contenidos y el diseño.
- 9.- Estimular y motivar la participación de los alumnos en el aula, Campus Virtual y plataforma digitales, para incrementar la autonomía y responsabilidad del alumno en su propio proceso de aprendizaje Mediante las actividades desarrolladas en se pretende.

2. Objetivos alcanzados

Una vez finalizado el Proyecto de innovación docente (número 255) se han alcanzado la mayor parte de los objetivos planteados inicialmente:

1.- Se han **preparado 4 videos tutoriales para explicar el manejo de ChemSkecht:**

- a) **Video 1**, sobre como dibujar el mecanismo de una reacción de sustitución nucleofílica 1 (SN1), reacción básica para los alumnos del grado en Farmacia. En este video tutorial les hemos mostrado como llevar a cabo el dibujo de diferentes moléculas e intermedios de reacción implicadas en el mecanismo de reacción (haluros de alquilo, alcoholes, carbocationes, éteres, etc), cómo dibujar una reacción química, cambiar el color de los átomos, su tamaño y como realizar la formación de enlaces. Todos estos elementos permitirán a los alumnos dibujar cualquier molécula de interés farmacéutico, así como cualquier mecanismo de reacción de interés en química orgánica o inorgánica.
- b) **Video 2**, sobre como dibujar la estructura de un fármaco estudiado por los alumnos del Grado en Farmacia como es el (S)-Ibuprofeno, fármaco enantioméricamente puro, siendo el enantiómero (S) importante es su actividad terapéutica. En este video han podido aprender tanto el manejo de como dibujar la estructura de un fármaco enantioméricamente puro, como nombrar y como diferenciar espacialmente este tipo de estructuras.
- c) **Video 3**, sobre como dibujar un montaje con material de laboratorio, en este caso concreto el de generación y conducción de un gas (CO₂). Como se suele decir que “una imagen vale más que mil palabras” la finalidad de este vídeo es mostrar a los alumnos la biblioteca/batería de imágenes de instrumentación y material de laboratorio que dispone el programa de dibujo ChemSkecht. Estas imágenes prediseñadas por el programa pueden ser modificadas a demanda para adaptarse a las diferentes necesidades que el alumno requiera en función del procedimiento experimental que quiera representar. De esta manera se consigue mediante una imagen, la descripción de una metodología de trabajo experimental de manera muy visual, lo que viene a complementar de manera gráfica aquellas metodologías empleadas en un laboratorio. En este caso se ha representado uno de los montajes de laboratorio más completos: la generación y conducción de un gas (CO₂) que permite incluir ciertas casuísticas como las de adaptación del tamaño de un material en otro (igualar tamaños entre el erlenmeyer y el kitasato), la flexibilidad de unos materiales frente a otro (material de vidrio rígido vs gomas de conexión flexibles, rellenado de un material por un producto químico, introducción de un texto dentro del dibujo, etc.... Para facilitar al alumno el uso del programa ChemSkecht se han incorporado subtítulos en español e inglés que describen paso a paso las diferentes acciones llevadas a cabo para la realización del montaje. El uso de los subtítulos en inglés se hace con el objetivo de facilitar el aprendizaje de esta herramienta educativa a los alumnos Erasmus.
- d) **Video 4**, sobre como dibujar un compuesto de coordinación *trans*-bis(salicialdoximato) cobre (II). Este tipo de compuestos se estudian en diferentes asignaturas del Grado en Farmacia y los alumnos tienen dificultades a la hora de representarlos. Este programa facilita la visión espacial de este tipo de derivados al permitir dibujar las diferentes geometrías que adoptan los metales de transición cuando se unen a los ligandos. En este caso se ha representado a modo de ejemplo, un complejo de cobre (II) con geometría plano cuadrada. Al igual que en el video 3, se han incluido subtítulos.

2.- Hemos llevado a cabo un curso presencial en el aula de informática de la Facultad de Farmacia para explicar el manejo de ChemSkecht, de manera que los alumnos que asistieron al curso han podido implementar el uso de este programa educativos en la

enseñanza y aprendizaje en el dibujo de moléculas de interés farmacéutico, nomenclatura, cálculo de fórmulas, simulación de espectros, diseño espacial de estas estructuras tridimensionales y preparación de montajes de una práctica de química. Durante este curso, los alumnos además de realizar los ejercicios propuestos por el profesor, realizaron el dibujo de forma autónoma de sus moléculas y/o montajes de interés.

3.- En estos cursos se realizaron **ejercicios con un grupo reducido** de forma que fue más fácil la comprensión y manejo del programa y se resolvieron las dificultades con las que se habían encontrado.

4.- También se ha llevado a cabo la elaboración de **cuestionarios interactivos** para ser colgados en el Campus Virtual, de forma que una vez recibido el video, el estudiante pueda realizar ejercicios y comprobar si la solución es correcta, o encontrar mediante retroalimentación la explicación resolutoria de su error. En estos momentos estos cuestionarios están siendo realizados por el estudiante de doctorado que forma parte del equipo de trabajo, Licenciada Cecilia García Oliva, así como por los diferentes alumnos de TFGs que tutorizamos los profesores implicados en este proyecto de innovación docente.

5.- Los **videos tutoriales han sido colgados en el canal de Youtube** de la Profesora IP del proyecto, dando acceso libre a todos los profesores implicados en este proyecto así como a la comunidad de la UCM, de forma que hemos colgado este link en los diferentes grupos de alumnos que tenemos los diferentes profesores que hemos participado en este proyecto y que estamos dando clases en este momento. Así mismo se colgará este link a los alumnos de segundo cuatrimestre, en las diferentes asignaturas que impartimos.

También compartiremos este link con nuestros alumnos de TFG, así como los alumnos de TFGs del resto de profesores del departamento. De esta manera estamos promoviendo un aprendizaje combinado y colaborativo entre el aula presencial y el aula virtual, de manera que mejoramos la calidad del proceso enseñanza/aprendizaje que posteriormente se traducirá en la mejora de los rendimientos académicos. Este era otro objetivo muy importante en este proyecto.

6.- Durante este proceso **hemos analizado y comprobado que la comprensión de la información transmitida** a los alumnos era buena, ya que han sido capaces de manejar los programas correctamente de forma autónoma. En la actualidad seguimos recabando las dudas y dificultades que se encuentran.

7.- Como se ha indicado en el punto anterior, estos videos también han sido compartidos y utilizados por los alumnos de TFGs y al finalizar este curso analizaremos los resultados obtenidos en los TFGs de los alumnos que han recibido esta formación. **Hasta el momento el feedback obtenido por los alumnos que los han recibido ha sido muy positivo** y les está resultando de una gran ayuda.

8.- Hemos preparado diferentes cuestionarios dirigidos a los alumnos del curso en donde hemos incluido diferentes cuestiones acerca de los contenidos y el diseño de los videos. Estos serán enviados a todos los alumnos al finalizar este curso académico.

9.- En general sí **hemos estimulado y motivado la participación de los alumnos en el uso de esta herramienta** de forma que hemos aumentado su autonomía y mejora de su capacidad a la hora de dibujar estructuras de interés farmacéutico. La información contenida en los videos es de gran utilidad no sólo para los alumnos del Grado en Farmacia, sino también en otros afines.

3. Metodología empleada en el proyecto

En este PID se ha utilizado un programa informático libre/gratuito de diseño para crear y modificar estructuras químicas que facilitan la visión espacial y la construcción de modelos moleculares. En concreto se ha utilizado el programa gratuito **ChemSkecht** de la plataforma ACD Lab; se trata de una empresa que se especializa en software para investigación y desarrollo de química de moléculas pequeñas

La metodología de trabajo que se ha llevado a cabo ha sido en tres fases:

Fase 1.-

1.1. Preparación de los cursos presenciales sobre el manejo del programa informático, preparación de los videos tutoriales. En esta fase también se han preparado los *ejercicios de autoevaluación*.

En estos cursos hemos incorporado:

- Presentación del programa, posibilidades de éste y herramientas principales
- Ejemplos de cómo dibujar la estructura química de una molécula orgánica o fármaco
- Fármacos quirales: representación espacial, asignación de configuraciones R/S
- Representación de esquemas y mecanismo de reacción
- Representación de un montaje de laboratorio
- Representación de un compuesto de coordinación
- Otras herramientas: cálculo de la fórmula molecular, análisis químico, mostrar propiedades químicas, conversión de fórmula a nombre IUPAC, conversión de nombre a fórmula estructural, simulación de espectro de RMN

1.2. Preparación de videos tutoriales sobre el uso de estos programas.

Para la grabación de los videos tutoriales 1 y 2 hemos utilizado el programa Camtasia creado y publicado por la empresa TechSmith, que permite grabar la pantalla del ordenador y editar el video todo en uno.

En los videos 3 y 4 se ha utilizado el programa VLC media player para grabar la pantalla del ordenador, lo que permite mostrar diferentes metodologías para la reproducción del trabajo *in situ* de un ordenador. La edición de estos videos y la incorporación de los subtítulos se ha llevado a cabo con el programa iMovie.

Los videos se han grabado en formato .avi y .mp4.

Todos los videos tutoriales pueden ser seguidos por alumnos de diferentes países y con discapacidades auditivas.

1.3. A continuación, se prepararon diferentes *ejercicios prácticos*, que inicialmente fueron resueltos por el profesor y posteriormente ejemplos para que resolvieran los alumnos de forma individual.

1.4. También se han preparado los *ejercicios de autoevaluación* con preguntas tipo test basadas en el aprendizaje desarrollado en los apartados anteriores. Se trata de cuestionarios interactivos que permiten al alumno, a través del material audiovisual diseñado, la autoevaluación de sus conocimientos. Estos ejercicios tienen como objetivo que el alumno tome conciencia de su nivel de conocimientos, así como le sirvan de motivación en su propio aprendizaje.

Fase 2.- Realización de los cursos presenciales y dar difusión a los videos tutoriales colgando los videos tutoriales en YouTube con acceso libre para los estudiantes del grado en Farmacia, así como el link en el Campus Virtual (CV) y realización de los ejercicios de autoevaluación.

2.1 Realización de los cursos presenciales. Se llevaron a cabo en grupos pequeños en el

aula de informática de nuestra Facultad de Farmacia, sobre la base de un ordenador por alumno. El profesor disponía de un terminal propio conectado a un proyector y pantalla desde donde pudo plantear, guiar y resolver las dudas sobre los ejemplos elegidos.

2.2. Los videos tutoriales y ejercicios de autoevaluación han sido colgados en el canal YouTube de la Facultad de Farmacia.

Fase 3- Encuestas de opinión que se han realizado para aquellos alumnos que han realizado el curso y que se han enviado para aquellos alumnos que están realizando el TFGs en nuestro departamento.

3.1 Encuesta de opinión. Considerando que las experiencias docentes deben ser evaluadas por aquellos a los que van dirigidas, se han preparado cuestionarios de opinión dirigidos a los alumnos, lo que nos ha permitido comparar en qué medida se alcanzan los objetivos planteados. En general si creemos que hemos alcanzado los objetivos propuestos.

3.2. Se ha realizado un estudio de los resultados alcanzados por los estudiantes y hemos podido comprobar la gran ayuda que ha supuesto para los alumnos, la excelente aceptación que han tenido los cursos y los videos realizados.

4. Recursos humanos

En cuanto a los recursos humanos con los que hemos contado en este proyecto, el grupo está constituido por personal perteneciente a las unidades docentes de Química Orgánica y Farmacéutica, Química Inorgánica y Bioinorgánica y Química Física Farmacéutica del Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas de la Facultad de Farmacia, por lo que ha existido una gran interdisciplinariedad.

El grupo lo forman 7 profesores (MJH, MVC, AG, AP, PH, JP, MCC y SS), 1 miembro del Personal de Ayuda a la Investigación (AB), 1 miembro de Personal de Administración y Servicios (JMM) y 2 estudiantes (CG e IP).

Los miembros PDI integrantes del grupo cuentan con una dilatada experiencia docente en una amplia diversidad de asignaturas del Grado en Farmacia y diferentes Máster impartidos en la UCM, intentando siempre fomentar el interés de los alumnos a través de la utilización de nuevas formas de comunicación e implementación de metodologías activas e innovadoras. Cabe destacar la participación de estos profesores en diversos proyectos de innovación docente concedidos en otras convocatorias anteriores, como miembros y como responsables. Además, han participado en diferentes cursos de formación del profesorado e innovación docente, así como en múltiples convocatorias del Programa de Evaluación de la Calidad de las Actividades Docentes del Profesorado de la UCM, habiendo recibido evaluaciones positivas, muy positivas y excelentes de la actividad docente. Se cumple así el requisito de que el miembro responsable del proyecto cuente con al menos una evaluación positiva.

Para llevar a cabo el proyecto, el grupo también ha contado con dos miembros PAI/PAS que poseen una amplia experiencia en el manejo de nuevas tecnologías de la información y comunicación, así como en el desarrollo y diseño de portales web lo que ha garantizado la viabilidad y rigor del proyecto de innovación.

La alumna D^a Cecilia M^a García, alumna de tercer ciclo en el programa de doctorado de Farmacia forma parte de la primera promoción de alumnos del Grado en Farmacia. Ha aportado la visión ya con perspectiva de un alumno que ha visto evolucionar el grado desde su comienzo, por lo que puede reconocer las necesidades que surgen y para las que todavía no se han desarrollado soluciones. Dispone además de una gran capacidad creativa y manejo de las nuevas tecnologías, lo que ha ayudado también a la elaboración de ejercicios interactivos.

El alumno D^o Ignacio Pinero Barrera ha finalizado el Grado en Farmacia pero durante su último curso del Grado en farmacia la realización de su TFG nos ha comunicado de forma clara las inquietudes y dificultades que le puedan surgir durante el desarrollo del trabajo de fin de grado y otras presentaciones, y así dirigir el contenido del material hacia las

necesidades reales de los alumnos.

Este material didáctico también está siendo utilizado en la actualidad por otros alumnos del Grado en Farmacia y es accesible en el canal Youtube de la Facultad de Farmacia, por lo que seguimos trabajando y analizando los buenos resultados obtenidos.

5. Desarrollo de las actividades

El desarrollo de las actividades fue el mismo que se ha indicado en las tres fases del proyecto y se adecuo al plan presentado en la memoria del mismo.

Al inicio del proyecto se establecieron reuniones periódicas de los miembros integrantes del equipo con el objetivo de definir bien las necesidades de los alumnos del Grado en Farmacia y determinar cuál debería ser el contenido de los videos tutoriales. De esta manera se pretendía que los videos resulten de la mayor utilidad a los alumnos de este Grado, así como alumnos de otros grados afines. Así se planteó el desarrollo de cursos acerca de la utilización del programa gratuito ChemSkecht que abarcasen diferentes aspectos sobre el diseño de moléculas, reacciones químicas o montajes prácticos en un laboratorio, y se llevó a cabo la preparación de videos tutoriales para aprender el manejo de dicho programa sobre estos aspectos químicos.

Una vez diseñado y planificado el contenido de cada vídeo, los miembros del equipo divididos en subgrupos llevaron a cabo la grabación de los mismos así como la edición posterior de los mismos y inclusión de subtítulos si era necesario. Los alumnos participantes en el proyecto pudieron realizar visualizaciones previas de los videos que les permitiesen apreciar si la información era la adecuada para aprender el manejo del programa y lograr así el objetivo del proyecto. A continuación estos videos fueron subidos al canal de YouTube de la UCM de la Prof. María José Hernáiz Gómez-Dégano para ser a continuación compartidos con más alumnos, personal UCM y finalmente hacer público el contenido.

El trabajo de este proyecto se dirigió principalmente a alumnos del Grado en Farmacia que estuviesen cursando asignaturas de los cursos superiores, y en particular a alumnos que realizasen su TFG, ya que la información transmitida podría aportar enormes beneficios para la elaboración del mismo.

Los alumnos que han visualizado los videos o han asistido a los cursos han valorado muy positivamente la información contenida en los mismos, considerándolos de gran aplicabilidad. Pese a que estos alumnos pertenecen a una generación en la que las nuevas tecnologías están completamente integradas, este tipo de programas informáticos suele ser completamente desconocidos para los alumnos y sin embargo los consideran tremendamente útiles cuando los descubren. El desarrollo de vídeos tutoriales resulta ser una herramienta muy atractiva para el aprendizaje de softwares y así ha resultado ser también en nuestro proyecto.

Por todo ello consideramos que las actividades desarrolladas en este proyecto han alcanzado los objetivos propuestos, contribuyendo de forma muy positiva en la formación de los alumnos y mejorando la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

Anexos

Link de los videos colgados en You Tube. Estos videos también están colgados en el Repositorio de la UCM

<https://youtu.be/YQU03pvj8UU>

<https://youtu.be/BbrKXkLMKnc>

<https://youtu.be/pBgqBtKSEeY>

<https://youtu.be/BnQ-e1fJPYc>

<https://youtu.be/sUUS-vzFGOI>