

MEMORIA FINAL INNOVA¹ COMPROMISOS Y RESULTADOS PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE 2024/2025

Identificación del proyecto	
Código	sol-202400284814-tra
Título	Diseño y fabricación de estructuras moleculares, celulares y otros elementos para la mejora de la comprensión de conceptos científicos en el aula.
Responsable	Elena Cabrera Revuelta

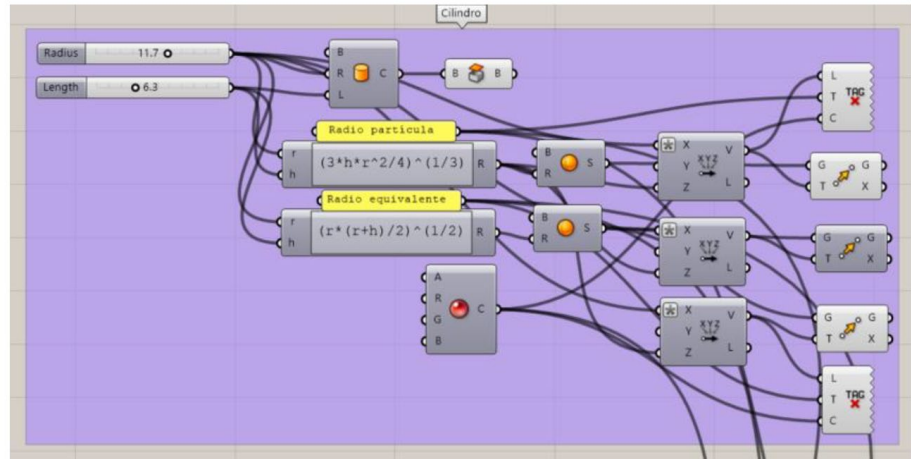
1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Diseñar paramétricamente estructuras moleculares
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Propuesta por el equipo de docentes de los elementos o estructuras que podrían diseñarse.</i> <i>Uso del programa Rhinoceros</i> <i>Uso del complemento Grasshopper</i> <i>Definición de parámetros de entrada</i> <i>Definición de relaciones entre los elementos que componen una estructura molecular</i> <i>Definición de sistema de unión</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Materialización de la relación existente entre el radio de partícula y radio equivalente. <i>La geometría es crucial en gran parte de las áreas de conocimiento, y la química no podría ser menos. Por ejemplo, en las reacciones químicas con objetos sólidos que reaccionen con fluidos necesitamos la mayor área posible, ya que es únicamente la superficie la que interactúa con el fluido. En nuestro caso necesitamos saber el radio de una esfera que tendría el mismo volumen o la misma superficie que nuestro objeto de estudio, respectivamente serían radio de partícula o radio equivalente y así poder visualizar mejor la diferencia entre geometrías.</i> <i>Estos valores se pueden obtener fácilmente igualando área y volumen de un elemento e igualándolo a la ecuación de área y volumen de una esfera respectivamente. Para comparar varias geometrías posibles y así apreciar más fácilmente la diferencia en estas dos características hemos desarrollado en este proyecto distintas geometrías con superficie equivalente a una dada.</i> <i>Para ello, se ha hecho uso del software paramétrico Grasshopper, y se ha impreso utilizando tecnología de impresión 3D.</i> Diferencia logarítmica entre el área interior y exterior de un cilindro hueco.

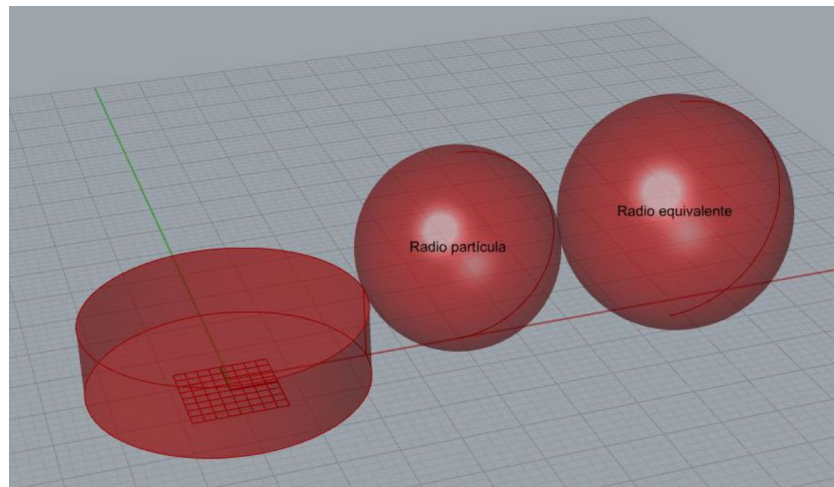
¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

	<i>El área de transferencia de calor a lo largo de una pared es constante. Sin embargo, si tenemos una tubería por la que fluye un fluido, el área de transferencia de calor no es constante, es logarítmica. Esto influye en la manera que se mueve el calor a lo largo de la pared del tubo.</i> <i>Para hacer ver este concepto a los alumnos, se ha realizado el “desarrollo” de un cilindro hueco. De esta forma se puede apreciar la diferencia entre el área interior del tubo y el área exterior. En este caso, se ha impreso utilizando TPU (filamento flexible) para permitir cerrar el tubo, y hacerlo aún más intuitivo.</i> Maqueta de la glucólisis y la gluconeogénesis. <i>Estos procesos químicos son los que nos permiten emplear la glucosa en sangre para convertirla en energía rápidamente, o almacenar energía cuando no la necesitamos. Cuando se estudian puede parecer algo poco interesante y pesado, pero gracias a la materialización en una maqueta, estos procesos son más llamativos. En ella, se puede apreciar cómo la energía de cada molécula desencadena una reacción en cadena para transformarse de glucosa a piruvato o viceversa, dando lugar a la glucólisis y la gluconeogénesis respectivamente.</i> <i>La maqueta ha sido construida íntegramente en impresión 3D, debiéndose definir distintas partes para poder ser ensambladas.</i> Plato de una columna de fraccionamiento. <i>El objetivo del plato de la columna de fraccionamiento es hacer pasar un gas caliente a través del líquido que contiene moléculas volátiles, las cuales, con ayuda del burbujeo y la temperatura, termina subiendo a lo alto de la columna.</i> <i>El material menos volátil termina cayendo por el rebosadero al siguiente plato, hasta llegar a la parte inferior, donde se vuelve a calentar para hacer subir el material más volátil y se recoge el material menos volátil. En última instancia se busca separar el material poco volátil del material menos volátil, recogiendo el gas condensado por la parte superior de la columna y el material menos volátil en la parte inferior. Este es el mecanismo que se emplea para la separación de hidrocarburos, separando gasolina de diesel, queroseno, aceites o asfalto.</i> <i>Hay diferentes 3 tipos de platos diferentes, los cuales se han modelado para poder mostrar el mecanismo y el funcionamiento de cada uno.</i>
Objetivo nº 2	Fabricar mediante técnicas de impresión 3D los distintos elementos que componen las estructuras
Actividades que había previsto en la	Generación de G-code Prototipado Prueba de ajustes Impresión de piezas definitivas en distintos colores

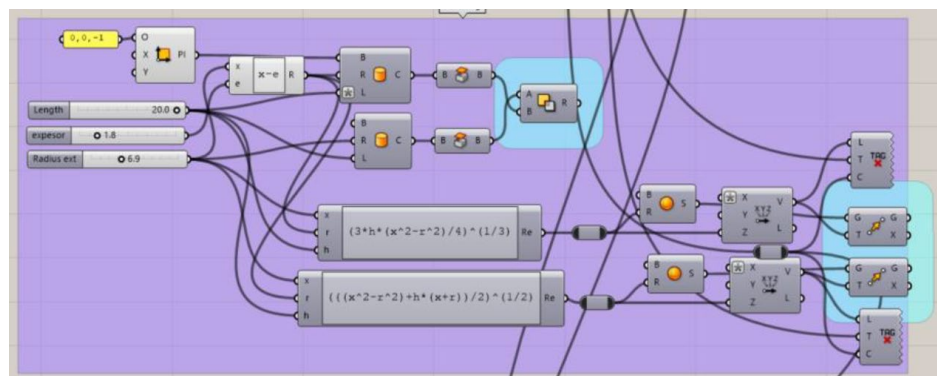
solicitud del proyecto:																												
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Materialización de la relación existente entre el radio de partícula y radio equivalente. <i>El objetivo del proyecto era obtener esferas con el mismo área o volumen para obtener esferas de radio equivalente o de partícula respectivamente. En este caso, por ejemplo, se parte de las fórmulas de área y superficie del cilindro, las cuales se igualan respectivamente al área y volumen de una esfera:</i> <table><tr><td></td><td>Área</td><td>Volumen</td></tr><tr><td>Cilindro</td><td>$2\pi r(r + h)$</td><td>$\pi r^2 h$</td></tr><tr><td>Anillos Raschig (cilindros huecos)</td><td>$2\pi((r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2))$</td><td>$\pi(r_1^2 - r_2^2)h$</td></tr><tr><td>Cápsula</td><td>$2\pi r(h + 2r)$</td><td>$\pi r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)$</td></tr><tr><td>Esfera</td><td>$4\pi r^2$</td><td>$\frac{4}{3}\pi r^3$</td></tr></table> <i>Partiendo de estas fórmulas, igualando y despejando, obtenemos que los radios de equivalencia y partícula son los siguientes:</i> <table><tr><td></td><td>R_{eq}</td><td>R_p</td></tr><tr><td>Cilindro</td><td>$\sqrt{\frac{r(r + h)}{2}}$</td><td>$\sqrt[3]{\frac{3r^2 h}{4}}$</td></tr><tr><td>Anillos Raschig (cilindros huecos)</td><td>$\sqrt{\frac{(r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2)}{2}}$</td><td>$\sqrt[3]{\frac{3(r_1^2 - r_2^2)h}{4}}$</td></tr><tr><td>Cápsula</td><td>$\sqrt{\frac{r(h + 2r)}{2}}$</td><td>$\sqrt[3]{\frac{3r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)}{4}}$</td></tr></table> <i>Habiendo obtenido estas fórmulas, abrimos el programa de diseño 3D Rhinoceros con su extensión Grasshopper, creando el elemento de partida y las esferas de R_{eq} y R_p.</i> <i>Para el cilindro, la parametrización realizada con Grasshopper puede verse a continuación. De esta forma, se puede obtener la geometría de cualquier cilindro, variando los parámetros de entrada, que se han establecido en radio y altura del cilindro.</i>		Área	Volumen	Cilindro	$2\pi r(r + h)$	$\pi r^2 h$	Anillos Raschig (cilindros huecos)	$2\pi((r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2))$	$\pi(r_1^2 - r_2^2)h$	Cápsula	$2\pi r(h + 2r)$	$\pi r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)$	Esfera	$4\pi r^2$	$\frac{4}{3}\pi r^3$		R_{eq}	R_p	Cilindro	$\sqrt{\frac{r(r + h)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3r^2 h}{4}}$	Anillos Raschig (cilindros huecos)	$\sqrt{\frac{(r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3(r_1^2 - r_2^2)h}{4}}$	Cápsula	$\sqrt{\frac{r(h + 2r)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)}{4}}$
	Área	Volumen																										
Cilindro	$2\pi r(r + h)$	$\pi r^2 h$																										
Anillos Raschig (cilindros huecos)	$2\pi((r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2))$	$\pi(r_1^2 - r_2^2)h$																										
Cápsula	$2\pi r(h + 2r)$	$\pi r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)$																										
Esfera	$4\pi r^2$	$\frac{4}{3}\pi r^3$																										
	R_{eq}	R_p																										
Cilindro	$\sqrt{\frac{r(r + h)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3r^2 h}{4}}$																										
Anillos Raschig (cilindros huecos)	$\sqrt{\frac{(r_1^2 - r_2^2) + h(r_1 + r_2)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3(r_1^2 - r_2^2)h}{4}}$																										
Cápsula	$\sqrt{\frac{r(h + 2r)}{2}}$	$\sqrt[3]{\frac{3r^2 \left(h + \frac{4}{3}r\right)}{4}}$																										

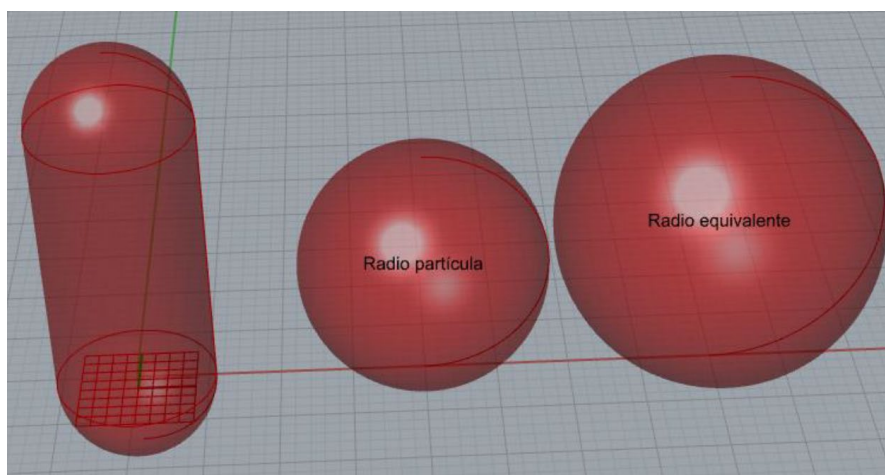
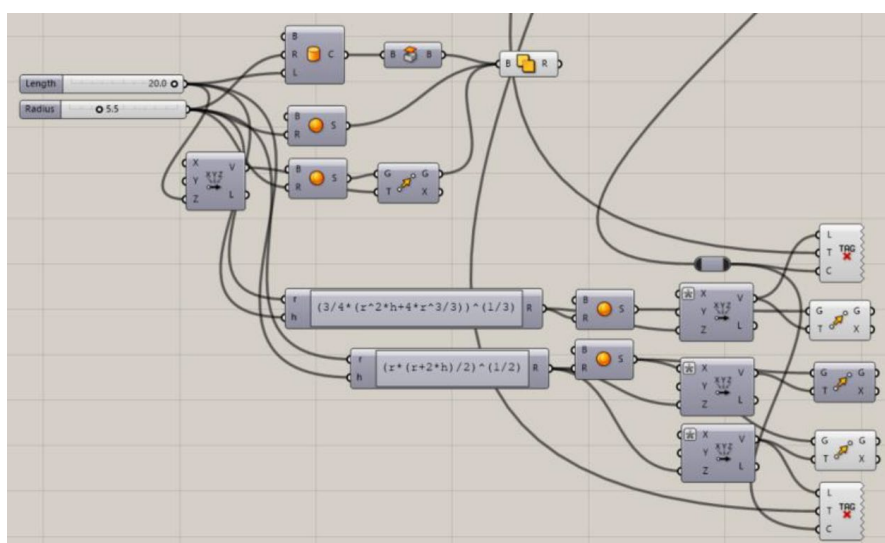
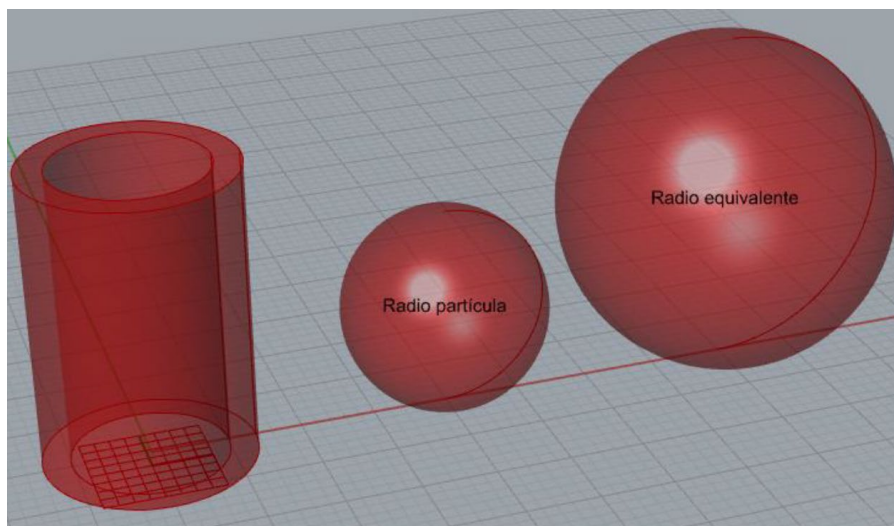


En la siguiente ilustración se puede ver en Rhino, el esquema en el que, partiendo de un cilindro, se muestran las esferas que representan el radio de partícula y el radio equivalente. Es muy importante comprender que, la modificación de la altura o del radio del cilindro se verá automáticamente reflejado en el radio de las esferas.



Realizando de forma análoga el mismo procedimiento para los anillos de Raschig y cápsulas obtenemos los siguientes desarrollos.

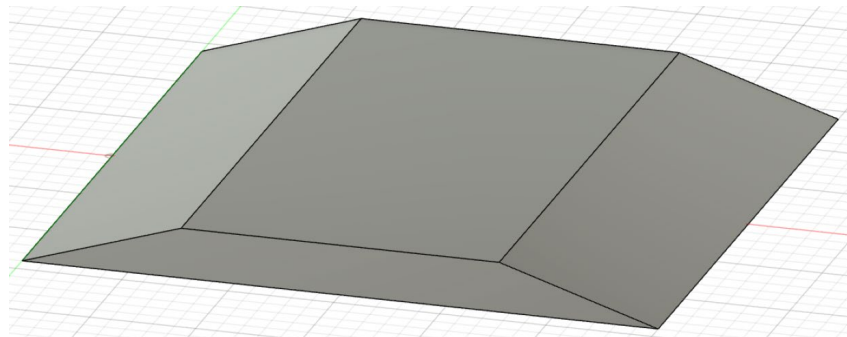




Diferencia logarítmica entre el área interior y exterior de un cilindro hueco.

Se ha diseñado en 3D el “desarrollo” de un cilindro hueco para poder mantenerlo en la forma de cilindro hueco con bridas o cuerdas. En la elaboración del modelo hemos decidido el perímetro exterior e interior que queremos que tenga nuestro cilindro, y hemos obtenido el espesor por la diferencia de radios. En el modelo obtenido el perímetro exterior es de 150 mm y el interior de 75.

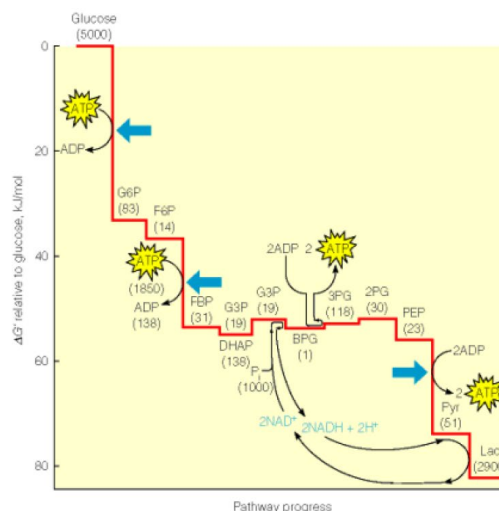
$$P_1 = 2\pi r_1 \rightarrow r_1 = \frac{P_1}{2\pi} \rightarrow e = \frac{P_1 - P_2}{2\pi} = 11.937\text{mm}$$



Con esta visualización se puede comprender el concepto de diferencia logarítmica entre el área interior y exterior de un cilindro hueco.

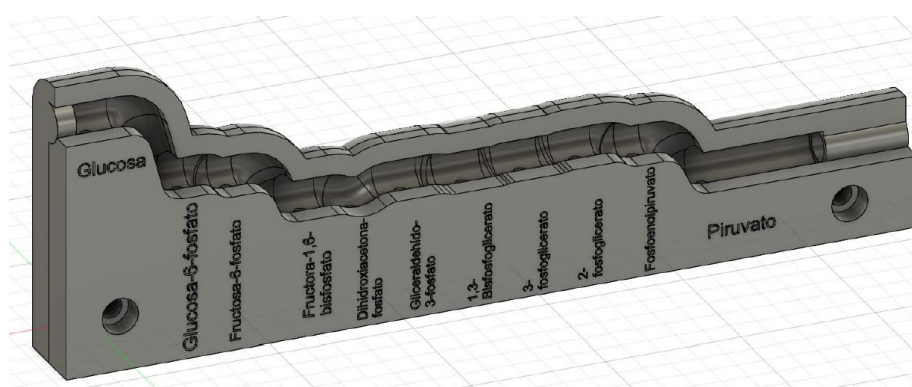
Maqueta de la glucólisis y la gluconeogénesis

La maqueta representa cómo una molécula puede pasar a piruvato para obtener energía y cómo el cuerpo emplea energía para almacenar parte de esta energía en forma de glucosa a través del mismo proceso, pero a la inversa. Partiendo de esta información se han desarrollado distintas maquetas. En esta imagen se muestra la reacción en cadena.

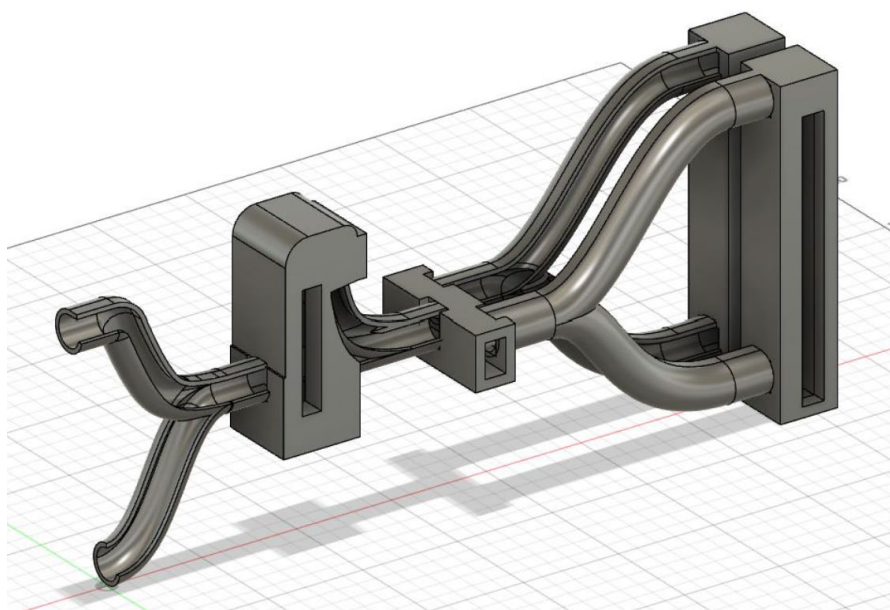


Perfil energético y electrónico de la glucólisis anaerobia. En el gráfico se indica el $\Delta G'$ para cada reacción, calculado a partir de los valores de $\Delta G'^{\circ}$ y de la concentración calculada de cada intermediario en el eritrocito humano.

Partiendo de esta ilustración, se introdujo como lienzo en Fusion 360 para tener una maqueta a escala de la reacción. En cada escalón de la maqueta habría un imán que mantendrían una bola de acero en su posición. Tras hacer rodar la primera bola, el choque de esta con la siguiente haría un efecto similar al del péndulo de Newton, haciendo que la primera quedara en el segundo lugar y la segunda bola golpeará a la tercera y así en sucesión hasta la última bola. Estando abajo del todo, habría que suministrar energía a la bola inferior, para lo cual se emplearía un vástago con un muelle, como el mecanismo de un pin ball, haciendo subir la bola desde la parte inferior, recorriendo el mismo camino, golpeando una bola con la siguiente y recolocándose en su lugar original hasta llegar a la parte superior.

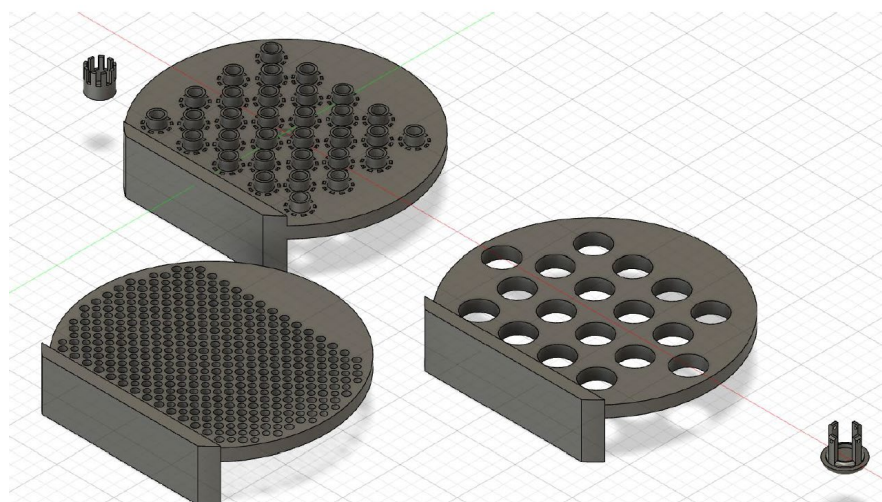


Sin embargo, esta maqueta no representaba cómo a partir de la fructosa-1,6-bisfosfato la reacción se duplica, por lo que a partir de un croquis se creó la siguiente versión.

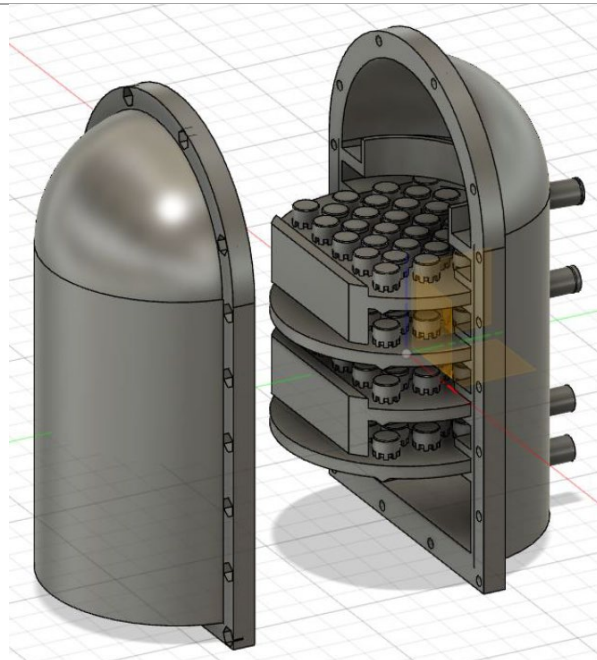


Plato de una columna de fraccionamiento

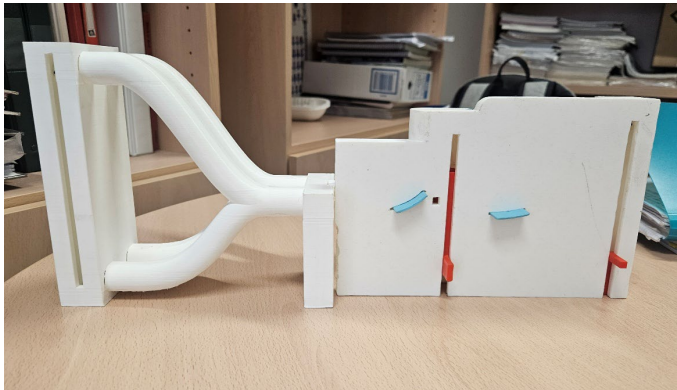
Se han realizado maquetas de los platos que se emplean en una columna de fraccionamiento, para poder comprender mejor el mecanismo que emplean y sea más sencilla la explicación. Los diferentes tipos de platos son: de agujeros, de válvulas y por capuchas de burbujeo. Se obtuvieron los siguientes modelos de cada tipo.

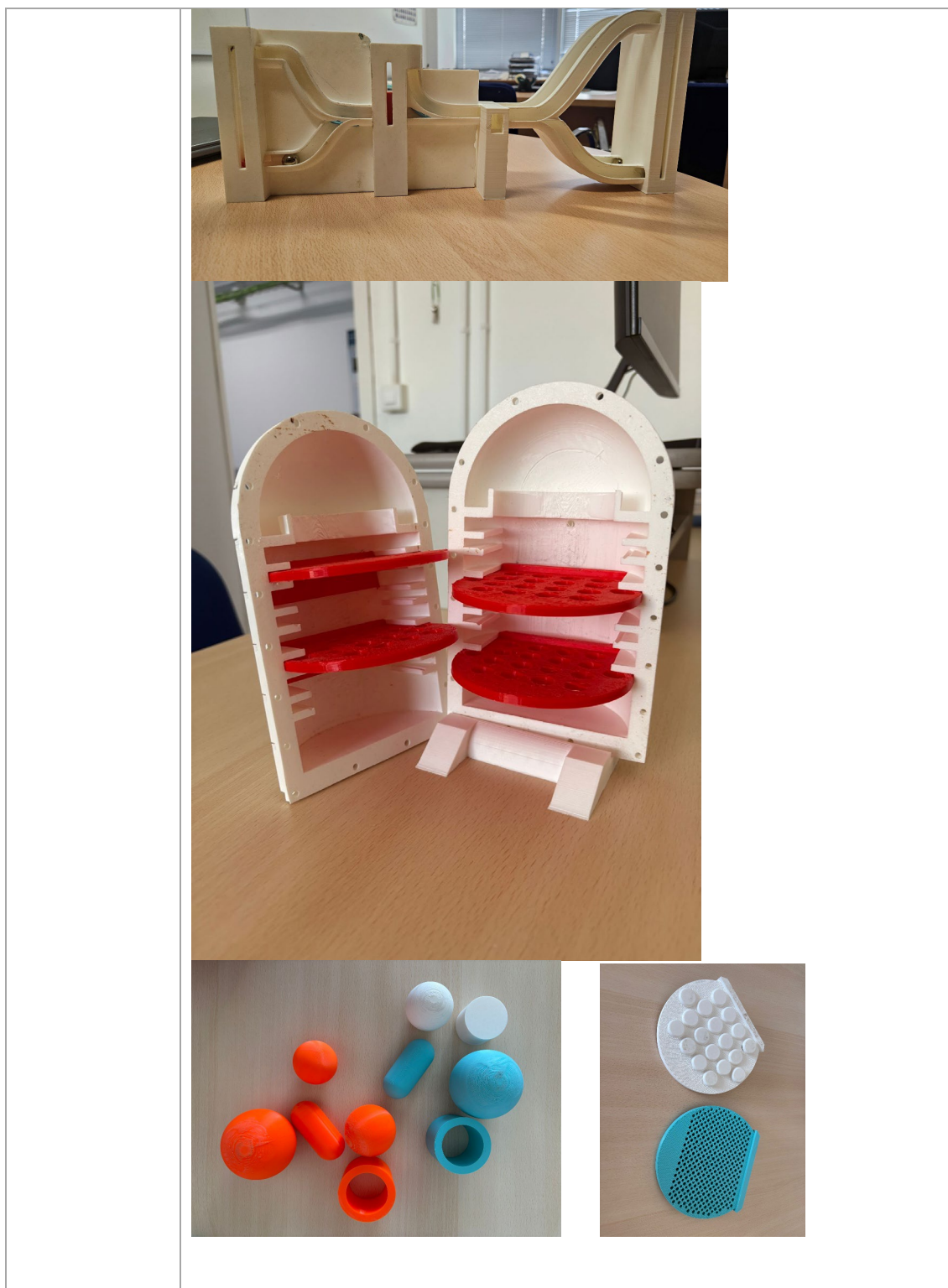


Además, se ha realizado una maqueta funcional del modelo de platos de capuchas de burbujeo, que aunque en la realidad son las más costosas, se seguro que el flujo de fluido siempre va a ser ascendente en cada plato por su mecanismo de sifón. El propio cuerpo de la maqueta funcional sería impreso en una impresora 3D de resina con resina transparente, que permitiría al alumno ver el flujo de los fluidos dentro de la columna. El modelo obtenido sería el siguiente.



Este modelo tendría todas las partes funcionales: alimentación, realimentación de vapor condensado, realimentación de líquido calentado, extracción de líquido condensado y extracción de líquido no volátil. También se haría pasar el agua a lo largo del plato por completo, hasta rebosar, cayendo sobre el plato de la siguiente etapa. Estaría sellado empleando tornillos normalizados.

Objetivo nº 3	Generar y emplear el material didáctico
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Integración del material obtenido en las asignaturas en las que se trabajan los conceptos relacionados con el material desarrollado, mediante una actividad de carácter cooperativo. Evaluación del material y de la actividad diseñada por parte del alumnado
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A continuación, se adjuntan imágenes de los diseños realizados.
	



2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

Los estudiantes han podido interactuar con el material pedagógico diseñado y fabricado. De esta forma han sido capaces de asimilar conocimientos teóricos.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto				
Número de alumnado matriculado: 60				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
			x	
Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
		x		
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
			x	
En el caso de la participación de profesorado invitado				
<i>La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
La visualización de procesos químicos mediante maquetas físicas ha supuesto una mejor comprensión.				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados, este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación.

Jornadas de Docencia o reuniones con el profesorado de las áreas de conocimiento implicadas y otras que pudieran estar interesadas.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

El material ha sido compartido con el profesorado del área de Ingeniería Química para que pueda ser empleado por aquellas personas que lo estimen conveniente. Se plantea continuar con nueva creación de material.