

PROYECTO NATURA



Los organismos extremófilos y
sus aplicaciones biotecnológicas

Elena Ramiro Aparicio
2021/2022

ÍNDICE

1.	RESUMEN	3
2.	EQUIPO PARTICIPANTE	3
3.	OBJETIVOS	4
	3.1. TEMA EN QUE SE ENMARCA EL PROYECTO:	4
	3.2. CONCEPTO A TRANSMITIR:	5
	3.3.OBJETIVOS:	6
	3.3.1. PRIMARIA:	6
	3.3.2. SECUNDARIA:	6
	3.4. COMPETENCIAS BÁSICAS	7
4.	MATERIALES Y METODOLOGÍA	9
	4.1. Materiales:	9
	4.1.1. SECUNDARIA	9
	4.1.2. PRIMARIA	9
	4.2. Metodología:	10
	4.3. Lugar y/o requerimientos de espacio:	11
	4.3.1. SECUNDARIA	11
	4.3.2. PRIMARIA	11
5.	DESCRIPCIÓN DETALLADA	11
	5.1. SECUNDARIA	12
	5.2.PRIMARIA	38
6.	CONCLUSIONES	38
	6.1. Principales conclusiones extraídas por el equipo en el proceso de elaboración del proyecto	38
	6.2. Conclusiones de los alumnos:	39
	6.3. Conclusiones del equipo docente (Figura 34 y 35):	41
7.	VALORACIÓN DEL PROYECTO	43
8.	IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO	45
9.	EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO.	55
10.	BIBLIOGRAFÍA	56
11.	ANEXOS	57

1. RESUMEN

Muchos ambientes considerados por los humanos como extremos están colonizados por microorganismos que se adaptan específicamente a estos nichos ecológicos: los extremófilos. La producción de biomasa de estos organismos (bacterias, cianobacterias, algas y levaduras) proporcionan un recurso valioso para una gran variedad de procesos biotecnológicos novedosos. El aislamiento y caracterización de sus enzimas (extremozimas) y biomoléculas, permite a las industrias trabajar en las condiciones extremas que muchos procesos requieren, optimizándolos por completo y obteniendo resultados eficientes y rentables. Esto demuestra el éxito de las extremozimas en la biotecnología y el impacto que tiene la última en nuestras vidas.

El presente proyecto pretende introducir a los alumnos de primaria y secundaria qué son los organismos extremófilos, qué tipos existen, a qué condiciones resisten, cuáles son sus hábitats, qué aplicaciones biotecnológicas pueden tener y algunos ejemplos de los mismos. Para ello, se recurre al uso diferentes metodologías que priorizan el aprendizaje activo (ApS y ABP, entre otras) en las diferentes sesiones. De este modo, se consigue aprender ciencia de manera entretenida y divertida, además de fomentar la interacción entre el alumnado de diferentes etapas educativas (universidad, secundaria y primaria).

2. EQUIPO PARTICIPANTE

ÁREA TEMÁTICA: BIOLOGÍA MOLECULAR y BIOTECNOLOGÍA					
Título del proyecto: Los organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas					
	Nombre y Apellidos	Centro	Localidad	Teléfono de contacto	Correo electrónico
Alumno/a UVEG	Elena Ramiro Aparicio	Universitat de València	Burjassot, Valencia	603897291	elenaramiroaparicio15@hotmail.es
Profesor/a de la UVEG	María Jesús García Murria	Universitat de València	Burjassot, València	963544869	m.jesus.garcia-murria@uv.es
Profesor/a de secundaria	Jose Llácer García	Colegio San Antonio Abad	Canals, València	647295496	jose.llacer@saabat.me
Maestro/a de Primaria	Francisco Javier Chacón Cuevas	Colegio San Antonio Abad	Canals, València	666870226	paco.chacon@saabat.me

ALUMNOS DE SECUNDARIA PARTICIPANTES	Curso	Asignatura
Maica Andrés Alfaro	4º ESO	Biología y geología
Joan Arándiga Nueda		
Lorena Arnau García		
Adrian Calabuig Grimaltos		
Lucía Calatayud Valera		
Sergi Colomer Revert		
Claudia Conejero Micó		
Daniel Dimov Kisyov		
Ismael Giménez García		
Adriana Hernández Arnau		
Vicent Julve Alberola		
Joaquín Llaudes Micó		
Leonardo Llobell Martínez		
Sandra Muñoz Fernández		
Blanca Perales Felipe		

Número de alumnos de primaria que pueden participar: Entre 20-25 alumnos/as

Curso recomendado: 6º de primaria

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

3. **OBJETIVOS**

3.1. TEMA EN QUE SE ENMARCA EL PROYECTO:

El proyecto actual trata de la explicación de los organismos extremófilos, sus tipos y aplicaciones biotecnológicas.

Bloque temático de secundaria y primaria

Este proyecto se desarrolla en el marco normativo de la LOMCE. En concreto a partir de los Reales Decretos: 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Así pues, en la Comunidad Valenciana, a partir de los Decretos 88/2017, de 7 de julio, del Consell, por el que se modifica el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo y se desarrolla la ordenación general de la Educación Primaria y el Decreto 87/2015 de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y se desarrolla la ordenación general de la ESO y del Bachillerato.

Este tema, en educación secundaria se encuentra dentro del bloque temático de “La estructura y dinámica de los ecosistemas”. Puede relacionarse con una diversidad de contenidos trabajados en clase, desde las adaptaciones, factores ambientales abióticos (temperatura, salinidad, presión, luz, humedad...), zonas de tolerancia, a los dominios biológicos y las enzimas.

En cuanto a educación primaria, se incluye en el bloque de “Los seres vivos”. Se podría incluir el concepto de organismos extremófilos al hablar de los seis reinos de la vida (Arqueobacterias, Eubacterias, Protistas, Hongos, Plantas y Animales) puesto que estos organismos son mayoritariamente procariontes pertenecientes a las Eubacterias y Arqueobacterias.

El tema de los organismos extremófilos es interesante puesto que puede relacionarse con una diversidad de contenidos que se trabajan en clase. Entre ellos: características de los seres vivos, clasificación, biodiversidad, transporte de sustancias (ósmosis), recursos energéticos y fuentes energéticas alternativas. Por este motivo, podremos realizar actividades diversas que pueden contribuir no solo a trabajar el tema de los extremófilos en particular, sino también otros temas relacionados.

3.2. CONCEPTO A TRANSMITIR:

Idea principal: Explicar con propuestas didácticas y divulgativas qué son los organismos extremófilos, tipos, hábitats, factores a los que resisten y sus aplicaciones biotecnológicas. Se quiere transmitir a los alumnos de Secundaria y Primaria el potencial que presentan estos organismos a nivel industrial, la opción más prometedora como fuente de biomoléculas con aptitud biocatalizadora, capaces de soportar condiciones drásticas de proceso y cuyo uso comercial puede conducir a la sustentabilidad. Por tanto, es necesario informar y educar de forma objetiva e innovadora sobre estos organismos.

Palabras clave:

Microorganismos; extremófilos; biotecnología; enzimas; termófilos; psicrófilos; halófilos; radiorresistentes; detergentes; industria.

3.3.OBJETIVOS:**3.3.1. PRIMARIA:****Objetivos didácticos:**

- Conectar el alumnado de primaria con otras etapas educativas.
- Fomentar el uso de herramientas digitales para el aprendizaje.
- Promover el trabajo en equipo y la participación en el aula mediante una serie de actividades lúdicas planteadas.
- Relacionar los conceptos aprendidos con los contenidos trabajados en clase.
- Promover el descubrimiento del Proyecto Natura y la divulgación científica.
- Conseguir el interés por nuevos campos de aprendizaje en el ámbito de la ciencia.
- Usar materiales TIC.

Objetivos científicos:

- Conocer qué es la biotecnología.
- Conocer algunas de las aplicaciones biotecnológicas de los organismos extremófilos.
- Conocer la definición, tipo y características de estos tipos de organismos.
- Conocer la existencia de moléculas proteicas capaces de resistir las condiciones extremas y profundizar en el uso práctico de las enzimas estables en condiciones extremas mediante experimentos.
- Conocer los ambientes donde se creía imposible la vida y donde los extremófilos habitan cómodamente.
- Sugerir y abrir perspectivas de la posibilidad de que haya vida en otros lugares que actualmente se consideran inhabitables.

3.3.2. SECUNDARIA:**Objetivos didácticos:**

- Fomentar el trabajo en equipo y participación en el aula.
- Conectar la educación secundaria con otros niveles educativos.
- Aproximar a los estudiantes a conceptos relacionados con la biotecnología.
- Relacionar estos conceptos con los contenidos trabajados en clase.

- Integrar a los estudiantes en el ApS (Aprendizaje-Servicio), ABP (Aprendizaje Basado en Proyecto) y otras metodologías.
- Promover el descubrimiento del Proyecto Natura y la divulgación científica.
- Mostrar interés por nuevos campos de aprendizaje en el ámbito de la ciencia.
- Transmitir nueva información que les pueda orientar y ayudar a la hora de la elección de sus futuros estudios.
- Desarrollar una actividad capaz de transmitir los conceptos aprendidos a los compañeros de 6.º de primaria.
- Potenciar su capacidad de reflexión sobre debates éticos y científicos.

Objetivos científicos:

- Conocer los conceptos básicos de enzimas, organismos extremófilos, PCR y biotecnología.
- Aprender los tipos, hábitats, factores a los que resisten, ejemplos y características de estos de organismos.

- Conocer las aplicaciones biotecnológicas (biocombustibles, industria de los detergentes y jabones, farmacéutica, cosmética, alimentaria y textil, medicina, medio ambiente, etc.) de los organismos extremófilos (fuente de biocatalizadores).
- Profundizar en el conocimiento de moléculas proteicas capaces de resistir las condiciones extremas a las que se exponen (extremozimas) y sus posibles aplicaciones, mediante un aprendizaje lúdico (experimentos con detergentes, juegos, etc.).

- Familiarizarse con el material de trabajo de muchos/as científicos/as mediante prácticas en el laboratorio.

- Profundizar en la importancia de conocer el genoma de estos organismos para comprender el origen de estas características.

3.4. COMPETENCIAS BÁSICAS

En la ley educativa vigente en el presente curso, se definen siete competencias clave, esenciales para que los individuos consigan un pleno desarrollo individual, social y profesional. Son las siguientes:

- 1. Competencia en comunicación lingüística:** consiste en identificar, comprender y expresar ideas, opiniones y sentimientos, tanto oralmente como por escrito, a través de soportes audiovisuales y multimodales en diferentes contextos y con distintos fines.
Competencia plurilingüe: se trata de manejar diversas lenguas correcta y eficientemente para el aprendizaje y la comunicación.
- 2. Competencia matemática y en ciencia y tecnología (STEM):** hace referencia a comprender y transformar el entorno de un modo comprometido, responsable y sostenible usando el método científico, el pensamiento matemático, la tecnología y las técnicas de la ingeniería.
- 3. Competencia digital:** radica en hacer un uso seguro y responsable de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, tanto en el ámbito educativo como en el laboral y social.
- 4. Competencia personal, social y de aprender a aprender:** de las competencias clave de la LOMLOE es la relacionada con reflexionar sobre uno mismo, cooperar e interactuar con la gente de nuestro alrededor y favorecer la capacidad de aprendizaje y crecimiento personal a lo largo de la vida.
- 5. Competencias ciudadana:** se refiere a participar de un modo activo, responsable y cívico en el desarrollo de la sociedad, además de fomentar una ciudadanía mundial y adquirir un compromiso con la sostenibilidad.
- 6. Competencia emprendedora:** es la capacidad de identificar las oportunidades y utilizar los conocimientos adquiridos anteriormente para idear procesos que contribuyan a alcanzar unos objetivos preestablecidos o aportar valor añadido a algo. Tener creatividad e iniciativa. Pasar de las ideas a la acción.
- 7. Competencia de conciencia y expresiones culturales:** se fundamenta en tener una actitud crítica, positiva, respetuosa y abierta al diálogo ante las diferentes manifestaciones culturales y artísticas que existen.

En el presente proyecto se abordan varias de ellas como la de comunicación lingüística debido a la expresión oral, por escrito y audiovisual que se emplea en las diferentes sesiones, también la plurilingüe ya que las sesiones se impartieron combinando el castellano y valenciano. La de ciencia y tecnología, personal, social y de aprender a aprender y de la ciudadanía, están presentes de manera constante, pues es el fundamento del proyecto; la competencia digital es empleada con el uso de los códigos QR, la

realización de presentaciones o la encuesta, por ejemplo; finalmente, la de conciencia y expresiones culturales se plasma en especial, durante la elaboración de los recursos para primaria (mural y teatro), en que el alumnado de primaria idea estos materiales con el fin de expresar sus ideas y conocimientos aprendidos mediante el arte plástica y escénica.

4. **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

4.1. Materiales:

4.1.1. SECUNDARIA

SESIÓN 0: presentación PowerPoint

SESIÓN 1: presentación PowerPoint, camisetas personalizadas, fichas de los tipos de organismos extremófilos para completar, rotuladores, ordenadores.

SESIÓN 2: presentación PowerPoint, protocolo para la realización de los experimentos y actividades, sobre de gelatina Neutra en polvo Royal, vasos de plástico, cucharas soperas, agua, detergente (con enzimas), jabón de manos (sin enzimas), rotulador permanente, cazo y bol de plástico, cebolla, cuchillo, sobre en polvo para preparar flan, leche y una pizarra.

SESIÓN 3: videos de la 'historia', códigos QR, móvil, probetas, placas de Petri, levaduras, tubo Corning, bastoncillos de oídos, nevera, mechero Bunsen, microondas, sal, vasos de precipitado, báscula y rotulador permanente.

SESIÓN 4: rollo de papel de color, rotuladores, imágenes, tijeras, pegamento, pizarra, encendedor para cocina de gas, bolsa isotérmica y hielos, paquete de sal, cartulina impresa con el logo de radiación, ordenador, fotos de las sesiones.

4.1.2. PRIMARIA

SESIÓN 1: recursos elaborados por el alumnado de secundaria (presentación de PowerPoint, mural, encendedor para cocina de gas, bolsa isotérmica y hielos, paquete de sal y cartulina impresa con el logo de radiación).

4.2. Metodología:

En el presente Proyecto Natura, se aborda un uso de **metodologías activas**. Estas, se definen como el conjunto de técnicas y estrategias que ponen al alumnado de cualquier nivel educativo en el centro del aprendizaje. En estos métodos de enseñanza, la responsabilidad del aprendizaje del alumnado depende directamente de su actividad, implicación y compromiso. Son más formativos que meramente informativos y generan un aprendizaje más profundo, significativo y duradero, además, facilitan la transferencia a contextos más heterogéneos. Dentro de estas metodologías activas, se ha hecho uso de las siguientes:

-Aprendizaje cooperativo. A lo largo de las 5 sesiones los alumnos y alumnas de secundaria se han dividido en tipos de organismos extremófilos, formando cuatro grupos. El objetivo de cada uno de ellos solo se puede cumplir si todos los miembros tienen éxito, es decir, si viajan conjuntamente en la misma dirección. A su vez, con el material utilizado (camisetas personalizadas) se aumenta el sentimiento de pertenencia al grupo.

-Aprendizaje basado en Juegos. En la sesión 3, con el uso de la Gymkana, se aplica una herramienta lúdica, con el objetivo de que el alumnado adquiera y consolide conocimientos de su organismo extremófilo. A su vez, dentro de la Gymkana, se utilizan diferentes códigos QR, desarrollando y potenciando la competencia digital del alumnado. Por otro lado, mediante la creación del juego “Extremófilos al poder” llevado a cabo en primaria, con finalidad didáctica, también se aprenden estos conceptos de una forma motivadora para el estudiante y que facilita su participación en experiencias de aprendizaje activo.

-Aprendizaje Servicios (ApS). Este tipo de metodología queda reflejada de forma extrínseca en la Sesión 5. En este caso, el alumnado de secundaria una vez ha realizado el proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A), traslada sus conocimientos al alumnado de primaria, realizando un ejercicio de aprendizaje entre alumnos/as de la misma comunidad educativa. Del mismo modo, dentro de la historia virtual que se ha creado (“Laboratory of Biotechnology”), se ha de realizar un proceso de E-A eficiente y óptimo para dar un servicio a la comunidad y resolver la catástrofe planteada.

Además, por mi parte (alumna universitaria) también ha habido un uso de esta metodología ya que antes de la puesta en marcha del Proyecto Natura en etapas preuniversitarias, he tenido que consolidar una serie de conocimientos sobre los organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas para, posteriormente, poder transmitirlos correctamente.

-Aprendizaje Basado en Proyectos. Este tipo de metodología es la base del presente trabajo, debido a que el alumnado mediante un proceso de investigación, trabajando de manera relativamente autónoma y cooperativa tiene que llegar a la culminación de un producto final.

Es decir, se adquieren conocimientos y competencias clave a través de la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. Además, se desarrollan otras competencias como el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración o la resolución de problemas.

Realizando un análisis del presente proyecto, se ha de destacar el cumplimiento de cada uno de nuestros objetivos propuestos al inicio del mismo. De este modo, se enfatiza en la relevancia que adquieren dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) las metodologías activas. Su uso ha ayudado a propiciar un alumnado motivado e implicado, consiguiendo así su completa formación.

4.3. Lugar y/o requerimientos de espacio:

4.3.1. SECUNDARIA

SESIÓN 0: Se necesitó el aula de audiovisuales para la realización de la actividad.

SESIÓN 1: Se llevó a cabo en el aula de informática, para poder buscar información con los ordenadores.

SESIÓN 2: Se necesitó el laboratorio para poder desarrollar los experimentos.

SESIÓN 3: La gymkana se desarrolló en la clase de 4º de la ESO, el patio y aula de audiovisuales.

SESIÓN 4: Se hizo uso de nuevo del laboratorio ya que disponía de mayor espacio para la elaboración de los recursos que se utilizarían en primaria.

4.3.2. PRIMARIA

SESIÓN 1: La actividad tuvo lugar en el aula de 6º de primaria ya que disponía del material y espacio necesario para hacerla.

5. DESCRIPCIÓN DETALLADA

El proyecto se desarrolla a lo largo de un curso escolar y consta de diferentes etapas. La **primera** consiste en planificar la temática y las ideas a transmitir, en mi caso opté por: los organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas.

En la **segunda etapa**, se lleva a cabo el desarrollo del proyecto en el que el alumno de la Universidad introduce los conceptos necesarios a los alumnos de Secundaria durante una serie de sesiones. Posteriormente, éstos se encargan de la elaboración de recursos y materiales necesarios

para poder aplicarlo en Primaria (**tercera etapa**). Por último, en la **cuarta etapa**, se presenta el proyecto realizado en la “Feria de Expociencia”, una jornada de puertas abiertas del *Parc Científic* de la Universidad de Valencia sobre ciencia, tecnología e innovación, cuyo objetivo es mostrar la actividad investigadora. A ésta puede asistir todo tipo de público para enriquecerse de la gran variedad de actividades y juegos realizados.

5.1. SECUNDARIA

En la Figura 1 se muestra el cronograma que se siguió en Secundaria.

DESARROLLO DEL PROYECTO EN SECUNDARIA

SESIÓN 0

Explicación del Grado en Biotecnología. Turno de preguntas y debate.

SESIÓN 1

Introducción de los conceptos claves.
División en grupos.
Búsqueda y documentación de los organismos extremófilos (elaboración ficha).

SESIÓN 2

Aplicaciones de extremozimas en la industria de los detergentes. Experimento en el laboratorio (aplicación biotecnológica).

SESIÓN 3

Comprobar el resultado del experimento de la sesión anterior.
Gymkana por el colegio. Cultivo de levaduras en placas de Petri e incubación en distintas condiciones extremas.

SESIÓN 4

Observar el crecimiento de la levadura en las placas de Petri. Elaboración de recursos para llevar a cabo el proyecto en primaria.



Figura 1: Cronograma de las actividades desarrolladas en Secundaria

5.1.1. SESIÓN 0 – 20/02/2022 (1 hora)

Previamente al inicio de la segunda etapa del proyecto, el personal docente del centro y yo decidimos dedicar una sesión a explicar en qué consiste el Grado en Biotecnología en la Universitat de València ya que, al ser alumnos de cuarto de la ESO, podría servirles de orientación para un futuro, así como para entender mejor las posteriores sesiones que se llevarían a cabo. En el anexo se encuentra el PowerPoint que utilicé para esta sesión.

Seguidamente, se abrió un turno de preguntas, en que los alumnos se mostraron muy participativos. Se interesaron mucho por el tema de los organismos transgénicos, por lo que se propuso un debate preguntando hasta qué punto consideraban que era ético modificar cualquier organismo. Las respuestas difirieron bastante, pero la mayoría veía correcto modificar alimentos, pues se dieron cuenta de que gran parte de los que consumían eran transgénicos, en cambio, opinaban que no era adecuado modificar el genoma de las personas si no era con el fin de prevenir enfermedades.

Considero que esta sesión fue muy útil para que se adentraran en el mundo de la biotecnología ya que era totalmente desconocido para ellos, la gran mayoría coincidía en no haber escuchado nunca hablar sobre esta rama de la ciencia. Además, les permitió ver que es un concepto que está a la orden del día, pues entre algunas de sus aplicaciones pudieron ver la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), término muy escuchado por todos ellos debido a la reciente pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) y que despertó su total interés.

5.1.2 SESION 1- 06/04/2022 (1:30 horas)

Debido al calendario de exámenes y actividades de los alumnos de secundaria, se realizaron las siguientes sesiones durante el mes de abril.

Consideré necesario impartir una sesión que consistiera en aprender los conceptos teóricos básicos para llevar a cabo el proyecto. Por un lado, se usó esta sesión para explicar el proyecto Natura y para que los alumnos comenzaran a buscar información sobre los organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas (ABP). Esta actividad se desempeñó en el aula de informática, donde se disponía del material necesario para la realización de la misma: los ordenadores.

Inicialmente, se presentó brevemente con ayuda de un PowerPoint los fundamentos del Proyecto Natura y posteriormente, se recordaron algunos conceptos como el de adaptación, factores ambientales abióticos, zonas de tolerancia, dominios biológicos, enzimas etc. que ya habían estudiado en cursos anteriores y que les permitió contextualizarse. Por otro lado, se explicaron otros nuevos como el de organismos extremófilos, sus tipos, extremozimas, aplicaciones biotecnológicas de los mismos, etc. Durante la explicación, se propusieron preguntas sobre la información presentada con el fin de mantener activa su atención. Una vez finalizada esta parte, se abrió un turno de preguntas, en que se plantearon aquellas dudas que habían quedado sin resolver, se repitieron algunas de las diapositivas con mayor detención para conseguir la completa comprensión por parte de los/as alumnos/as.

Una vez asimilados todos los conceptos, se pasó a la realización de cuatro grupos (tres de cuatro personas y uno de tres) con el fin de fomentar el trabajo en equipo. Cada uno recibió el nombre

de un tipo de organismo extremófilo, es decir, los/as quince alumnos/as se clasificaron en: termófilos, psicrófilos, halófilos y radiorresistentes. Estos grupos se mantendrían para todas las actividades que desarrolláramos posteriormente. Para su mayor implicación en las sesiones, consideré oportuno elaborar camisetas para cada integrante del grupo con el nombre de este (Figura 2). El hecho de que cada uno llevara una camiseta personalizada, fue muy bien recibido por los alumnos e hizo que se interesaran y motivaran más.



Figura 2: Camisetas personalizadas para el alumnado de secundaria

Una vez agrupados, se explicó la actividad que llevarían a cabo: cada grupo tenía que completar con la información aprendida una ficha relacionada con el tipo de organismos extremófilo que le había tocado (figura 3). También se podrían ayudar de los ordenadores para la búsqueda de aquellos datos que desconocieran.

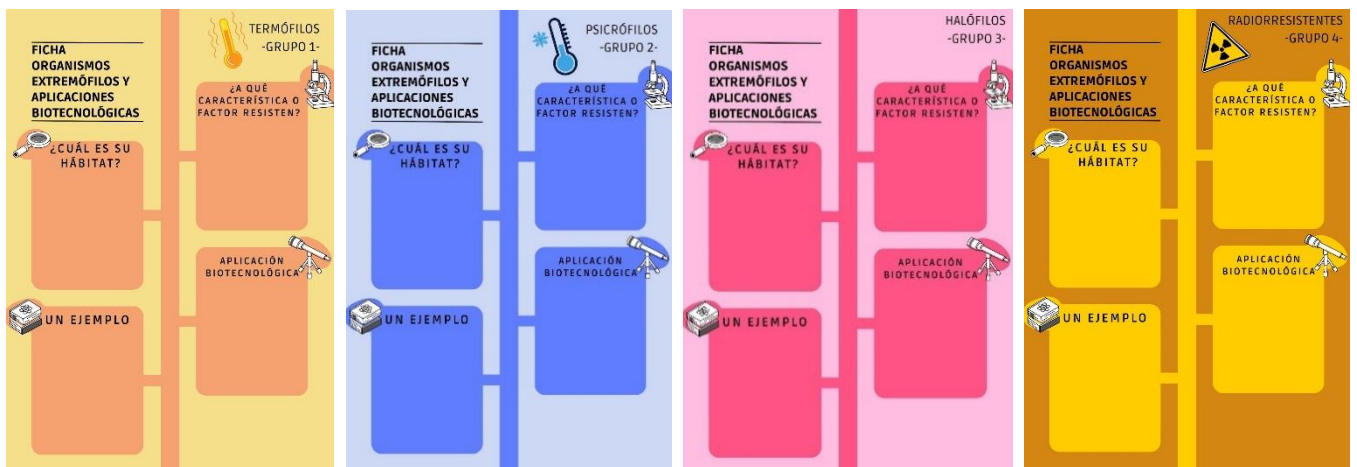


Figura 3: Diseño de las fichas sobre los tipos organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas.

Cooperaron entre ellos/as para completar la ficha, se dividieron los diferentes apartados entre los miembros del equipo, y como disponían de dos ordenadores por grupo, dos individuos se encargaban de buscar y los otros dos de escribir. Para realizar la tarea contaron con un tiempo de unos 20 minutos. Solventé cada una de las cuestiones que iban surgiendo y les orienté en aquellos campos más difíciles de completar (aplicaciones biotecnológicas, sobre todo).

Una vez finalizado este tiempo, se pusieron en común las respuestas mediante la elección de un portavoz en cada grupo y se proyectaron en la pizarra las correcciones de la ficha que elaboré previamente, lo que les permitió conocer otras posibles opciones además de las que ellos aportaron. Primeramente, se comentaron los apartados de ejemplo y hábitat de cada uno de los grupos y posteriormente, la aplicación biotecnológica y las condiciones a las que sobreviven. Opino que de este modo se consiguió una clase dinámica, participativa e involucrada en la actividad. Se premió el esfuerzo de los portavoces con un aplauso colectivo, pues el reconocimiento de los compañeros siempre incentiva y reconoce la participación, además de motivar su intervención en posteriores actividades. Las fichas se expusieron en el tablón de la clase (figura 4).



Figura 4: Fichas colgadas en el tablón de la clase de 4.º de la ESO sobre los tipos de organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas una vez complementadas.

Esta actividad sirvió para que se descubrieran y entendieran nuevos conceptos, además de adentrarse en el Proyecto Natura. En el anexo, se adjunta tanto las fichas como la presentación utilizada para la explicación, los grupos realizados, correcciones y actividades desarrolladas en el aula.

5.1.3. SESION 2-08/04/2022 (2:30 horas)

Esta sesión se centró en mostrar una de las aplicaciones biotecnológicas de estos organismos: la industria de los detergentes.

Los extremófilos son microbios que pueden vivir y reproducirse en entornos hostiles (en aguas termales, áreas volcánicas profundidades marinas, biotopos antárticos, etc.), que anteriormente se consideraban demasiado severos para albergar vida. Estos microorganismos y sus biomoléculas presentan un gran potencial en la industria de los detergentes, alimentos, piensos, almidón, textil, cuero, etc. Las biomoléculas de interés biotecnológico son principalmente enzimas (extremozimas) adaptadas para funcionar de manera óptima en sus condiciones de crecimiento o cerca de ellas, es decir, son funcionales bajo condiciones extremas.

Una sencilla forma de ilustrar esta idea, fue realizando un experimento en que el alumnado pudieran demostrar la presencia o ausencia de diferentes enzimas en sus productos de lavado (jabón de manos y detergente). Las enzimas representan el 1-2% de los componentes de un detergente, cantidad que es suficiente ya que son catalizadores y se recuperan intactas al finalizar la reacción química que promueven. Se encargan de aproximar las moléculas disminuyendo la energía necesaria para formar o romper una unión química.

Entre las diferentes enzimas obtenidas de extremófilos y que están presentes en los productos de lavado podemos encontrar: **proteasas** (hidrolizan proteínas), **amilasas** (hidrolizan uniones glicosídicas del almidón), **celulasas** (rompen uniones glicosídicas de la celulosa), etc. (Figura 5).

Extremófilo	Hábitat	Enzimas	Solicitudes representativas
Termófilo	Alta temperatura	Amilasas	Glucosa, fructosa para edulcorantes
Termófilos moderados (45-65°C)		Xilanasas	Blanqueo de papel
Termófilos (65-85°C)		Proteasas	Horneado, elaboración de cerveza, detergentes
Hipertermófilos (<85°C)		ADN polimerasas	Ingeniería genética
Psicrófilo	Baja temperatura	Proteasas	Maduración del queso, producción láctea
		Deshidrogenasas	Biosensores
		Amilasas	Degradación de polímeros en detergentes
Acidófilo	pH bajo	Oxidación del azufre	Desulfuración del carbón
		Concentrado de calcopirita	Recuperación de metales valiosos

Extremófilo	Hábitat	Enzimas	Solicitudes representativas
Alcalófilo	pH alto	Celulasas	Degradación de polímeros en detergentes
Halófilo	Alta concentración de sal		Eliminación de regenerantes de resina de intercambio iónico, produciendo ácido poli(γ-glutámico) (PGA) y ácido poli(β-hidroxibutírico) (PHB)
Piezófilo	Alta presión	Microorganismo entero	Formación de geles y gránulos de almidón
Metalófilo	Alta concentración de metales	Microorganismo entero	Biolixiviación, biorremediación, biomineralización
Radiofilico	Altos niveles de radiación	Microorganismo entero	Biorremediación de sitios contaminados con radionúclidos
Microaerófilo	Crecimiento en <21% O ₂		

Figura 5: Tipos, hábitat, enzimas y solicitudes representativas de organismos extremófilos. En rojo se rodean algunas enzimas que podemos encontrar en los productos de lavado.

Además, si nos fijamos en la etiqueta de los detergentes que tenemos por casa, podemos observar como en la mayoría de ellos indica la presencia de enzimas entre sus componentes (Figura 6).

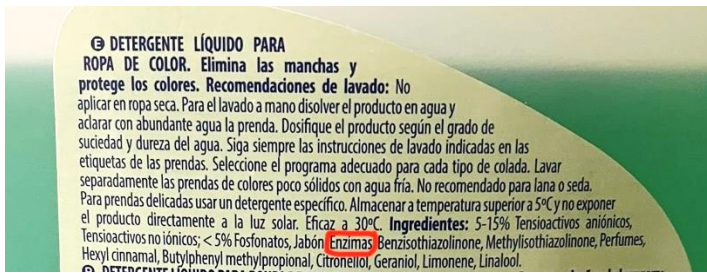


Figura 6: etiqueta de un detergente líquido para ropa de color doméstico.

Para la sesión se preparó un protocolo para cada estudiante con el fin de facilitar la actividad (también adjunto en el anexo), en el que se planteaba una breve introducción, los objetivos de la práctica, los componentes de un detergente, el papel de las enzimas, el material y procedimiento para la realización correcta del experimento, los resultados esperados y una serie de actividades finales para realizar una vez concluyera la práctica (Figura 7). Estas cuestiones se propusieron con el fin de demostrar que habían quedado claros todos los conceptos aprendidos y que se había entendido el motivo de realización de la práctica, además se pretendía lograr el posterior razonamiento y reflexión de los alumnos de 4º de la ESO.

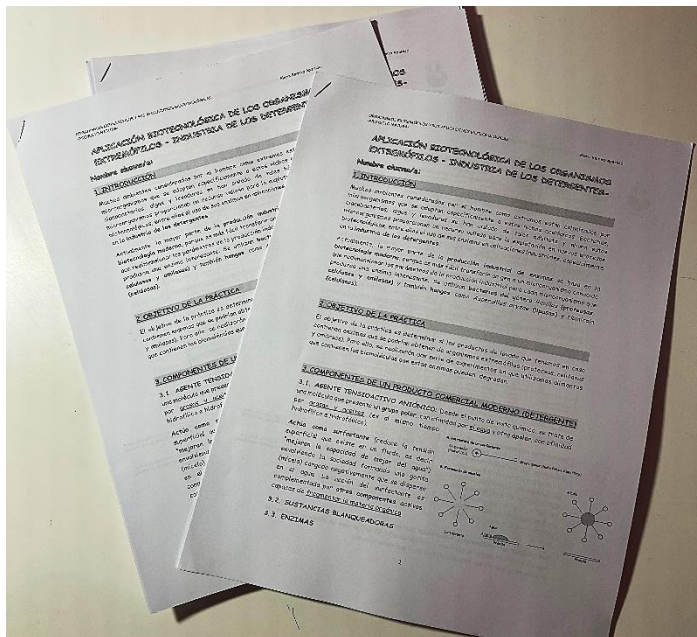


Figura 7: Protocolo impreso para la realización de los experimentos con productos de lavado.

El protocolo, acompañado por una presentación de PowerPoint (ver anexo), sirvió para entender los tres experimentos que se realizarían en la sesión: uno para demostrar la existencia/ausencia de proteasas en sus productos de lavado (son las más frecuentes), otro para demostrar la presencia/ausencia de celulasas (no todos los detergentes las contienen) y el último para demostrar la presencia/ausencia de amilasas (no todos los detergentes la contienen, así como los resultados que esperarían obtener (Tabla 1).

Tabla 1: tabla resumen de los experimentos realizados en la sesión 2, en que se muestran los productos utilizados y los resultados esperados.

SESIÓN 2: EXPERIMENTO IDENTIFICACIÓN DE ENZIMAS EN DETERGENTES - APLICACIÓN BIOTECNOLÓGICA			
	PROTEASAS <small>Son las más frecuentes en los detergentes</small>	CELULASAS <small>No todos los detergentes la contienen</small>	AMILASAS <small>No todos los detergentes la contienen</small>
ACCIÓN	Fragmentan las proteínas que pigmentan algunas manchas, facilitando su eliminación.	Descomponen las celulosas y otros polisacáridos en monómeros de glucosa. Su acción elimina las "bolitas", suaviza las prendas y realza los colores.	Hidrolizan el almidón transformándolo en azúcares más simples. El almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares la amilosa y la amilopectina.
PRODUCTO UTILIZADO	Gelatina alimenticia que contiene proteínas (colágeno) en una proporción de 84%-90%.	Cáscara de cebolla (las paredes celulares tienen unos niveles altos de celulosa → da rigidez a la célula).	Flan de maicena (contiene almidón)
RESULTADO ESPERADO	<p>-Producto sin proteasas: la gelatina solidifica, no se impide la formación del coloide.</p> <p>-Producto con proteasas: la gelatina no solidifica debido a que se hidroliza el colágeno en fragmentos más pequeños: péptidos y aminoácidos, impidiendo la formación del coloide.</p>	<p>-Producto sin enzimas: la cáscara se aclara un poco (acción de los agentes blanqueadores sobre las capas celulares superficiales)</p> <p>-Producto con celulasas: se degrada la pared celular. Los agentes blanqueadores dejarán la cáscara totalmente sin color.</p>	<p>-Producto sin amilasas: se disuelve el almidón en agua, se pierde la estructura cristalina de las moléculas de amilosa y amilopectina, hidratándose y se gelatiniza. Al separarse la fase sólida (cristales de amilosa y de amilopectina) y la fase acuosa (agua líquida) → sinéresis, se obtiene el flan.</p> <p>-Producto con amilasas: permanecerá líquido, porque la amilasa hidroliza el almidón impidiendo el fenómeno de sinéresis</p>

Cada grupo (termófilos, halófilos, psicrófilos y radiorresistentes) realizó los tres experimentos y para ello, trajeron sus productos de limpieza de casa, en concreto jabón de manos y detergente. Se leyeron las etiquetas de los mismos para comprobar si se indicaba la presencia de enzimas.

He de aportar que, previamente a la puesta en práctica de los experimentos en el instituto, estuve optimizando las condiciones en mi casa para comprobar que ocurría lo que se esperaba y contemplar cualquier imprevisto que pudiera surgir durante la sesión (Figura 8).



Figura 8: Resultado del experimento llevado a cabo por mí, de forma anterior a la sesión.

- **EXPERIMENTO 1: DEMOSTRAR LA PRESENCIA/AUSENCIA DE PROTEASAS EN PRODUCTOS DE LAVADO DOMÉSTICOS**

Primeramente, se preparó la gelatina “Gelatina Neutra en polvo Royal” siguiendo las instrucciones del fabricante y se distribuyó en tres vasos (100 ml en cada vaso). A uno de los vasos se le llamó “Control” a otro “Jabón de manos” y al restante “Detergente”. Posteriormente, se añadió una cucharada sopera de agua en el vaso rotulado como “Control”, una cucharada sopera de jabón de manos en el vaso rotulado como “Jabón de manos” y una cucharada sopera de detergente en el vaso rotulado como “Detergente” y se mezcló bien. Se dejó incubar el experimento en un lugar tibio y posteriormente, se transfirió al frío (nevera). En la siguiente sesión, se observaría en cuál de los vasos, la gelatina solidifica y en cuáles no (Figura 9).

Si la gelatina no solidifica, significa que el producto contiene proteasas, debido a que estas hidrolizan el colágeno que contiene transformándolo en fragmentos más pequeños: péptidos y aminoácidos, impidiendo la formación del coloide.

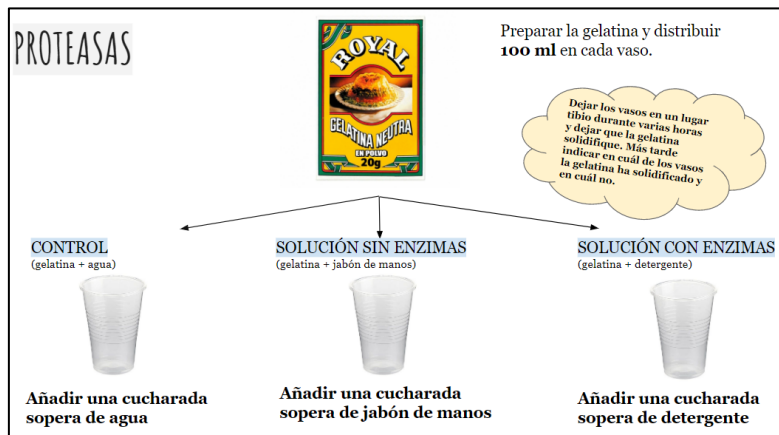


Figura 9: Esquema de los pasos a seguir para para la detección de proteasas en los productos de lavado utilizados.

- **EXPERIMENTO 2: DEMOSTRAR LA PRESENCIA/AUSENCIA DE CELULASAS EN PRODUCTOS DE LAVADO DOMÉSTICOS**

Inicialmente, se cortó la cáscara de una cebolla en trocitos aproximadamente iguales. Se rotularon 3 vasos uno como “Control”, otro como “Jabón de manos” y el último como “Detergente”. Posteriormente, se colocó un trocito de cáscara en cada vaso y se añadieron 100 ml de agua en cada uno de ellos. Tras esto, se añadió una cucharada sopera de agua en el vaso rotulado como “Control”, una cucharada sopera de jabón de manos en el vaso rotulado como “Jabón de manos” y una cucharada sopera de detergente en el vaso rotulado como “Detergente”. Se dejó incubar a temperatura ambiente (Figura 10). En la siguiente sesión, se observaría con qué producto la cáscara de la cebolla cambia de color, con cuál se hace más clara y con cuál no pierde el color.

En presencia de celulasas, se va a degradar la pared celular y el pigmento de las células de la cebolla se difunde parcialmente en el agua, dándole un tono amarillento.

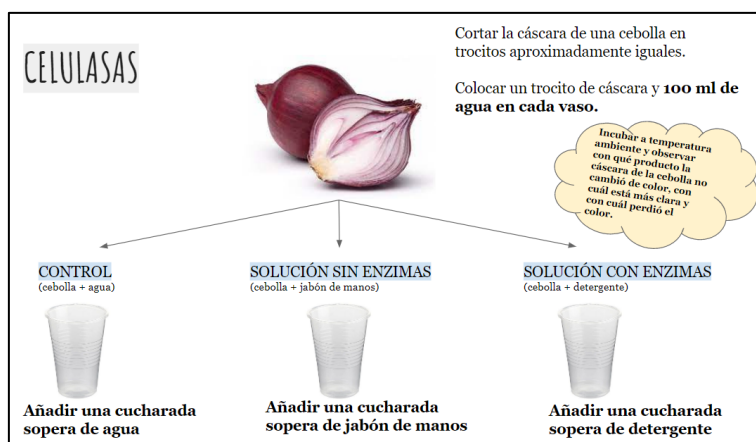


Figura 10: Esquema de los pasos a seguir para para la detección de celulasas en los productos de lavado utilizados.

- **EXPERIMENTO 3: DEMOSTRAR LA PRESENCIA/AUSENCIA DE CELULASAS EN PRODUCTOS DE LAVADO DOMÉSTICOS**

Para empezar, se preparó el flan “Maizena Potax Preparado para Flanes y Natillas” siguiendo las instrucciones del fabricante y se distribuyó en tres vasos (100 ml en cada vaso) que se rotularon como “Control”, “Jabón de manos” y “Detergente”. Tras esto, se añadió una cucharada sopera de agua en el vaso rotulado como “Control”, una cucharada sopera de jabón de manos en el vaso rotulado como “Jabón de manos” y una cucharada sopera de detergente en el vaso rotulado como “Detergente”, se procedió mezclar bien. Luego, se dejó incubar en un lugar tibio y posteriormente, transfirieron los vasos al frío (nevera) (Figura 11). En la siguiente sesión, se observaría en cuál de los vasos, el flan solidificó y en cuáles no.

Si el producto de lavado contiene amilasas, el flan no adquirirá su consistencia habitual ya que la amilasa degrada el almidón impidiendo el fenómeno de sinéresis, en que las moléculas se reordenan y el agua retenida es expulsada fuera de la red, separándose la fase sólida (cristales de amilosa y de amilopectina) y la fase acuosa (agua líquida).



Figura 11: Esquema de los pasos a seguir para para la detección de amilasas en los productos de lavado utilizados.

Cada grupo identificó sus muestras con las iniciales del nombre del grupo y se dejaron en el laboratorio (Figura 12).



Figura 12: Resultado de los experimentos llevados a cabo por los cuatro grupos.

RESOLUCIÓN DE LAS PREGUNTAS: CONCURSO

En la media hora restante, se resolvieron las preguntas finales del protocolo en forma de concurso:

- ¿Cómo limpia un detergente? ¿Por qué se añaden enzimas a los detergentes?
- Para una mejor limpieza se suele recomendar aumentar la temperatura y añadir detergentes con enzimas ¿A qué crees que se debe esto?
- ¿Cómo es posible que los enzimas funcionen a temperaturas superiores de 40 °C?
- ¿Previamente a la realización de los experimentos, sabíais que los detergentes contienen enzimas entre sus productos?
- ¿Creéis que son verdaderamente útiles los organismos extremófilos para la industria de los detergentes?

Se anotaron los nombres de los diferentes grupos en la pizarra y luego pasé a leer las cuestiones en voz alta (Figura 13). El primer grupo que levantara la mano y contestara bien a la pregunta, se llevaba un punto, de nuevo los miembros del grupo eligieron una persona portavoz, esta vez, distinta al de la sesión anterior, para favorecer la máxima participación. Podían buscar algunas respuestas en el protocolo y otras, tendrían que razonarlas con la información aprendida durante las sesiones que se habían realizado.

En el caso de que un grupo fallara, habría rebote para el segundo grupo más rápido en levantar la mano. Se trató de alternar grupos para que todos pudiesen participar en la actividad. La mayoría de las preguntas fueron respondidas correctamente y en los casos que quedaron incompletas, ayudé a confeccionar la respuesta final adecuada. Considero que fue una buena dinámica para conseguir que todos/as estuviesen atentos, implicados y muy participativos en la actividad, también fue muy buena idea la de elaborar un protocolo, para seguir los pasos durante la realización del experimento y también poder consultar información sobre el fundamento de la práctica en cualquier momento.

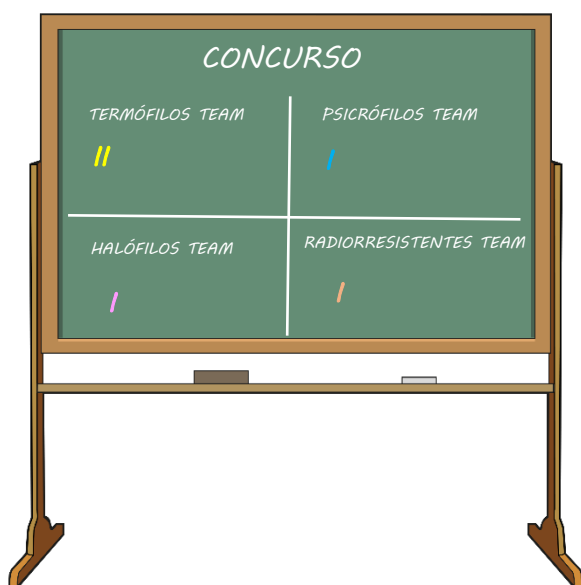


Figura 13: Representación del resultado del concurso llevado a cabo al final de la sesión.

Los últimos cinco minutos, tres estudiantes se ofrecieron voluntarios para resumir lo que se había realizado en cada uno de los tres experimentos y con qué finalidad. Desde mi punto de vista, fue una buena opción para repasar conceptos y comprobar que se había cumplido el objetivo de esta práctica: entender una de las aplicaciones biotecnológicas de los organismos extremófilos, repasar el concepto de enzima y especificidad de sustrato, además de servir para aclarar las dudas que sus compañeros/as pudiesen tener.

5.1.4. SESION 3 – 11/04/2022 (3h)

- PUESTA EN COMÚN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS EN LA SESIÓN 2

Primeramente, se comprobaron y comentaron los resultados obtenidos en el experimento de la sesión 2 en los distintos equipos: termófilos, psicrófilos, halófilos y radiorresistentes (figura 14).

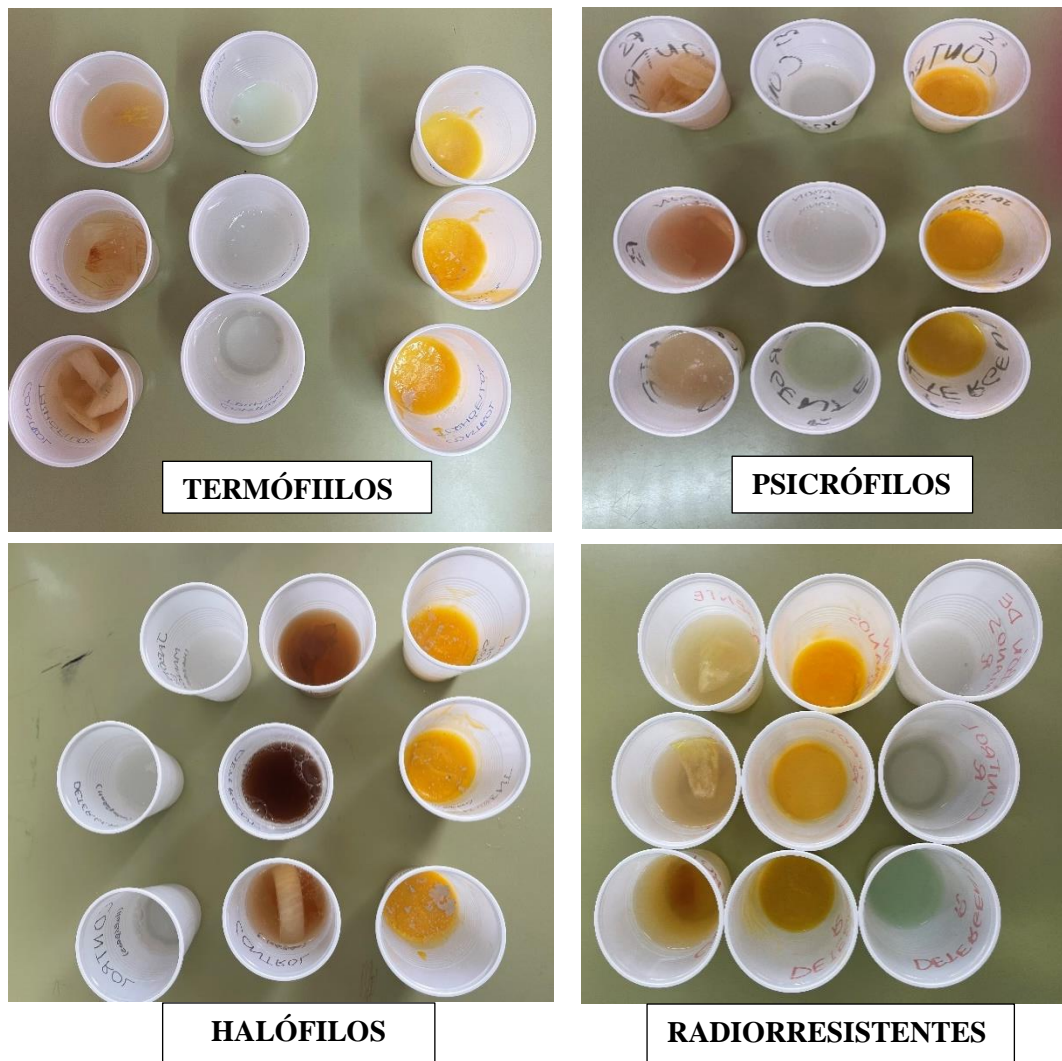


Figura 14: Resultado de los tres experimentos llevados a cabo por los cuatro grupos tras el transcurso de 3 días.

A continuación, se presenta en la Tabla 2 un resumen en el que se muestra lo que ocurrió en cada grupo.

Tabla 2: Resumen de los resultados obtenidos en las muestras de cada grupo.

GRUPO	EXPERIMENTO PROTEASAS (gelatina)			EXPERIMENTO CELULASAS (cebolla)			EXPERIMENTO AMILASAS (flan)		
	Control	Jabón de manos	Detergente	Control	Jabón de manos	Detergente	Control	Jabón de manos	Detergente
<u>TERMÓFILOS</u>	SÓLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO	BLANCO	MARRÓN	BLANCO	SÓLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO
<u>PSICRÓFILOS</u>	SOLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN	SÓLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO
<u>HALÓFILOS</u>	LÍQUIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO	MARRÓN	MARRÓN	BLANCO	SÓLIDO	SÓLIDO	SÓLIDO
<u>RADIO- RRESISTENTES</u>	SÓLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO	MARRÓN	BLANCO	BLANCO	SÓLIDO	SÓLIDO	LÍQUIDO

Tras estas observaciones, cada grupo elaboró su propia tabla teniendo en cuenta el detergente y jabón de manos utilizado (tabla 3).

Tabla 3: Tablas completadas por los estudiantes tras la realización de los experimentos, con sus resultados obtenidos.

GRUPO	MARCA DEL DETERGENTE UTILIZADO	PROTEASAS	CELULASAS	AMILASAS
TERMÓFILOS TEAM	Elena	SI	SI*	SI
PSICRÓFILOS TEAM	Ariel	SI	NO	SI
HALÓFILOS TEAM	Colon	SI*	SI	NO
RADIORRESISTENTES TEAM	Bosque Verde	SI	SI	SI
GRUPO	MARCA DEL JABÓN DE MANOS UTILIZADO	PROTEASAS	CELULASAS	AMILASAS
TERMÓFILOS TEAM	Deliplus	NO	NO*	NO
PSICRÓFILOS TEAM	Deliplus	NO	NO	NO
HALÓFILOS TEAM	Nivea	NO*	NO	NO
RADIORRESISTENTES TEAM	Deliplus	NO	SI	NO

*No nos podemos fiar de este resultado ya que el control no salió bien.

Por tanto, se concluyó que la mayoría de detergentes contenían enzimas (que se pueden obtener de organismos extremófilos) encargadas de descomponer las manchas, permitiendo el paso del agua y evitando el restregado (frotar varias veces con fuerza), trabajo pesado, que desgasta las prendas. Por contrario, la mayoría de jabones de manos no contenían estos enzimas testados.

- **GYMKANA**

Una vez terminada la primera parte de la sesión, se procedió a la realización de una Gymkana, en que los cuatro grupos se tendrían que enfrentar a varias pruebas, distribuidas por todo el colegio (la clase de 4º de la ESO, el patio, la sala de audiovisuales, etc.) para llegar a su destino final.

Para acceder a estas pruebas o actividades y superarlas, se debían de buscar una serie de sobres (cada grupo el sobre de su color), en el interior de los cuales se encontrarían pistas o códigos QR (Figura 15). A medida que se fueran superando las distintas pruebas, recibirían una retroacción que les dirigiría a la siguiente. Cada grupo siguió un recorrido, con sus respectivas pruebas, pero el destino final era común para todos/as ellos/as.



Figura 15: Sobres utilizados en que se incluyen los códigos QR para la realización de la Gymkana.

Antes de que se llevara a cabo esta sesión, se distribuyeron los diferentes sobres en sus lugares correspondientes del colegio.

Para empezar la gymkana, se proyectó un vídeo que integró a los participantes en la temática y les informó de cuál era su misión (Figura 16). Se puede acceder al video a través del siguiente enlace: [https://youtu.be/ TZUHqW_6vM](https://youtu.be/TZUHqW_6vM)

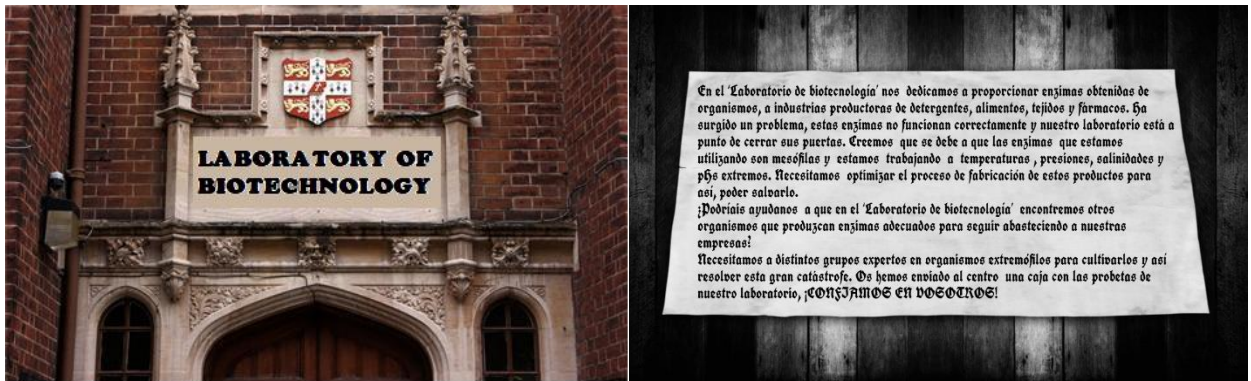


Figura 16: Imágenes del video utilizado para iniciar la Gymkana.

El 'Laboratory of biotechnology' busca la ayuda de expertos en extremófilos para cultivar estos organismos, obtener sus enzimas y seguir proveyendo a las diferentes industrias que las necesiten. Si no lo consiguen, su laboratorio tendrá que cerrar las puertas. Para ello, proporcionan una caja con probetas para que los/as alumnos/as de 4º de la ESO se adentren en esta aventura.

PISTA 1: El video les dirigió hacia la caja de probetas, en el interior de las cuales se encontraba la primera pista para cada uno de los grupos, así se empezó la actividad (Figura 17).



Figura 17: Probetas en cuyo interior se encontraron las primeras pistas de la Gymkana.

PISTA 2: La primera pista llevó a cada grupo a un lugar diferente de la clase, donde se encontró la segunda de ellas en otro sobre (Figura 18):

- Termófilos team → Radiador.
- Psicrófilos team → Suelo.
- Halófilos team → Puerta.
- Radiorresistentes team → Ventana.



Figura 18: Lugares en los que se encontraron las segundas pistas.

En el interior de cada uno de ellos, había un código QR distinto que les condujo a una serie de cuestiones (diferentes para cada grupo) que tenían que responder correctamente para superar la prueba y conocer el lugar de la siguiente pista, es decir, su próximo destino.

➤ A)



1. Señala qué afirmación es la correcta

A) Los organismos extremófilos poseen habilidades para sobrevivir en ambientes aparentemente inhóspitos gracias a su genoma.

B) El descubrimiento de nuevos microorganismos extremófilos y sus enzimas ha tenido un gran impacto en el campo de la biotecnología.

C) Hay diferentes clases de organismos extremófilos: termófilos, psicrófilos, acidófilos, piezófilos, barófilos, entre otros.

D) Todas las opciones anteriores son correctas.

2. ¿En cuál de estos medios podemos encontrar un organismo termófilo?

A) B) C) D) E)

3. ¿Cuál NO es una aplicación biotecnológica de los organismos extremófilos?

A) Industria de los detergentes. B) Industria farmacéutica.

C) Transporte. D) Prevención de enfermedades.

¡Habéis acertado todas las preguntas! ¡Sois unos/as expertos/as! ¡Cada vez estáis más cerca de encontrar a vuestro organismo extremófilo! Desde aquí lo escucho gritar, pues hay niños/as que, jugando al baloncesto, están a punto de pisarlo. ¿Podéis imaginar dónde se encuentra?

OK

➤ B)



1. Indica qué afirmación NO es correcta

A) Los organismos extremófilos poseen habilidades para sobrevivir en ambientes aparentemente inhóspitos gracias a su genoma.

B) Muchos organismos extremófilos se encuentran en aguas calientes y azules, como las fumarolas y las bocanillas, que poseen un alto contenido en sulfuro de hidrógeno.

C) Todos los organismos extremófilos se pueden agrupar en una clase: los halófilos.

D) Proteínas, enzimas, anticuerpos, lípidos y membranas de algunos de los extremófilos, que poseen un alto contenido en sulfuro de hidrógeno.

2. ¿En cuál de estos medios podemos encontrar un organismo psicrófilo?

A) B) C) D) E)

3. ¿Cuál NO es una aplicación biotecnológica de los organismos extremófilos?

A) Industria de los detergentes, farmacéutica, alimentaria, cosmética y textil. B) Medio ambiente y agricultura.

C) Biocombustibles y PCR. D) Ganadería.

¡Habéis acertado todas las preguntas! ¡Sois unos/as expertos/as! ¡Cada vez estáis más cerca de encontrar a vuestro organismo extremófilo! Desde aquí lo escucho gritar, pues hay niños/as que, jugando al fútbol, están a punto de pisarlo. ¿Podéis imaginar dónde se encuentra?

OK

➤ C)



OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (HALÓFILOS)

1. Señala qué afirmación es la correcta

A) El descubrimiento de nuevos microorganismos como molibdo y sus enzimas NO ha tenido gran impacto en el campo de la biotecnología.

B) En la clase de 4º de ESO del 'Col.leg. Sant' Antoni' Aiguà' podria encontrar un extremófilo.

C) Todos los organismos extremófilos se pueden agragar en una clase: los halófilos.

D) Los organismos extremófilos presentan adaptaciones para sobrevivir en ambientes absolutamente inhóspitos gracias a su genoma.

OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (HALÓFILOS)

2. ¿En cuál de estos medios podemos encontrar un organismo halófilo?

OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (HALÓFILOS)

3. ¿Cuál de estas opciones NO es una aplicación biotecnológica de los organismos extremófilos?

A) Industria de los detergentes

B) Investigación médica

C) Biorremediación

D) Ganadería

¡Habéis acertado todas las preguntas! ¡Sois unos/as expertos/as! ¡Cada vez estáis más cerca de encontrar a vuestro organismo extremófilo! Nuestras manos no son medios extremos en los que estos habiten, pero otra gran cantidad de bacterias están presentes en ellas, ¿qué os parece si vais a laváoslas en el patio? Puede que esas bacterias os ayuden a encontrar la siguiente pista... ¡Corred!

OK

➤ D)



OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (RADIORRESISTENTES)

1. Indica qué afirmación NO es correcta

A) Enzimas como proteasas, amilases, lipasas, amilases y hemicelulasas NO se pueden obtener de organismos extremófilos.

B) Los organismos extremófilos presentan adaptaciones para sobrevivir en ambientes absolutamente inhóspitos gracias a su genoma.

C) El descubrimiento de nuevos microorganismos como molibdo y sus enzimas ha tenido gran impacto en el campo de la biotecnología.

D) Hay diferentes clases de organismos extremófilos: termófilos, acidófilos, alcalófilos, psicrófilos, barófilos, entre otros.

OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (RADIORRESISTENTES)

2. ¿En cuál de estos medios podemos encontrar un organismo radiorresistente?

OTIMANA ORGANISMOS EXTREMÓFILOS (RADIORRESISTENTES)

3. ¿Cuál es una de las principales aplicaciones biotecnológicas de los organismos extremófilos?

A) Ganadería

B) Minería

C) Pesca

D) Industria de los detergentes

¡Habéis acertado todas las preguntas! ¡Sois unos/as expertos/as! ¡Cada vez estáis más cerca de encontrar a vuestro organismo extremófilo! Como sabréis, de muchos de ellos se obtienen enzimas que se pueden emplear en la industria alimentaria. ¿Imagináis que para la elaboración de vuestros almuerzos se hayan utilizado estos organismos? Para conocer más información, deberéis de ir al sitio donde soléis almorzar en el patio.

OK

Figura 19: código QR hallado en la segunda pista para el grupo Termófilos team (A), Psicrófilos Team (B), Halófilos Team (C) y Radiorresistentes team (D).

PISTA 3: La segunda pista llevó a cada grupo a un lugar diferente del patio, donde se encontró la tercera de ellas en otro sobre (Figura 20):

- Termófilos team** → Canasta de baloncesto.
- Psicrófilos team** → Portería de fútbol.
- Halófilos team** → Pila para lavarse las manos.
- Radorresistentes team** → Mesa tipo picnic



Figura 20: Localización de las terceras pistas.

En su interior había de nuevo un código QR (Figura 21), esta vez era el mismo para todos y les redirigió a ver un vídeo sobre los tardígrados, animales extremófilos capaces de vivir en cualquier lugar de la tierra. Tras ello, la prueba que tuvieron de superar para conocer su siguiente destino, consistió en completar los huecos de un texto relacionado con el [vídeo](#).

¡HABÉIS ESCUCHADO HABLAR DE LOS OSOS DE AGUA? Son un ejemplo muy interesante de organismos extremófilos con aplicaciones biotecnológicas. Vamos a conocer más sobre ellos...

Tarea
¡Hola expertos en extremófilos!
A continuación veréis un vídeo al que tenéis que prestar especial atención. ¡Estad muy atentos a todos y cada uno de los detalles para poder avanzar en vuestra búsqueda de extremófilos! ¡Adelante con el reto!

Extremófilos- Proyecto Natura
Cuando entran en contacto con agua "reviven".

Tras haber visto con atención en vídeo, tendréis que saber que:

1. Estos organismos también se pueden encontrar **[]** tardígrados.
2. Son resistentes a altas **[]**.
3. Son capaces de vivir mucho tiempo en **[]**.
4. Su resistencia se debe a la existencia de una **[]** que protege al ADN. El gen que codifica esta **[]** existe únicamente en los osos de agua.
5. El ejemplo de aplicación biotecnológica que propone el vídeo es la producción de células humanas resistentes al **[]**.

¡¡Buen trabajo!! ¡Como se nota que ya controláis el tema! Aunque quizás es conveniente que indagéis más para encontrar a vuestro extremófilo y proporcionaros a El Laboratorio de Biotecnología! A parte del vídeo que habéis visto, hay muchos más sobre estos organismos y sus aplicaciones biotecnológicas. ¿En qué lugar del colegio podríais ver vídeos con este contenido? ¡Id allí para conocer para adentraros en la búsqueda de vuestro organismo.

Figura 21: código QR hallado en las terceras pistas.

PISTA 4: La tercera pista condujo a todos los grupos al aula de audiovisuales, donde se hallaba la cuarta pista, de nuevo en un sobre (Figura 22):

- Termófilos team** → Aula de audiovisuales.
- Psicrófilos team** → Aula de audiovisuales.
- Halófilos team** → Aula de audiovisuales.
- Radorresistentes team** → Aula de audiovisuales.



Figura 22: Ubicación de las cuartas pistas.

En el interior del sobre había un código QR con una actividad distinta (Figuras 23,24,25,26) para cada grupo.

➤ **Termófilos team: actividad “Abre la caja”**

La función de esta prueba era conseguir desbloquear cuatro cajas, para ello se debía de elegir la correcta aplicación biotecnológica para cada enzima ilustrada obtenida de termófilos. Como era bastante complejo, se introdujo en el sobre una pequeña pista, se adjuntó la imagen correspondiente a la Figura 5 del presente proyecto.

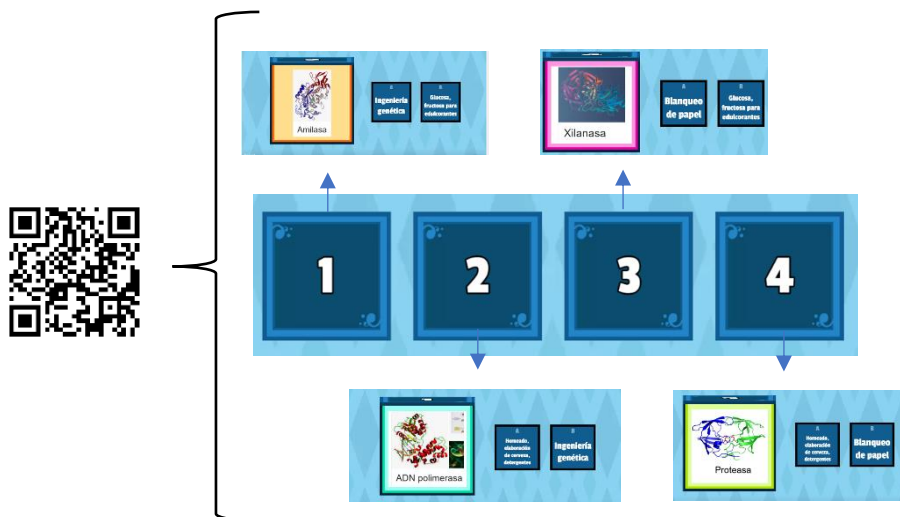


Figura 23: código QR hallado en la cuarta pista del ‘Termófilos team’.

➤ **Psicrófilos team: actividad “Une las correspondencias”**

Para superar esta prueba, este grupo tenía que ser capaz de relacionar cada enzima obtenida a partir de organismos psicrófilos con su correspondiente aplicación biotecnológica.

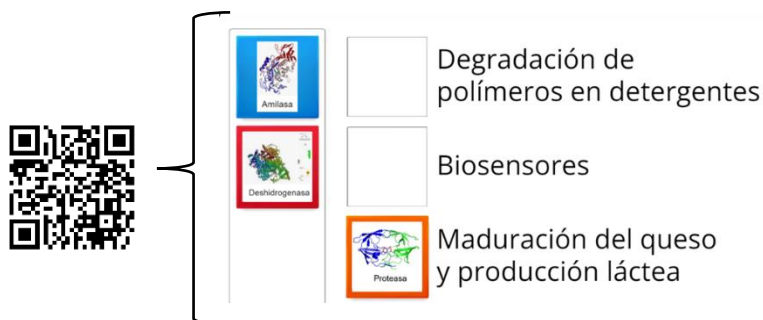


Figura 24: código QR hallado en la cuarta pista del ‘Psicrófilos team’.

➤ **Halófilos team: actividad “Pares iguales”**

El objetivo de esta prueba era hacer parejas de cartas virtuales, es decir encontrar para cada carta del producto obtenido de organismos halófilos, su aplicación biotecnológica, correspondiente a otra carta. Una pista para facilitararlo, fue poner las cartas de las parejas del mismo color.



Figura 25: código QR hallado en la cuarta pista del ‘Halófilos team’.

➤ **Radorresistentes team: actividad “Sopa de letras”**

Para vencer el reto, este grupo tenía que ser capaz de encontrar en la sopa de letras cinco palabras relacionadas con las aplicaciones biotecnológicas que presentan los organismos radorresistentes. Para facilitar la actividad, se proporcionaron las palabras que se debían de buscar en la sopa de letras: biorremediación, reparación, proteínas, lipasas, ADN.

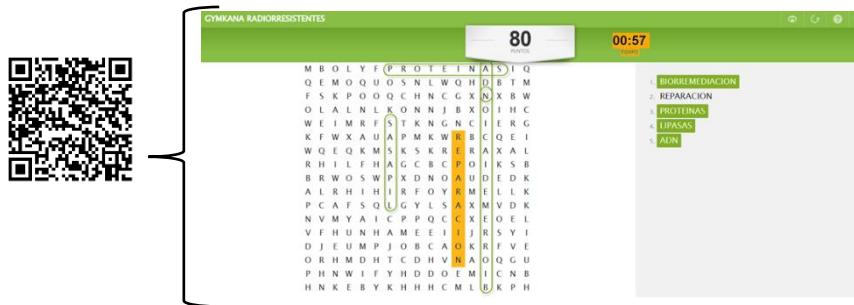


Figura 26: código QR hallado en la cuarta pista del ‘Radorresistentes team’.

El motivo de que esta última pista estuviese en el aula de audiovisuales para todos los grupos fue porque, una vez los diferentes grupos realizaron correctamente estas últimas pruebas, se proyectó de nuevo un vídeo (Figura 27), que continuó con la “historia” inicial. A través del siguiente enlace se puede acceder a dicho video: <https://youtu.be/hUTK6ukcdO4>



Figura 27: Imágenes del video utilizado para cerrar la Gymkana.

Los miembros del 'Laboratory of Biotechnology' invitan a los expertos en extremófilos a tratar de cultivar estos organismos, para ello, les dirigen al laboratorio, donde tienen el material para hacerlo.

Esta parte de la sesión consistió en realizar una simulación de un cultivo de organismos extremófilos, aunque para esta empleamos la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, pues conseguir organismos extremófilos resultaba bastante complicado. De esta manera, lo que demostrarían sería todo lo contrario: que las levaduras NO son extremófilas. La levadura es un organismo vivo y unicelular que realiza la fermentación de los hidratos de carbono y que se divide por gemación (tipo de reproducción asexual en que se forma una yema a partir de la levadura original y, si las condiciones son adecuadas, se desprende para formar un nuevo individuo).

Cada grupo dispuso de dos placas de Petri, con Agar YPD, el cual se usa para mantener y desarrollar levaduras, pues estas crecen bien en un medio que contiene solo una cantidad mínima de glucosa y sales. El Agar YPD contiene dextrosa, sales y proteínas, lo que favorece el crecimiento de *S. cerevisiae* y reduce los tiempos de crecimiento. Una de estas placas sirvió como control.

Previamente a la realización de la actividad, probé diferentes medios de crecimiento y cantidad de levadura para elegir las condiciones más óptimas (Figura 28). Opté por la dilución 1:20 (p/v) pues se produjo un crecimiento adecuado y no excesivo.



Figura 28: Prueba de la siembra de levadura en placas de Petri en diferentes medios y concentraciones. Se hizo de forma previa a la sesión 3.

Primeramente, cada grupo disolvió en un tubo de laboratorio 1 gramo de levadura en 20 ml de agua y se agitó. Tras esto, con un bastoncillo de oídos se tomó un poco de la muestra del tubo, y cada grupo sembró en estría la levadura en la placa de Petri rotulada como control.

Para realizar la siembra en la otra placa, la levadura restante se sometió a diferentes condiciones extremas en función del grupo:

- **Termófilos team:** Exposición de la levadura a altas temperaturas.

El contenido del tubo restante (levadura + agua), se pasó a un vaso de precipitado y se calentó en el mechero bunsen. Tras llevarlo a ebullición, se tomó una muestra con otro bastoncillo y se sembró en la placa del mismo modo que se había hecho con el control. Esta placa se rotuló como “calor”.

- **Psicrófilos team:** Exposición de la levadura a bajas temperaturas.

En este caso se sembraría la levadura en la otra placa de igual modo que se hizo en el control. Después de ello, se procedió a su incubación en la nevera. Esta placa se rotuló como “frío”.

- **Halófilos team:** Exposición de la levadura a altas concentraciones de sal.

Al contenido del tubo, se le añadieron 3 cucharadas grandes de sal. Posteriormente, con ayuda de un bastoncillo se sembró la muestra en estría en la Placa de Petri, cuyo medio también contenía una concentración de sal. Esta placa se rotuló como “sal”.

- **Radiorresistentes team:** Exposición de la levadura a radiación.

Esta vez, la levadura presente en el tubo, se vertió en un vaso de precipitado y posteriormente se irradió en el microondas (3-4 veces). El contenido se sembró en la Placa de Petri rotulada como “radiación”.

Se esperó a la siguiente sesión para observar los resultados, pues necesitaba un tiempo de incubación para el crecimiento de la levadura. Se esperaba que *S. cerevisiae* no soportara las condiciones a las que se había sometido ya que no es extremófila, por lo que crecería en las placas control y en el resto no.

Con la realización de esta simulación de cultivos, el alumnado de 4º de la ESO consiguió llevar a cabo su misión, ayudar a que el ‘Laboratory of Biotechnology’ no cerrara sus puertas.

5.1.5. SESIÓN 4- 29/04/2022 (2h)

- **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL RESULTADO DEL CULTIVO DE LEVADURA**

En el inicio de la sesión, se observaron los resultados obtenidos en los cultivos de levadura en las Placas de Petri (experimento realizado en la SESIÓN 3)



Figura 29: Resultado de los cultivos de *S.cerevisiae* tras ser sometidos diferentes condiciones, realizados por el alumnado de 4.º de la ESO.

Se pudo ver como había ocurrido lo que se esperaba (Figura 29). La levadura, al no ser extremófila NO crece de forma óptima bajo condiciones (temperatura, pH, radiación, etc) extremas, es decir, en condiciones consideradas hostiles, desde una perspectiva humana. Por este motivo, vemos como las Placas de Petri sometidas al calor, frío, altas concentraciones de sal y radiación están vacías, no ha habido crecimiento de *S. cerevisiae*, por contrario, en los controles positivos sí que vemos un crecimiento de la misma, con el que se comprueba el correcto funcionamiento de la levadura.

- **REPARTO DE PREMIOS**

Una vez terminada esta actividad, se hizo una pausa para repartir los premios (Figura 30) ya que como se comentó en la sesión anterior, el alumnado cumplió su misión, además, fue una especie de recompensa por haber realizado tan bien y con tanto entusiasmo todas las pruebas, tareas y labores. Se repartió a cada uno de ellos un capucho de chuches y una banda de “Experto en extremófilos”.



Figura 30: Premios/recompensas para el alumnado de 4.º de la ESO tras la realización de las actividades.

• PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD PARA PRIMARIA

A lo largo de las sesiones realizadas, se fue recordando el objetivo final: pasar de ser receptores de la información y conocimientos aprendidos a transmisores de los mismos en primaria. Esto les permitió pensar en cómo se querían transmitir las ideas a sus compañeros de 6º. Cuando se llegó a esta sesión, ya se habían puesto en común las ideas de los diferentes individuos y elegido varias de ellas para su objetivo, trabajo realizado por ellos/as durante las diferentes semanas.

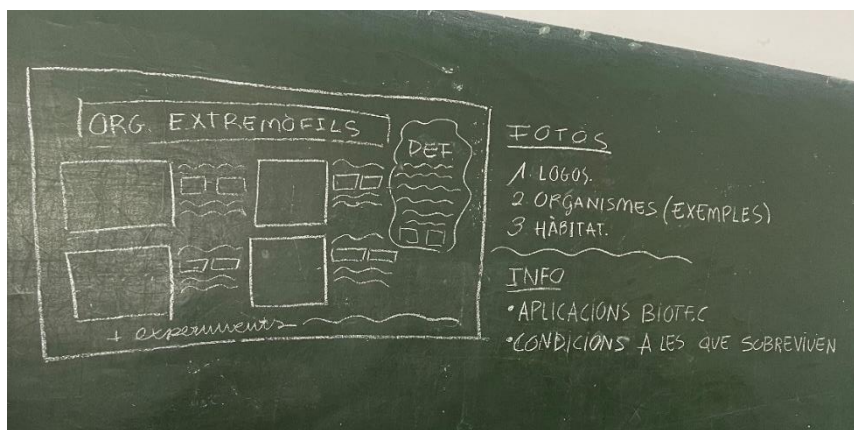
Se decidió elaborar una especie de mural desplegable con aquellos conceptos claves sobre los organismos extremófilos (definición, tipos, ejemplos, medios y condiciones en las que habitan, etc.), además de añadir imágenes con el fin de que quedara más visual y fuera más comprensible para los/as alumnos/as de primaria. Por otro lado, se optó por acompañar a este mural con un teatro, una presentación de PowerPoint con la que se explicarían algunas aplicaciones biotecnológicas por medio de fotos de los experimentos que se realizaron y finalmente, realizar un juego al alumnado de primaria. También se sugirió vestir con las camisetas que se habían empleado durante las sesiones, para conseguir captar la atención de sus compañeros.

En esta sesión se repartieron las tareas y elaboraron los diferentes recursos: un grupo se encargaría de la creación del mural y otro de la elaboración del PowerPoint con las fotos de los experimentos. Luego en conjunto, se practicaría la exposición, teatro y juego a realizar.

➤ Mural

El material necesario para la creación del mural (imágenes, rotuladores, textos impresos, etc.) lo trajeron de casa, pues acordaron previamente de lo que se encargaría de aportar cada grupo.

Primeramente, se creó un boceto para ilustrar las ideas que se querían plasmar en el mural y a partir de este se creó el mismo (Figura 31). Optaron por hacerlo en valenciano.



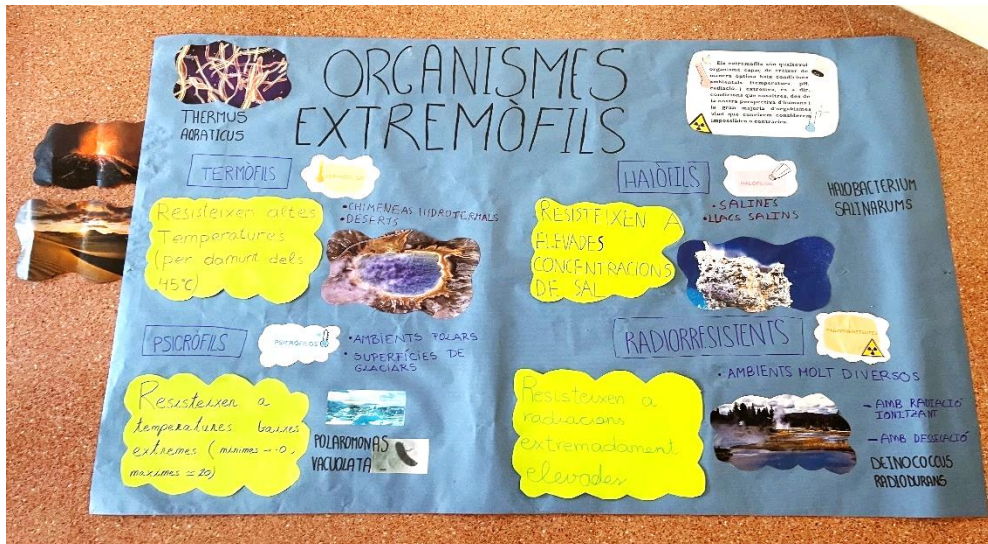


Figura 31: Boceto y resultado final del mural elaborado por el alumnado de 4.º de la ESO para transmitir los conocimientos aprendidos a primaria.

➤ **Presentación de PowerPoint** (Figura 32)

El alumnado de 4º responsable de esta tarea fue la Aula de Informática para hacerlo.

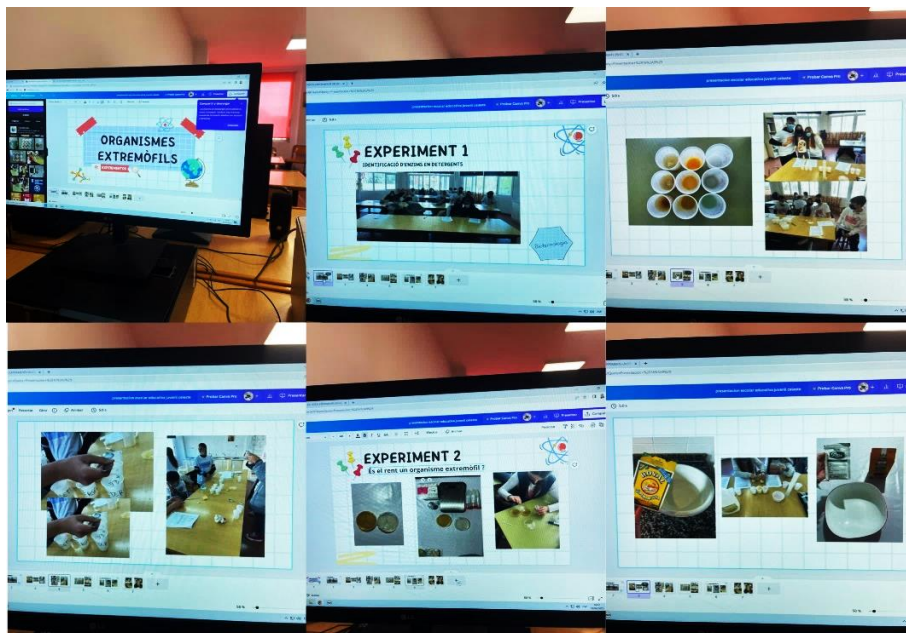


Figura 32: Resultado de la presentación de PowerPoint creada por el alumnado de 4.º de la ESO para transmitir los conocimientos aprendidos a primaria.

➤ **Teatro y juego**

Para el teatro y posterior juego, se dispuso de elementos que representarían una fuente de calor (encendedor para cocina de gas), frío (bolsa isotérmica y hielos), salinidad (paquete de sal) y radiación (cartulina impresa con el logo de radiación), que trajeron de casa (Figura 33).



Figura 33: Elementos que representaron las fuentes de calor, frío, salinidad y radiación en el teatro y posterior juego llevado a cabo por el alumnado de 4.º de la ESO en primaria.

-Teatro-

El teatro acompañaría a la explicación del mural correspondiente a los tipos de extremófilos. En este, participarían tres miembros de cada grupo, es decir, cuando se expusiera la parte del poster relacionada con los termófilos un individuo del “Termofilos team” representaría el papel de organismo mesófilo (organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 20 y los 45 °C, rango considerado moderado), otro el de organismo termófilo y otro miembro de este equipo sujetaría la fuente de calor. Cuando la fuente de calor se acerque al organismo mesófilo, este “se moriría”, en cambio, al acercarse al termófilo, este sobreviviría felizmente ya que soporta condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45°C.

Se haría lo mismo para las explicaciones de los demás tipos de organismos extremófilos (psicrófilos, halófilos y radiorresistentes), utilizando las fuentes que representaban frío, alta salinidad y radiación respectivamente.

-Juego: “Extremófilos al poder”-

Esta dinámica se transformó en juego, esta vez, los protagonistas serían la clase de primaria. El alumnado de secundaria dividiría la clase de primaria en 4 grupos, de nuevo serían termófilos, psicrófilos, halófilos y radiorresistentes. Tras ello se mostrarían una a una las diferentes fuentes de calor, frío, salinidad y radiación respectivamente. El alumnado de primaria debía de decidir si tras la exposición a esa fuente su grupo sobreviviría o en cambio moriría. En el caso de que se considerara la primera opción habían de mantener los ojos abiertos, si por contrario no creían que su grupo soportara estas condiciones, cerrarían sus ojos, representando que morían.

5.2.PRIMARIA

5.2.1. SESIÓN 1 - 29/04/2022 (1h)

Esta fase supuso todo un reto, ya que conceptos como extremófilos, biotecnología o enzimas eran complejos para adaptarlos a un nivel de 6º de primaria, pero el hecho de que lo explicaran sus compañeros de 4º de la ESO mediante actividades lúdicas (mural, presentación de PowerPoint, teatro y juego) facilitó la tarea ya que se usaron términos mucho menos complejos y fue mucho más visual y entendible para el alumnado.

En primaria, primeramente, se explicó qué era el Proyecto Natura, posteriormente, se expuso el mural elaborado por el alumnado de secundaria junto con la puesta en escena del teatro ensayado. Durante la representación de este, se les fue haciendo preguntas a las alumnas y alumnos de 6º, como, por ejemplo, a qué condiciones creían que resistían cada uno de los tipos de organismos, dónde podrían vivir, etc.

Después de esto, se pasó a explicar las diferentes aplicaciones biotecnológicas de estos organismos, como el uso de extremozimas para reemplazar a las mesófilas usadas actualmente en muchos procesos, para ello se dispuso de la presentación del PowerPoint con las fotos de los experimentos realizados en las sesiones de secundaria. Se centraron en explicar la aplicación de estas enzimas (o también podemos usar la terminología de proteínas para los alumnos de secundaria) en la industria de los detergentes. Se empleó un lenguaje adaptado para explicar el motivo y la finalidad de los experimentos.

Finalmente, se procedió al llevar a cabo el juego “Extremófilos al poder” con el que se divertieron mucho y aprendieron de forma dinámica, permitiéndoles así entender todos los conceptos sin que perdieran el interés. Para terminar, varios voluntarios de primaria explicaron aquello que habían aprendido de sus compañeros más mayores. De esta manera, esta actividad evidenció que se había cumplido el objetivo del proyecto: la adquisición de conceptos básicos por parte del alumnado de primaria transmitido por los alumnos de secundaria después de las sesiones dinámicas de formación dirigidas por la alumna universitaria.

6. CONCLUSIONES

6.1. Principales conclusiones extraídas por el equipo en el proceso de elaboración del proyecto

El Proyecto Natura ha sido muy gratificante para todos los alumnos e instituciones educativas implicadas. Ha permitido demostrar que las metodologías empleadas son de gran utilidad para que los estudiantes de diferentes etapas educativas aprendan nuevos conceptos de forma amena, lúdica e innovadora.

Se han cumplido los objetivos inicialmente propuestos ya que se tras la planificación de la idea y la temática, el desarrollo del proyecto y posterior aplicación a primaria, se ha promovido la interacción y colaboración entre diferentes etapas educativas logrando el enriquecimiento de todas ellas. Se han desarrollado materiales y recursos didácticos fomentando en la educación secundaria el trabajo por proyectos y ApS, lo que ha permitido acercar la labor que se hace en la Universidad a las escuelas e institutos.

Por último, y verificado por una encuesta respondida por el alumnado, ha aumentado las vocaciones de carácter científico en el área de Biología, induciendo al estudiantado en la exposición pública y divulgación de su trabajo.

6.2. Conclusiones de los alumnos:

6.2.1. SECUNDARIA

Para conocer la opinión de los alumnos tras la realización de la actividad, se llevó a cabo una encuesta (Figura 37) a través de la plataforma Google Forms. Se muestran las respuestas del alumnado de 4.º de la ESO del Colegio San Antonio Abad, de Canals, en el anexo.

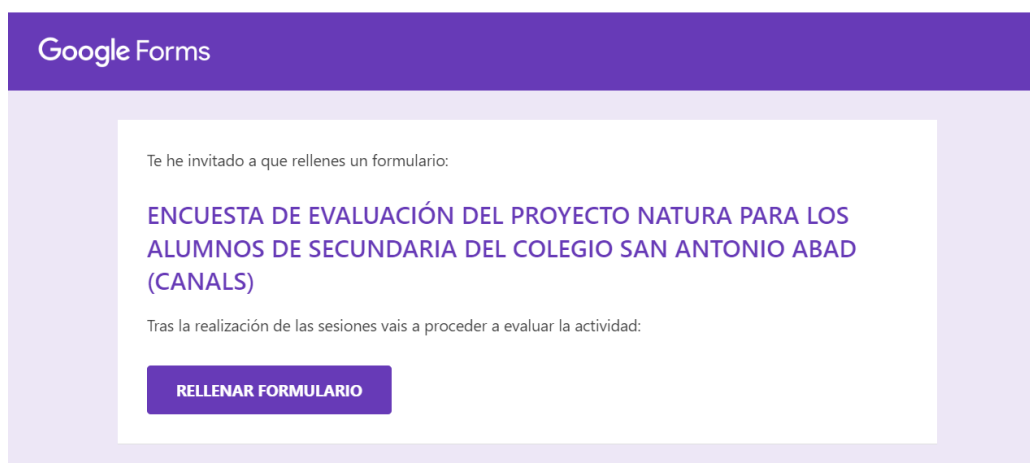


Figura 37: Encuesta dirigida al alumnado de 4.º para valorar del proyecto.

En esta se puede ver como el alumnado argumenta haber aprendido y asimilado diferentes conceptos como el de organismo extremófilo o biotecnología, ambos desconocidos para parte de ellos/as, de forma lúdica y amena. Además, reivindicar el uso de metodologías activas en su día a día pues consideran que les ha facilitado mucho el aprendizaje.

Por otro lado, les gustó mucho pasar de ser receptores de la información a transmisores de la misma en cursos inferiores, pues fue nuevo para ellos. Se sintieron cómodos, lo pasaron bien, otros tuvieron un poco de vergüenza, pero todos coincidieron en que fue una buena forma de demostrar que habían entendido lo que habían hecho en sesiones anteriores.

Entre las actividades favoritas se destacan los experimentos realizados debido a la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos, y la Gymkana por su diversión, originalidad y entretenimiento.

En general, les ha resultado fácil de seguir las clases y no hubieran cambiado nada de las sesiones. Algunos/as comentan que les hubiera gustado hacer algún experimento con sus compañeros de primaria.

En conclusión, la gran mayoría opina que las actividades realizadas han sido muy dinámicas y divertidas, que se han sentido implicados/as y motivados/as a participar en ellas y han aumentado sus conocimientos en ciencia tras ellas, por lo que repetirían, sin duda, esta experiencia.

6.2.2. PRIMARIA

Los estudiantes de primaria respondieron a una serie de preguntas de evaluación que se proyectaron en la pizarra, con el fin de ver qué habían aprendido y qué opinaban sobre la experiencia. Todos demostraron que habían asimilado los distintos conceptos y fueron capaces de hacer un resumen sobre lo que les habían contado sus compañeros de cursos superiores, de forma correcta.

Se plantearon preguntas como: ¿Tras conocer estos organismos, crees que existirá vida en otros planetas?, ¿Piensas que pueden ser útiles en nuestro día a día? O ¿Por qué creéis que sobreviven a estas condiciones tan extremas?

Hicieron hincapié en que lo que más les había llamado la atención de los organismos extremófilos, es que debido a que estos soportan condiciones extremas, pudieran habitar en otros planetas no habitables por el hombre, es decir, estaban seguros de que existe vida en otros planetas muy extremos.

En general valoraron muy positivamente la experiencia: “Me ha gustado mucho lo que han explicado mis compañeros”, “Ha sido muy interesante”, “He aprendido más cosas sobre ciencia”, “He descubierto el concepto de biotecnología”, “Me ha llamado mucho la atención y ha despertado mi interés”.

6.3. Conclusiones del equipo docente (Figura 34 y 35):



Proyecto Natura
Organismos Extremofilos

Profesor: José Antonio Llácer García

A lo largo del mes de abril los alumnos de Ciencias de 4.º de ESO del Colegio Parroquial San Antonio Abad de Canals han participado en un proyecto muy interesante relacionado con los organismos extremófilos. La antigua alumna de nuestro centro Elena Ramiro Aparicio, actual estudiante de biotecnología, nos ha introducido en el mundo de los organismos que sobreviven, crecen y se desarrollan en condiciones extremas (físicas, químicas o geológicas).

Las enzimas que se pueden extraer de estos organismos tienen innumerables aplicaciones para los humanos, como por ejemplo, la polimerasa en la PCR, la efectividad y calidad de los detergentes actuales, el tratamiento de aguas residuales, mejora de productos farmacéuticos, gestión de residuos nucleares, el procesamiento de alimentos o la prevención del cáncer de piel entre otras muchas...

Antes de continuar, tengo que transmitir la gran alegría que hemos tenido de reencontrarnos con Elena, la cual ya nos dejó un muy buen recuerdo como alumna y que ahora, años después, ya como brillante universitaria, poniente y “profe” del proyecto, no ha hecho más que corroborar lo que ya conocíamos de ella.

Era la primera vez que nuestro centro participaba en el Proyecto Natura. Es muy cierto que desde el primer momento en el que Elena nos dio la oportunidad de hacernos partícipes de esta aventura, se nos despertó el interés por aprender qué son los organismos extremófilos y qué papel pueden aportar en nuestro día a día.

La sesión inicial tuvo lugar en el aula de informática y sirvió para que los alumnos tuvieran un primer contacto con la temática, le dimos la bienvenida a Elena, al tiempo que se nos ofreció la oportunidad de compartir con ella, y gracias a ella, unos conocimientos científicos de primer nivel. Resultó muy atractivo y agradable para los alumnos.

Las sesiones del proyecto empezaron el miércoles día 6 de abril, donde Elena de manera aclaratoria y apoyada por un completo material audiovisual nos introdujo en el mundo de los organismos que sobreviven en condiciones extremas de calor, frío, salinidad y radiación. Inmejorable aperitivo de lo que nos esperaba en las sesiones posteriores...

Dos días después, y una vez Elena nos hizo sabedores de los conceptos básicos y necesarios para empezar nuestro viaje con los extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas, los alumnos, luciendo el regalo de unas camisetas que no les permitía olvidar a qué grupo de organismo pertenecían, vivieron en el laboratorio

una segunda sesión llena de diversión y aprendizaje. Los diversos experimentos tenían como objetivo el estudio e identificación de enzimas en detergentes mediante la ayuda de productos tan diferentes como la gelatina (proteasas), flanes (amilasas) o la corteza de la cebolla (celulasas), que no dejó a ningún alumno para nada indiferente. Todo resultó mucho más sencillo gracias a las explicaciones, la atención y la buena conducción en todo momento de Elena.

En la siguiente sesión, día 11 de abril, tuvo lugar una entretenida y animada Gymkana en todo el centro, donde los alumnos disfrutaron y se esforzaron para ser los primeros en encontrar las numerosas pistas que previamente Elena había colocado en varias partes del colegio. Fueron momentos intensos, de sana competición entre grupos y de demostrar de una manera práctica todo aquello aprendido y explicado en sesiones anteriores.

Como última parada de nuestro viaje, las dos últimas sesiones del 29 de abril nos ofrecieron la oportunidad de madurar como alumnos y también como profesores ya que los mayores compartieron todo lo que habían aprendido, con sus compañeros más pequeños de Primaria. En definitiva, desempeñaron la maravillosa y enriquecedora tarea del profesor: enseñar lo que sabes a las personas de las que aprendes cada día.

Murales, conceptos esenciales del tema de manera teatralizada, mecheros de fuego, cubitos de hielo, puñados de sal, símbolos de radiación, apoyos audiovisuales mediante PowerPoint, etc., hicieron que los alumnos de 6.º se sintieran abrazados y entusiasmados a la hora de hacerles conocedores de todo este maravilloso proyecto. Una vez más, Elena dirigió y controló en todo momento de manera magistral el recorrido y la presentación de la puesta en escena de la exposición.

Finalmente, unos días después, los alumnos de secundaria respondieron a una encuesta para que ellos pudieran expresar todo lo que habían sentido y disfrutado durante esta inolvidable experiencia, que estoy seguro recordarán a lo largo de los años y a medida que vayan incorporándose también al mundo universitario.

Antes de finalizar, reiterar nuevamente nuestra admiración por Elena, no tengo palabras ni alegría suficiente para plasmar el orgullo que ha supuesto para mí volverla a ver y constatar de primera mano que, con esa ilusión, dedicación y aprecio por la ciencia, el futuro de esta disciplina respira aire de muy buena calidad.

¡¡¡Muchas gracias Elena por haber pensado en nosotros!!!, por darnos la oportunidad de trabajar juntos y por tu ejemplo e interés constante al enseñar a unos alumnos de los cuales tú también formaste parte, no hace todavía mucho tiempo...

Figura 34: Valoración de José Antonio Llácer García, profesor de Biología y Geología, sobre el Proyecto Natura.

En el siguiente enlace se puede consultar la publicación de Instagram del Colegio San Antonio Abad sobre el presente proyecto:

<https://www.instagram.com/p/CdVbfkyojcJ/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>

Elena ha tenido una gran implicación desde el primer día eligiendo el tema, buscando el centro de secundaria y primaria, y por supuesto diseñando y planificando las actividades tanto teóricas, lúdicas y prácticas. Y, como muestra en la ficha Natura ha conseguido su objetivo.

Este tipo de TFG supone un esfuerzo extra, porque no solo se debe planificar el trabajo, poner a punto las sesiones prácticas y llevarlo a cabo con estudiantes de secundaria y primaria, sino que una vez realizado, se debe diseñar el taller a realizar en Expociencia, exponer en el congreso de estudiantes “Biograu” y la grabar un vídeo explicando el proyecto en el servicio de audiovisuales de la Universidad de Valencia. Elena ha demostrado una gran capacidad de trabajo y actitud resolutiva ante dificultades que se ha ido encontrando.

El proyecto realizado, sin duda ha contribuido a completar la formación de Elena como biotecnóloga. Además de los conocimientos científicos y experimentales adquiridos en el grado, este trabajo supone también la adquisición de un nivel competencial importante en otros ámbitos, lo cual resulta imprescindible para el desarrollo de la docencia y divulgación científica. Para ello, mediante el desarrollo de actividades adaptadas a cada nivel educativo, estrategias de comunicación y adecuación de contenidos, Elena ha conseguido desarrollar un trabajo cuyo resultado ha sido exitoso en la práctica.

Su nivel competencial como docente ha quedado demostrado en el diseño y creación de actividades para estos niveles. Actividades variadas donde siempre el alumnado era el protagonista en la búsqueda y análisis de la información. Así mismo ha realizado una importante labor divulgativa, trasladando el rigor y método científico al alumnado. Cabe destacar que el protagonismo lo ha tenido el alumnado, de secundaria y de primaria, ya que, bajo la supervisión y guía de Elena, han desarrollado los roles establecidos completando el proceso de enseñanza-aprendizaje y posterior aplicación de lo aprendido.

Valoro de manera muy positiva el trabajo realizado por Elena.

María Jesús García Murria

Figura 35: Valoración de María Jesús García, tutora del TFG de Elena, sobre el Proyecto Natura.

7. VALORACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Natura era totalmente desconocido para mí, pero desde el momento en el que me informé respecto del mismo y vi algunos resultados de años anteriores, tuve claro que quería formar parte de él. Me llamó muchísimo la atención debido a su carácter divulgativo, además era totalmente diferente a las actividades que había realizado durante el Grado en Biotecnología y me apetecía probar algo nuevo.

Por otro lado, siempre he tenido vocación por la docencia y consideré que era una gran oportunidad para poder establecer una primera toma de contacto con el alumnado de secundaria y primaria y así comprobar si realmente me gustaba y me quería dedicar a ella en un futuro.

Acercar los conceptos de ciencia universitarios a las escuelas e institutos me parecía una motivadora propuesta e iniciativa para fomentar el interés en esta disciplina desde etapas educativas tempranas. Además, el empleo de metodologías activas me despertó mucho la atención, pues consigue acercar de una forma innovadora la ciencia a todos los niveles educativos.

En cuanto a la elección del tema (organismos extremófilos y sus aplicaciones biotecnológicas), desde el primer momento que se lo planteé a María Jesús, mi tutora del TFG, le pareció muy interesante ya que podía dar mucho juego a la hora de elaborar las actividades para el alumnado, es decir, podríamos realizar experimentos, actividades en el laboratorio, juegos, etc. que resultaran divertidos e incentivaran el interés e implicación de los alumnos, y así ha sido. Además, mi participación en el presente proyecto, me ha permitido profundizar en este tema y descubrir un mundo totalmente desconocido para mí, y considero, para muchos de los estudiantes de ciencia. Sugiere un futuro prometedor, que de ningún modo ha de quedar en la sombra, hay que darle voz y esta propuesta, lo ha hecho posible.

El hecho de trabajar con un grupo reducido (optativa), ha posibilitado que las distintas tareas sean más sencillas y efectivas. Han estado atentos/as en todo momento, no han tenido vergüenza, me han preguntado todas aquellas dudas que les surgían, mostrándose constantemente implicados/as. Ha sido un grupo muy participativo y, sobre todo, me llena de satisfacción que hayan aprendido pasándolo bien y disfrutando de la actividad. Han sabido apreciar y valorar el trabajo que había detrás de cada una de las actividades realizadas. Además, he tenido la percepción de que se han sentido orgullosos de ellos mismos y del trabajo que han conseguido llevar a cabo.

Por otro lado, el equipo docente me ha facilitado mucho el trabajo y siempre ha estado dispuesto a ayudarme, permitiéndome conseguir este fructuoso resultado. Me gustaría agradecer en particular, a mi tutora, su ayuda, sus ideas, su actitud, dedicación y constante implicación para que todo saliera perfecto y no me agobiara. También a José y Paco, profesores del Colegio Parroquial San Antonio Abad, por darme la oportunidad de desarrollar el proyecto en sus aulas y portarse inmejorablemente conmigo. Ha sido muy fácil llevar a cabo estas actividades con su ayuda y todo un placer volver al centro donde estudié y que tantos recuerdos me ha traído. Me llevo de nuevo una inolvidable y maravillosa experiencia.

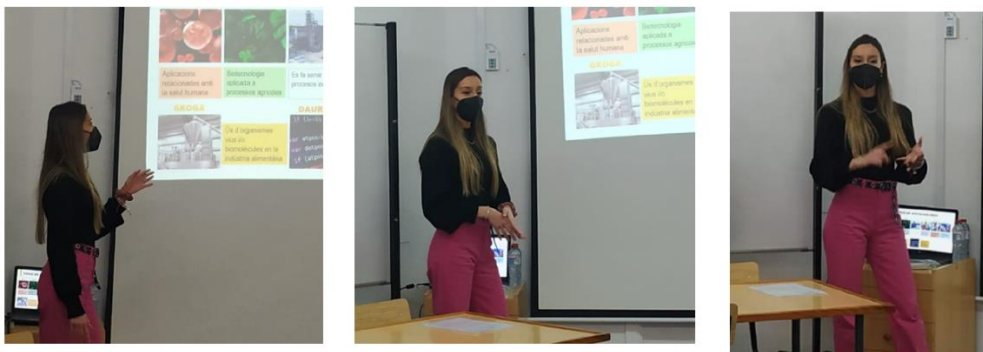
A modo de conclusión, he de decir que se han conseguido cumplir todos los objetivos del Proyecto Natura, ya que se han creado vías de colaboración entre diferentes etapas educativas, se han acercado las ciencias biológicas a etapas educativas preuniversitarias promoviendo las vocaciones científicas mediante el empleo de diversos recursos didácticos y gracias al uso de metodologías como el ApS y el ABP, entre otras, nuevas para el alumnado con el que he tenido el gusto de trabajar.

Creo que a pesar del esfuerzo, dedicación y tiempo que conlleva este proyecto, es muy gratificante, tanto para mí, estudiante universitaria, como para todas las etapas educativas implicadas, por lo que ha merecido la pena, y sin duda, lo repetiría.

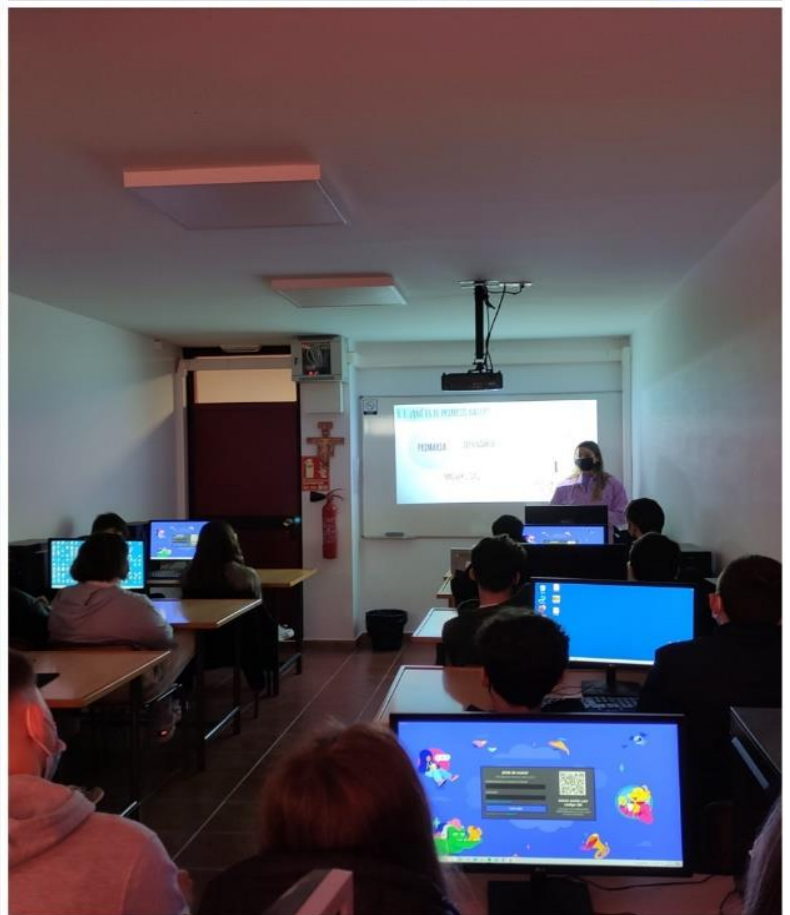
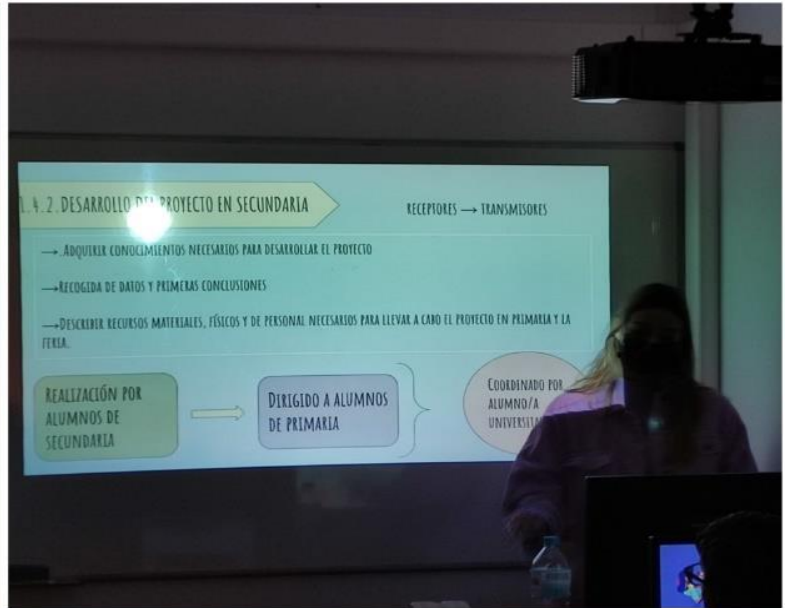
8. IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

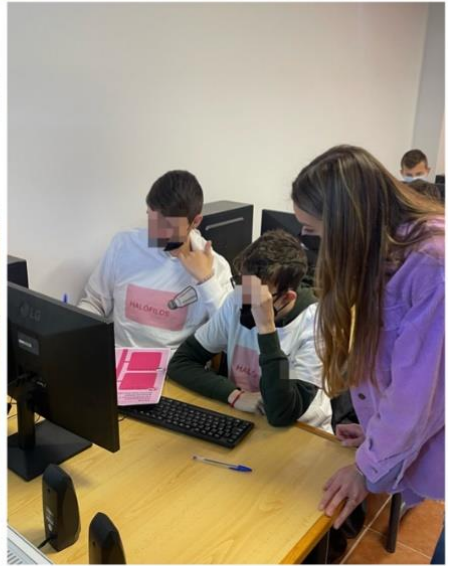
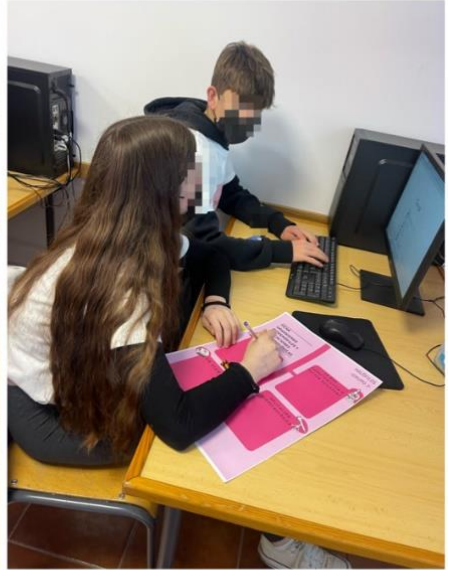
8.1. SECUNDARIA

SESIÓN 0



SESIÓN 1



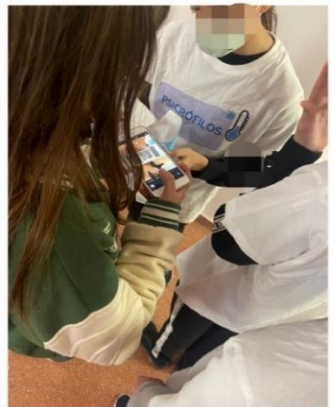


SESIÓN 2





SESIÓN 3





8.2.PRIMARIA

SESIÓN 1





9.EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

Pese que al proyecto ha ido genial, como todo, ha presentado algunas dificultades.

En la sesión 1, hubo un alumno que desenchufó el ordenador de sus compañeros a modo de “broma”, lo que ralentizó la búsqueda de información de estos últimos, pero pronto lo solucionamos y este grupo pudo seguir trabajando. Se le llamó la atención a este estudiante y ya no volvió a ocurrir, continuó implicado y participativo en la actividad.

En la sesión 2, durante la realización del experimento en que se probaba la existencia de amilasas en los productos de limpieza, un grupo perdió, por error, parte de la muestra de flan, por lo que tuvimos que redistribuir el volumen de flan restante entre los diferentes grupos, quedando poca cantidad (menos de 100 ml por grupo) para la realización del experimento. Quizás debería haber contado con que podría surgir este tipo de percance y preparar mayor cantidad del mismo. En ese momento, opté por seguir adelante y tratar adaptar los volúmenes de los productos que añadiríamos posteriormente (agua, detergente y jabón de manos) para intentar que saliera bien la práctica. Además, algunos grupos se pasaron con la cantidad de agua que añadieron a las muestras control, por lo que en algunos casos NO solidificaron ni la gelatina ni el flan en las mismas. Por otro lado, hay que contemplar el hecho de que los experimentos no se incubaron en la nevera ya que en el laboratorio no disponían de ella, por lo que puede que a la gelatina y al flan les costara un poco solidificar a temperatura ambiente.

Otro hecho que pareció una dificultad en un primer momento fue que el profesor de Biología y Geología no pudo asistir a la sesión 3, por motivos personales. En un inicio me escribió para cancelar la sesión, pero más tarde, me comunicó que desde el equipo de dirección se decidió que fuera a realizar la sesión con los/as alumnos/as como se tenía previsto, pues sino deberían de buscar a un profesor de guardia que pensara otra actividad para llevar a cabo con ellos/as. Al principio me asusté un poco porque era la actividad más compleja de ejecutar (Gymkana) y este profesor ya conocía todo el Proyecto por lo que sabía cómo ayudarme, pero finalmente, me sorprendió lo bien que salió la actividad. Los profesores de guardia me ayudaron en todo lo que necesité a lo largo de estas horas de la sesión y el alumnado trabajó de forma correcta y totalmente implicada. Me sentí orgullosa de mi trabajo.

Otro inconveniente de este día fue que la última pista de la Gymkana estaba pensada para colocarse en el aula de audiovisuales, pero ese día formaba parte de la semana cultural del colegio y el aula estaba ocupada por otra actividad, por tanto, se colocó la pista en la salida del aula, pero la reproducción del video final y cultivo de levadura en placas de Petri, se llevaron a cabo en el aula de 4.º de la ESO. Se pudo solucionar y se obtuvo un resultado muy positivo.

Finalmente, en la sesión de primaria, a la hora de proyectar el PowerPoint con la presentación de los experimentos, el ordenador no funcionaba. Se aprovechó este tiempo para llevar a cabo el juego, mientras Jose, el profesor de Biología y Geología, buscó y conectó otro ordenador para que se pudiera llevar a cabo la actividad.

Lo importante es que pese a surgir una serie de inconvenientes, todos ellos sirvieron para aprender y se buscó la forma de seguir de la mejor manera posible y obteniendo grandes resultados.

10.BIBLIOGRAFÍA

- Coker, J. A. (2016). Extremophiles and biotechnology: current uses and prospects. *F1000Research*, 5.
- Oliart-Ros, R. M., Manresa-Presas, Á., & Sánchez-Otero, M. G. (2016). Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico. *CienciaUAT*, 11(1), 79-90.
- Demirjian, D. C., Morís-Varas, F., & Cassidy, C. S. (2001). Enzymes from extremophiles. *Current opinion in chemical biology*, 5(2), 144-151.
- Zavaleta, A. (2007). Potencial biotecnológico de los microorganismos extremófilos. *Ciencia e Investigación*, 9(2).
- Méndez, A. S. R., Luna, B. N., Muñoz, A. H. S., Cadena, L. E. S., Alquiza, M. J. P. Y., & Puga, L. E. M. (2020). Géneros Bacterianos Extremófilos con Potencial Aplicación Biotecnológica: Caso de Estudio. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 8, 1-6.

- Ramírez, P., & Cocha, J. M. (2003). Degradación enzimática de celulosa por actinomicetos termófilos: aislamiento, caracterización y determinación de la actividad celulolítica. *Revista peruana de biología*, 10(1), 67-77.
- Margesin, R., & Feller, G. (2010). Biotechnological applications of psychrophiles. *Environmental technology*, 31(8-9), 835-844.
- Cavicchioli, R., Charlton, T., Ertan, H., Omar, S. M., Siddiqui, K. S., & Williams, T. (2011). Biotechnological uses of enzymes from psychrophiles. *Microbial biotechnology*, 4(4), 449-460.
- Margesin, R., & Schinner, F. (2001). Potential of halotolerant and halophilic microorganisms for biotechnology. *Extremophiles*, 5(2), 73-83.
- Yin, J., Chen, J. C., Wu, Q., & Chen, G. Q. (2015). Halophiles, coming stars for industrial biotechnology. *Biotechnology advances*, 33(7), 1433-1442.
- Raddadi, N., Cherif, A., Daffonchio, D. *et al.* (2015) Biotechnological applications of extremophiles, extremozymes and extremolytes. *Appl Microbiol Biotechnol* 99, 7907–7913.
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- Cálciz, A. B. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista digital innovación y experiencias educativas*, 7(40), 1-11.
- Puig, J. M., Batlle, R., Bosch, C., & Palos, J. (2007). Aprendizaje servicio. *Educación para la ciudadanía*. Barcelona: Octaedro.

11.ANEXOS