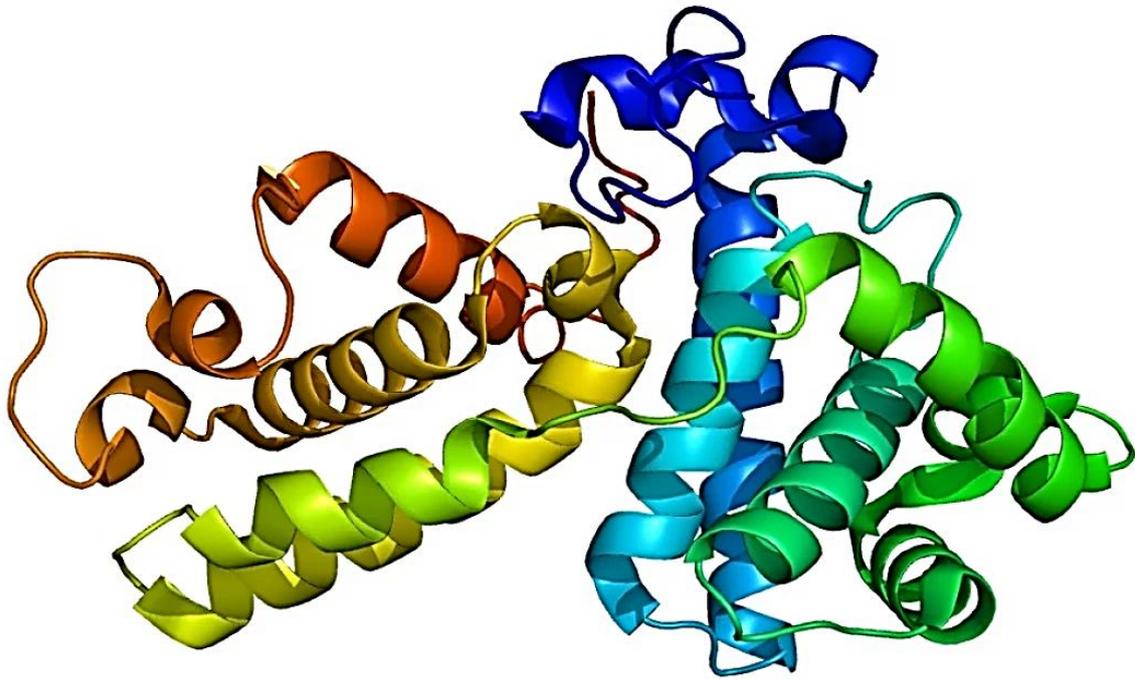


# PROYECTO NATURA



Curso  
2024-  
2025

## Bases del plegamiento proteico y su importancia

### RESUM DEL PROYECTO

Mi proyecto, titulado “*Bases del plegamiento proteico y su importancia*”, tiene como objetivo explicar qué es el plegamiento de las proteínas y por qué es crucial para su función, así como su relación con diversas enfermedades. Para ello, he empleado la metodología de aprendizaje-servicio, trabajando con estudiantes de bachillerato para que, a su vez, transmitieran estos conocimientos a alumnado de primaria.

El proyecto se desarrolló en tres fases. En la primera, impartí contenidos teóricos y prácticos sobre proteínas y plegamiento a alumnas de primero de bachillerato del IES Lluís Vives, utilizando, para ello, herramientas informáticas y juegos didácticos para afianzar los conceptos. En la segunda fase, las estudiantes transformaron lo aprendido en materiales divulgativos adaptados para primaria. Finalmente, en la tercera fase, aplicaron estos recursos en una sesión educativa con alumnos de sexto de primaria del CEIP San Juan de Ribera.

# PROJECTE NATURA

## BASES DEL PLEGAMIENTO PROTEICO Y SU IMPORTANCIA

### 1. EQUIP PARTICIPANT

<b>ÀREA TEMÀTICA:</b> BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR con aplicación BIOMÉDICA				
<b>Títol del projecte:</b> Bases del plegamiento proteico y su importancia.				
	<b>Nom i Cognoms</b>	<b>Centre</b>	<b>Localitat</b>	<b>Correu electrònic</b>
<b>Alumne/a UVEG</b>	Carlos Ferreros García	Universitat de València	València	
<b>Professor/a de la UVEG</b>	Noelia Pastor Cantizano	Universitat de València	València	
<b>Professor/a de secundària</b>	Laià Pérez Muñoz			
<b>Mestre/a de Primària</b>	María Dolores Torán Císcar			

<b>ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS</b>	<b>Curs</b>	<b>Assignatura</b>
24 alumnas y alumnos	1º bachillerato	Biología Humana

**Nombre d'alumnes de primària que poden participar:** 25 alumnos de Primaria

**Curs recomanat:** 6º de Primaria.

**PROJECTE INTERDEPARTAMENTAL SI/NO:** NO

**DEPARTAMENTS QUE INTERVENEN:** Departamento de Biología y Geología del IES Lluís Vives y Departamento de bioquímica y biología molecular de la Universitat de València.

## **2. OBJECTIUS**

### **2.1 TEMA EN QUÈ S'ENMARCA EL PROJECTE: *Contextualització del projecte dins d'un marc temàtic concret de les Ciències Naturals***

El proyecto se encuentra enmarcado en el ámbito de la bioquímica y biología molecular con una aplicación a la biomedicina. En él se aborda de forma específica el proceso de plegamiento proteico, analizando cómo la secuencia de aminoácidos determina la estructura tridimensional de las proteínas y cómo el entorno celular puede influir en el proceso. Además, se analiza el papel de las chaperonas moleculares y proteínas plegadoras en el plegamiento, y se exploran las consecuencias del malplegamiento, relacionándolo con enfermedades como la fibrosis quística y la hipercolesterolemia familiar.

En bachillerato, el proyecto se centra, dentro del área didáctica de Biología, en el bloque de biología molecular y celular, relacionados con el estudio de las biomoléculas macromoleculares: estructura y función; además de funciones de orgánulos celulares y rutas celulares cuya alteración puede provocar enfermedades.

En primaria, estos contenidos se encuentran adaptados al área didáctica de las ciencias naturales, en temas relacionados con el cuerpo humano, la salud y el papel de los alimentos y los nutrientes.

### **2.2 CONCEPTE A TRANSMETRE: *quin és el concepte, idea bàsica o contingut essencial sobre el que es va a treballar?***

La idea principal para transmitir es la necesidad de que las proteínas deben adoptar una estructura tridimensional específica y única para realizar su función. Este plegamiento depende de su secuencia de aminoácidos, y el entorno celular donde se produzca es muy importante. *In vivo*, está asistido por chaperonas moleculares y otras proteínas plegadoras que facilitan y ayudan en el plegamiento, y una deficiencia de este puede dar lugar a enfermedades.

**Paraules clau:** plegamiento proteico, estructura de proteínas, aminoácidos, hidrofobicidad, hidrofiliidad, función celular, chaperonas, proteínas plegadoras, retículo endoplasmático, malplegamiento, fibrosis quística, hipercolesterolemia familiar.

### **2.3 OBJECTIUS: *què pot aportar en eixe sentit el nostre projecte, què esperem obtenir del desenvolupament del projecte?***

El objetivo principal del proyecto es adaptar y transmitir conceptos complejos como es todo el proceso del plegamiento a alumnos de etapas educativas preuniversitarias, mediante una metodología Aprendizaje-Servicio.

#### **PRIMÀRIA:**

**Objectiu didàctics:** Los objetivos didácticos de primaria fueron:

- Adaptar conocimientos complejos a alumnos de sexto de primaria por parte de los alumnos de bachillerato.

- Desarrollar la capacidad de aprender a través del juego y la observación.
- Favorecer la participación activa y el trabajo en equipo para resolver problemas.
- Despertar el interés por la ciencia y curiosidad científica.

**Objectiu científics:**

- Reconocer que las proteínas forman parte de nuestro cuerpo y que tienen funciones importantes.
- Transmitir que su correcto plegamiento es lo más importante para que una proteína haga su función.
- Conocer que algunos problemas de salud pueden tener un origen molecular.

**SECUNDÀRIA:****Objectiu didàctics:**

- Transmitir conceptos complejos empleando una metodología que no es convencional (Aprendizaje-servicio). Es decir, potenciar la comprensión profunda de conceptos para luego poder enseñar a otros.
- Desarrollar la capacidad de aprender mediante el juego y el pensamiento crítico, deduciendo conceptos científicos a partir de la experiencia práctica
- Trabajo en equipo y desarrollo de habilidades comunicativas. Fomentar la participación.
- Capacidad de transmitir los conocimientos aprendidos a través de juegos didácticos y divulgativos para alumnado de etapas educativas inferiores.

**Objectiu científics:**

- Comprender qué son las proteínas, de qué están formadas y su función en las células
- Conocer las bases físico-químicas del plegamiento y las distintas estructuras intermedias de las proteínas (estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria).
- Identificar la relación correcto plegamiento = estructura determinada = función.
- Identificar cómo el entorno influye en el plegamiento y las chaperonas y proteínas plegadoras que intervienen en el proceso *in vivo*.
- Analizar cómo los fallos en el plegamiento pueden causar enfermedades humanas.

**2.4. COMPETÈNCIES BÀSIQUES**

Las competencias desarrolladas en el proyecto han sido:

1. **Competencia científica:** Comprender conceptos fundamentales de biología molecular como las proteínas y su plegamiento, así como relacionarlos con procesos celulares y enfermedades.

2. **Competencia de aprender a aprender:** Desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la comprensión, la deducción y la transmisión del conocimiento a través de materiales y actividades educativas.
3. **Competencia en comunicación lingüística:** Expresar de forma oral y escrita conocimientos científicos adaptando el lenguaje al público receptor (alumnado de primaria).
4. **Competencia digital:** Uso de recursos digitales como el Protein Data Bank para explorar estructuras proteicas.
5. **Competencia social y cívica:** Fomentar el trabajo en equipo y la responsabilidad al enseñar a otros, actuando como modelos de aprendizaje.
6. **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:** Diseñar actividades educativas propias y llevarlas a cabo en un contexto real de enseñanza.

### **3. MATERIALS I METODOLOGIA**

#### **Materials:**

Para la enseñanza a los estudiantes de bachillerato se utilizaron presentaciones visuales de Power Point con preguntas para fomentar la participación. Para las sesiones de actividades de bachillerato se utilizaron distintos materiales. Distinguimos en creación del material (realizado por mi) y luego el necesario para llevar a cabo la actividad en el aula:

- Maquetas de proteínas: los materiales empleados fueron cartulina, bolas de porexpan, cartón, cinta de doble cara y alambres flexibles. Luego, los alumnos, utilizaron gomets para completar la actividad.
- Salvar la célula: cartulinas de diferentes colores que representarán las distintas proteínas y Velcro. Luego los alumnos necesitaron bolis y tijeras.
- Sesión informática: ordenadores con acceso a internet. Kahoot como método de evaluación.
- Sesión primaria: para la sesión de primaria se utilizaron varillas de chenilla, cartulina, Velcro y folios.

**Metodología:** la principal metodología utilizada es el Aprendizaje-Servicio, que es una metodología basada en la combinación del aprendizaje basado en la experiencia con el servicio en la comunidad.

El enfoque general empleado es un aprendizaje activo y vivencial o un enfoque blended learning (aprendizaje combinado), donde se combina la enseñanza tradicional con actividades interactivas y didácticas.

1. **Clase magistral:** Se utilizó como punto de partida para introducir los fundamentos teóricos esenciales (estructura proteica, niveles de organización, papel de las chaperonas, y enfermedades asociadas al malplegamiento). Este formato permite transmitir información estructurada de manera clara, sirviendo como base sobre la cual se construyen los aprendizajes posteriores.
2. **Gamificación:** Tras la exposición teórica, se implementaron actividades lúdicas diseñadas específicamente para reforzar los conceptos trabajados.

3. **Exploración guiada y autónoma:** En la sesión dedicada al uso del **Protein Data Bank (PDB)**, se empleó una metodología más autónoma, en la que el alumnado exploró libremente estructuras tridimensionales de proteínas reales mediante herramientas digitales. Esta actividad se realizó tras haber adquirido los conocimientos teóricos necesarios, permitiendo consolidarlos a través de la experiencia práctica.

#### **Lloc i /o requeriments d'espai:**

Las sesiones de bachillerato se llevaron a cabo en el laboratorio de Biología del IES Lluís Vives de València. La sesión de primaria fue llevada a cabo en el comedor del CEIP San Juan de Ribera de València, ya que era el lugar donde podían caber todo el alumnado, con pizarras y mesas para poder desempeñar correctamente la actividad.

## **4. DESCRIPCIÓ DETALLADA**

El proyecto utiliza la metodología aprendizaje-servicio para transmitir los conocimientos a alumnos de cursos inferiores y se organiza en tres fases. En la primera, trabajé el tema con estudiantes de bachillerato. En la segunda, estos estudiantes preparan actividades basadas en los conocimientos adquiridos para transmitirlos a primaria. Y en la tercera, pusieron en práctica esas actividades con los alumnos de primaria. En total fueron 7 sesiones: 5 sesiones trabajadas en bachillerato, 1 sesión sesión para preparar el material para primaria y otra sesión en primaria.

La primera fase del proyecto se desarrolló en el instituto Lluís Vives de Valencia, con alumnas de primero de bachillerato. Consistió en cinco sesiones divididas en dos bloques. El primer bloque incluye las sesiones 1 y 2, donde expliqué la parte teórica mediante clases magistrales. En ellas, se abordaron conceptos básicos del plegamiento y los necesarios para hacer las actividades. Primeramente se explicaron conceptos químicos: hidrofobicidad, hidrofiliidad, polar, apolar, tipos de enlaces químicos, etc. Luego ya se introdujo el tema explicando qué son las proteínas, de qué están formadas y los tipos de aminoácidos que existen, y su importancia y funciones dentro de la célula. Una vez esto estaba claro, se pasó a hablar sobre qué es el plegamiento proteico y sus características: termodinámica, de qué depende y que factores, como el entorno, pueden influir. Después, se explicó cómo ocurre in vivo, explicando que el plegamiento, a pesar de ser autónomo, es asistido por chaperonas y proteínas plegadoras. Estas rutas de plegamiento se encuentran en el retículo endoplasmático o citoplasma, dependiendo de qué tipo de proteína se sintetice y dónde se ubique en la célula al terminarse de sintetizar y plegar. Por último, se habló de por qué puede ocurrir un malplegamiento y se explicaron las bases bioquímicas y biomédicas de dos enfermedades: fibrosis quística e hipercolesterolemia familiar. Uno de los tipos de estas enfermedades están causadas por el malplegamiento de dos proteínas: LDLR (Receptor de lipoproteínas de baja densidad, LDL) y CFTR ("Cystic Fibrosis Transmembrane conductance Regulator"), cuyas mutaciones en determinados dominios de estas proteínas causan hipercolesterolemia familiar y fibrosis quística, respectivamente.

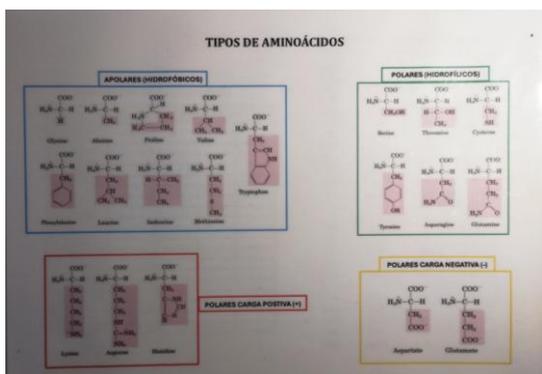
El segundo bloque en el IES Lluís Vives, con las sesiones 3, 4 y 5, se centró en aplicar lo aprendido mediante actividades prácticas.

En la sesión 3, trabajamos con la plataforma bioinformática Protein Data Bank para visualizar estructuras reales de proteínas, entre las que se encontraba el CFTR. En esta sesión los alumnos debían conocer y jugar con la plataforma respondiendo a unas preguntas concretas sobre las proteínas de estudio. Por ejemplo, se realizaron la búsqueda de interacciones electroestáticas entre sus aminoácidos o la búsqueda de puentes disulfuro, además de poder visualizar en formato 3D las estructuras reales de proteínas humanas.

En la sesión 4, utilizamos una maqueta de una proteína de membrana (hecha por mí), con hélices alfa y hojas beta. La clase se dividió en 4 grupos y cada uno poseía una de estas maquetas. La idea a transmitir en este

juego es que el plegamiento viene determinado por la secuencia de aminoácidos y que dependiendo de esta secuencia, la proteína se encontrará en un entorno concreto o no. Por ejemplo, una proteína de membrana tendrá una gran cantidad de aminoácidos hidrofóbicos en su secuencia, una proteína soluble en el citosol, tendrá aminoácidos hidrofílicos expuestos al citoplasma y los hidrofóbicos escondidos. Por tanto, las alumnas debían colocar los aminoácidos correctos, representados en gomets, dependiendo de las características del entorno y ayudadas con tablas de los diferentes aminoácidos y las preferencias de estos para formar hélices transmembrana u hojas beta.

En este caso, en las hélices en contacto con la membrana debían abundar los aminoácidos hidrofóbicos; y, en una hélice concreta y en las hojas beta, debían abundar los aminoácidos hidrofílicos. Además había determinados requerimientos de enlaces que se podían formar. Cómo esta maqueta correspondía a la estructura terciaria, el ejercicio final fue juntar cada uno de los “monoméros” y observar la estructura cuaternaria de la proteína: un canal de membrana.



**ABREVIATURAS DE LOS AMINOÁCIDOS**

Aminoácido	Abreviatura (3 letras)	Abreviatura (1 letra)
Al. Alanina	Ala	A
Arg. Arginina	Arg	R
Asp. Ácido aspártico	Asp	D
Asn. Ácido aspártico	Asn	N
Cys. Cisteína	Cys	C
Glu. Ácido glutámico	Glu	E
Gly. Glicina	Gly	G
His. Histidina	His	H
Ile. Isoleucina	Ile	I
Leu. Leucina	Leu	L
Lys. Lisina	Lys	K
Met. Metionina	Met	M
Phe. Fenilalanina	Phe	F
Pro. Prolina	Pro	P
Ser. Serina	Ser	S
Thr. Treonina	Thr	T
Trp. Triptófano	Trp	W
Tyr. Tirosina	Tyr	Y
Val. Valina	Val	V

**PREFERENCIA AMINOÁCIDOS POR ESTRUCTURAS SECUNDARIAS**

Aminoácido	α-hélice	β-strand	Reverse turn
Glu	1.58	0.52	0.01
Ala	1.41	0.72	0.02
Leu	1.34	1.22	0.57
Met	1.33	1.14	0.52
Gln	1.27	0.98	0.84
Lys	1.23	0.69	1.07
Arg	1.21	0.84	0.90
His	1.05	0.90	0.81
Val	0.90	1.87	0.41
Ile	1.09	1.87	0.47
Tyr	0.74	1.45	0.76
Cys	0.66	1.48	0.54
Trp	1.02	1.35	0.65
Phe	1.15	1.33	0.59
Thr	0.78	1.17	0.90
Gly	0.43	0.58	1.77
Asn	0.76	0.48	1.34
Pro	0.34	0.31	1.32
Ser	0.57	0.96	1.22
Asp	0.99	0.39	1.24

**Figura 1.** Materiales empleados para la primer actividad didáctica de bachillerato. Maqueta de proteína de membrana y hojas empleadas para el desarrollo de la actividad.

En la sesión 5, realizamos un juego donde cada grupo representaba una célula. Su objetivo era conseguir que una proteína recién sintetizada se plegara correctamente, atravesando las distintas etapas de plegamiento asistido por chaperonas. Cada grupo tenía una copia del gen del LDLR y otra del CFTR, sin embargo, estas copias podían ser sanas o enfermas, quedando una distribución de los grupos así:

- Grupo 1: copia sana del LDLR y copia sana del CFTR.
- Grupo 2: copia sana del LDLR y copia enferma del CFTR.
- Grupo 3: copia enferma del LDLR y copia sana del CFTR.
- Grupo 4: copia enferma del LDLR y copia enferma del CFTR.

Ambas proteínas, son proteínas de membrana y al sintetizarse se anclan a la membrana del retículo donde se pliega. Sin embargo, LDLR se pliega hacia el lumen del retículo y CFTR se pliega hacia la cara del citoplasma, por tanto, las chaperonas involucradas son distintas. Las alumnas debían pasar por las distintas etapas de plegamiento asociadas al lumen del retículo y citoplasma. Si la proteína era correcta podrían llegar al final del plegamiento y obtenían una proteína funcional, pero si la proteína poseía una mutación que provocaba un malplegamiento, una etapa de ese plegamiento de chaperonas no se realizaba y debían solicitar una vía de escape (degradar la proteína) para que la célula se salvase y no muriese.

Todo el juego se desarrolla mediante proteínas representadas en cartulinas. Poseían una hoja con las etapas de plegamiento y las proteínas que intervenían y ellas debían realizar bien el recorrido y escribir correctamente el nombre de todos los elementos implicados. Cuando realizaban una etapa, solicitaban mi intervención y les comunicaba si podían continuar plegando la proteína en función de si era correcto o no.

Además, se les realizó un kahoot para ver lo aprendido.



**Figura 2.** Parte del modelo del juego de plegamiento dentro del retículo endoplasmático. En verde, la proteína LDLR, que comienza a plegarse en su primera etapa de plegamiento.

La segunda fase consistió en transformar ese conocimiento en materiales divulgativos para el alumnado de primaria. Las alumnas, en una sesión en el aula, diseñaron actividades visuales y sencillas. El primer juego, como método de introducción a las proteínas, consistía en unas imágenes de diferentes alimentos para adivinar cuál de ellos poseían más proteína. El segundo juego, consistía en transmitir la idea de que una proteína, para poder realizar su función, debe plegarse correctamente. En él, primero se realizó una pequeña explicación de qué están formadas las proteínas y qué funciones pueden hacer en las células. Luego, realizaron un juego con varillas de chenilla. En este juego debían plegar las varillas hasta formar el nombre de una proteína concreta, escrita en las figuras geométricas.

Por último, en la tercera fase, las estudiantes de bachillerato visitaron el colegio San Juan de Ribera de València, donde llevaron a cabo estas actividades con los alumnos de sexto de primaria.



**Figura 3.** Juego desarrollado por los alumnos de bachillerato para los alumnos de primaria.

## **5. CONCLUSIONS**

*Principals conclusions extretes per l'equip en el procés d'elaboració del projecte*

Estos alumnos partían de un conocimiento muy limitado sobre el tema: no estaban familiarizados con conceptos como hidrofobicidad e hidrofiliicidad, apenas conocían los tipos de enlaces químicos y su comprensión sobre las proteínas se reducía a una idea básica de sus niveles de estructura, sin entender en profundidad su relevancia funcional. Sin embargo, tras las explicaciones teóricas y la realización de las actividades, fueron capaces de asimilar y aplicar correctamente nuevos conceptos como el plegamiento proteico, la influencia del entorno en dicho proceso, y el papel de las chaperonas. Además, demostraron ser capaces de adaptar este conocimiento al nivel de primaria, desarrollando propuestas didácticas adecuadas y comprensibles para ese contexto educativo.

*Conclusions dels alumnes:* Aún no se han realizado encuestas para ver el nivel de satisfacción, pero según las opiniones que me dieron en el aula, tanto las explicaciones como los juegos les parecieron muy interesantes. Además, comentaron que estos nuevos conceptos que habían aprendido les serían útiles, ya no para el curso posterior (2º bachillerato y su futuro académica), si no para aprender que el cuerpo humano es algo muy complejo, pero aun así, súper interesante.

*Conclusions de l'equip docent:* no se ha realizado todavía.

## **6. VALORACIÓ DEL PROJECTE**

Desde el inicio, tenía bastante interés en el tema del plegamiento proteico y ya contaba con ciertos conocimientos previos gracias a la formación del grado. Por eso, el trabajo de investigación sobre la parte más teórica (aunque si ha sido exigente en cuanto el tema de buscar enfermedades correctas) no ha sido lo más difícil del proyecto. Lo que realmente ha supuesto un reto ha sido cómo traducir conceptos tan técnicos y específicos a una explicación directa, lógica y organizada para el alumno de bachillerato, donde estos conocimientos son escasos o mínimos. Sin embargo, es posible.

A pesar del esfuerzo que ha supuesto, valoro de forma muy positiva la experiencia, ya que me ha ayudado a desarrollar habilidades como la divulgación científica, la organización de sesiones

educativas y el diseño de materiales pedagógicos, además de adaptarme e improvisar a los contratiempos que iban surgiendo. He visto cómo los estudiantes han ido entendiendo conceptos que al principio les resultaban completamente desconocidos, y eso ha sido muy satisfactorio.

Aunque aún no he recogido la valoración formal del alumnado, el contacto con el alumnado y la respuesta positiva ante las actividades planteadas ya me orientan sobre cómo ha ido el proyecto. En definitiva, considero que este proyecto ha sido enriquecedor tanto a nivel académico como personal.

En resumen, aunque ha supuesto mucho esfuerzo, he valorado muy positivamente esta experiencia. Ha sido muy enriquecedora: me llevo un aprendizaje profundo, habilidades nuevas y la satisfacción de haber contribuido a que otros se acerquen a la ciencia de forma cercana y accesible.

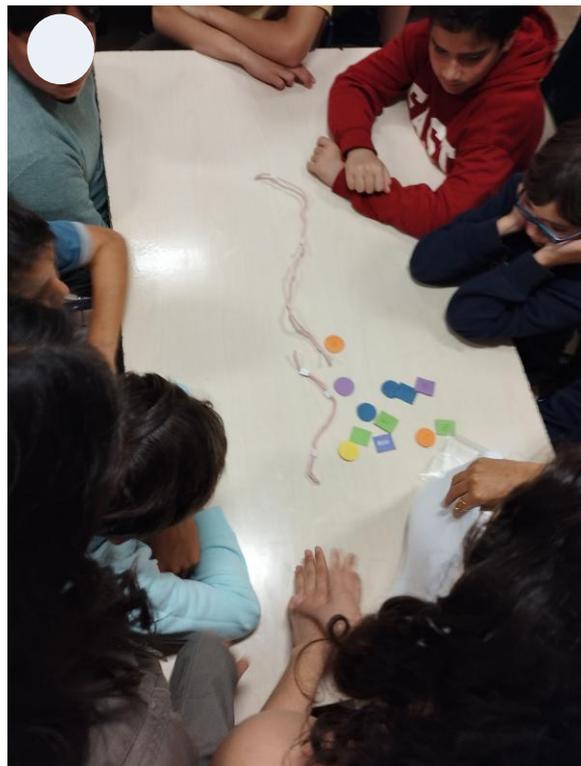
## **7. EXPOSICIÓ DE LES DIFICULTATS PER DESENVOLUPAR EL PROJECTE**

Uno de los principales retos a los que me enfrenté fue la gestión del tiempo. Las sesiones, lejos de durar una hora completa, se reducían a menos de 40 minutos, lo que generaba una constante sensación de ir contra reloj. Esto dificultaba tanto la explicación pausada de los conceptos como la realización de las actividades prácticas sin prisas. A pesar de que intenté adaptar el contenido a sesiones más breves, el tema del plegamiento proteico es complejo y requiere tiempo para explicarse adecuadamente, especialmente cuando se aborda desde un enfoque didáctico.

## **8. IMATGES DEL DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE**







## **9. BIBLIOGRAFIA**

1. Blanco-Cano, E. y García-Martín, J. (2021). El impacto del aprendizaje-servicio (ApS) en diversas variables psicoeducativas del alumnado universitario: las actitudes cívicas, el pensamiento crítico, las habilidades de trabajo en grupo, la empatía y el autoconcepto. Una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 32(4), 639-649.
2. Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, de 03 de enero de 2025.
3. Seibert, S. (2021). Problem-based learning: A strategy to foster generation Z's critical thinking and perseverance. *Teaching and Learning in Nursing* 16 (1) 85-88.