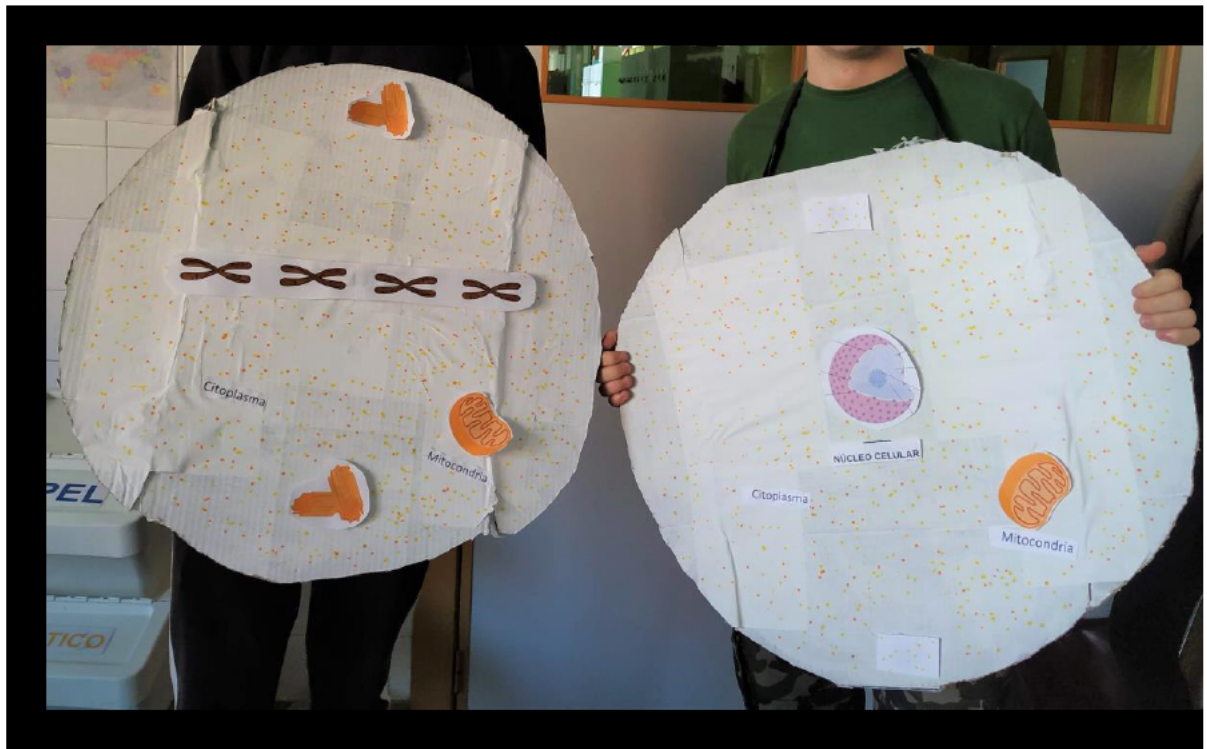


PROYECTO NATURA



2019
-
2020

Proyecto Natura: “Las células toman decisiones”

RESÚMEN DEL PROYECTO

Con este proyecto, se pretende, mediante la metodología de ABP y ApS, llevar las ideas básicas de la biología molecular de la división celular a etapas preuniversitarias y mediante estos alumnos, a la sociedad general. El proyecto consiste en estudiar la división celular desde diferentes perspectivas adaptadas al nivel de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato y al de Ciencias Naturales de 6º de Primaria, que serán los cursos con los que se trabajará, e integrarla dentro del Ciclo Celular y sus funciones en organismos tanto unicelulares como pluricelulares. Además, se pretende transmitir una visión general de cómo se trabaja en el área profesional de la investigación en ciencias biológicas.

PROYECTO NATURA

PROYECTO NATURA: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”

1. EQUIPO PARTICIPANTE

ÁREA TEMÁTICA: Biología molecular de la división celular	
Título del proyecto: “Las células toman decisiones”	
	Nombre y Apellidos
Alumna UVEG	Andrea Blasco
Profesora de la UVEG	Inmaculada Quilis
Profesora de secundaria	Caren Rodríguez M ^a Carmen Hernández Marta García
Maestra de Primaria	Virginia González

TABLA 1. INTEGRANTES DE LOS DIFERENTES NIVELES EDUCATIVOS DEL EQUIPO DOCENTE QUE PARTICIPÓ EN ESTE PROYECTO.

ALUMNES DE SECUNDÀRIA PARTICIPANTS	Curs	Assignatura
14 alumnos	1º Bach	Biología y Geología
29 alumnos	6º E. Primaria	Ciencias Naturales

TABLA 2. ALUMNOS DE SECUNDARIA Y PRIMARIA QUE PARTICIPARON EN ESTE PROYECTO.

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: No

DEPARTAMENTOS QUE INTERVIENEN: Departamento de Ciencias

2. OBJECTIVOS

2.1. Tema que enmarca el proyecto:

Nuestro proyecto se enmarca en el amplio tema de la **biología molecular de la división celular**, haciendo especial énfasis en el **ciclo celular y sus fases**.

Bloque temático de secundaria

El proyecto se desarrolla en base a los bloques 1, 2, 3 y 10 de la asignatura troncal de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, establecidos en el currículo de dicha asignatura en este curso por el *Decreto 87/2015, 5 de junio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunitat Valenciana*. Los bloques son: “Los seres vivos: composición y funciones”, “La organización celular”, “Histología” y “Metodología científica”, respectivamente.

Bloque temático de primaria

El proyecto se desarrolla dentro del bloque 3: “Los seres vivos” de la asignatura troncal de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria, establecido en el currículo de dicha asignatura para 6º de Primaria por *Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana*.

2.2. Conceptos que transmitir:

Idea principal

La célula es la unidad vital que forma todos los organismos, cumple las funciones vitales y es capaz de dividirse para llevar a cabo la reproducción en organismos unicelulares, o regenerar tejidos dañados, crecer y/o llevar a cabo la reproducción en organismos pluricelulares.

Palabras clave

Célula, ciclo celular, división celular, reproducción, fase S (replicación del ADN), M (mitosis) y G (“Gap”), ABP, ApS

2.3. Objetivos:

¿Qué puede aportar en ese sentido nuestro proyecto, que esperamos obtener del desarrollo del proyecto?

Los **objetivos generales** del proyecto se definen a continuación:

- Transmitir las ideas básicas de la biología molecular de la división celular a alumnos en etapas preuniversitarias.
- Dar una visión general de cómo se trabaja en el ámbito profesional de las áreas de biología molecular, bioquímica y ciencias biomédicas.
- Contribuir a explicar, ampliar y reforzar los conocimientos establecidos sobre la célula y su ciclo en los currículos académicos de las asignaturas de Ciencias naturales y Biología y Geología los cursos de 6º de Primaria y 1º de Bachillerato, respectivamente.
- Despertar interés a futuras vocaciones científicas en el ámbito de las ciencias biológicas.

Los **objetivos específicos** para cada curso con el que se va a trabajar se definen a continuación:

A. SECUNDARIA: Clase de Biología y Geología de 1º de Bachillerato.

En el anexo I del Decreto 87/2015, 5 de junio, del Consell, para la asignatura de Biología y Geología para educación secundaria obligatoria (ESO) y Bachillerato, se enuncia que *“En Bachillerato, la materia de Biología y Geología profundiza en los conocimientos adquiridos en la etapa secundaria obligatoria. La Biología se focaliza en los seres vivos, en su composición química y organización celular; en el estudio de los tejidos animales y vegetales; en su clasificación; (...). Se aborda el estudio de la biodiversidad, (...), bajo el paradigma de la evolución, eje conductor de los contenidos que proporciona al mismo tiempo las bases necesarias para el estudio de la biología moderna (...) de los cursos siguientes”*. También establece que *“El estudio de la Biología y Geología además de aportar los conceptos esenciales de estas disciplinas y las relaciones que los vinculan, proporciona los aprendizajes relativos al modo de generar este conocimiento de los fenómenos naturales mediante la familiarización con los procesos y la metodología de las ciencias, preparando a los estudiantes para identificar, plantear y resolver situaciones de la vida cotidiana, del contexto personal, académico o social, de forma similar a como se actúa frente a los restos y problemas propios de las actividades científicas.”* (España, DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.)

Además, este Decreto recoge lo establecido por el Ministerio de Educación en el Real Decreto 1015/2014, de 26 de diciembre, para la misma asignatura, en cuyo anexo I se formula que *“La comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la argumentación en público y la comunicación audiovisual se afianzarán durante esta etapa; igualmente el alumnado deberá desarrollar actitudes conducentes a la reflexión y el análisis sobre los grandes avances científicos de la actualidad, sus ventajas y las implicaciones éticas que en ocasiones se plantean, y conocer y utilizar las normas básicas de seguridad y uso del material de laboratorio.”* (España, REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.)

Por lo tanto, y siguiendo la legislación citada, se enumeran los objetivos específicos de este proyecto para secundaria:

- **Objetivos didácticos.**
 - Mejorar la capacidad del trabajo en grupo.
 - Desarrollar un pensamiento crítico ante los diferentes resultados que puedan obtener, tanto en el desarrollo de este proyecto, como en la vida en general.
 - Analizar los resultados obtenidos a partir de las diferentes observaciones.
 - Potenciar la capacidad de hablar en público.
 - Diseñar el material audiovisual necesario para la transmitir las ideas de interés a una clase de 6º de Primaria.
- **Objetivos científicos.** Con la intención de reforzar los contenidos científicos establecidos en el currículo para los bloques temáticos mencionados anteriormente, este proyecto enmarca los siguientes objetivos científicos:
 - Enumerar los niveles de organización.
 - Enumerar las funciones vitales.
 - Recordar la teoría celular.
 - Comparar organismos unicelulares y pluricelulares.
 - Ampliar las ideas básicas del ciclo celular.
 - Introducir el concepto de “organismo modelo”.
 - Aprender a trabajar siguiendo el método científico.
 - Exponer las normas básicas de trabajo en un laboratorio.

- Adquirir destreza en el uso de equipos y material de laboratorio (microscopios, mechero, pipetas, ...).

B. PRIMARIA: Clase de Ciencias de la Naturaleza de 6º de Primaria.

En el anexo I del Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, para la asignatura troncal de Ciencias de la Naturaleza se enuncia que *“A través del área de las Ciencias de la Naturaleza el alumnado se inicia en el desarrollo de las principales estrategias de la actividad científica: formular preguntas, identificar problemas, formular hipótesis, planificar y hacer pequeñas investigaciones, experiencias de laboratorio o proyectos, hacer observaciones, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, encontrar conclusiones y comunicarlas, habilidades que, sin duda, son importantes y útiles para la vida. Por todo eso, el aprendizaje cooperativo y el diálogo entre iguales, que promueve el debate, no es tan solo una recomendación pedagógica, es una exigencia del método científico que se debe tener presente a lo largo de esta etapa.”* (España, DECRETO 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana.)

Por lo tanto, y siguiendo la legislación citada, se enumeran los objetivos específicos de este proyecto para primaria:

- **Objetivos didácticos.**
 - Mejorar la capacidad de trabajo en grupo.
 - Adquirir una actitud resolutoria ante los diferentes retos que se les puedan plantear.
- **Objetivos científicos.** Con la intención de reforzar los contenidos científicos establecidos en el currículo para el bloque temático 3: “Los seres vivos”, este proyecto enmarca los siguientes objetivos científicos:
 - Explicar el concepto de “organismo modelo”.
 - Entender el concepto de división celular.
 - Describir el ciclo celular y sus fases.
 - Desglosar las fases de la mitosis.
 - Reconocer representaciones del ciclo celular y la mitosis mediante el montaje de puzzles de forma lúdica.

2.4. Competencias básicas

COMPETENCIAS DEL CURRÍCULO	
1º Bachillerato. Biología y Geología	6º de Primaria. Ciencias Naturales
(España, DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.)	(España, DECRETO 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana.)
CCLI: Competencia comunicación lingüística.	CCLI: Competencia comunicación lingüística
CMCT: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.	CMCT: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
CD: Competencia digital.	CD: Competencia digital
CAA: Competencia aprender a aprender.	CAA: Competencia aprender a aprender
CSC: Competencias sociales y cívicas.	CSC: Competencias sociales y cívicas
SIEE: Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.	SIEE: Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
CEC: Conciencia y expresiones culturales.	CEC: Conciencia y expresiones culturales

TABLA 3. LISTADO DE COMPETENCIAS DE LOS CURRÍCULOS DE AMBOS CURSOS.

Teniendo en cuenta las competencias que establecen las legislaciones que regulan los currículos para 1° de Bachillerato y 6° de Primaria que se listan en la Tabla 3, este proyecto se centra en:

- **CCLI**, porque se apela a los alumnos a expresar y transmitir los conocimientos que adquieran.
- **CMCT**, ya que se pregunta por análisis cuantitativos de resultados.
- **CAA**, pues los alumnos tienen que llegar a diferentes conclusiones por ellos mismos, en base a sus observaciones.
- **SIEE**, ya que deben ser ellos los que planifiquen y diseñen la actividad a desarrollar con sus compañeros de 6° de Primaria.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

El proyecto se divide en 4 fases (DoCiència, 2020):

- **Fase 1:** Planificación de la idea. (De noviembre a diciembre de 2019).
- **Fase 2:** Desarrollo del proyecto. (En enero y febrero de 2020).
- **Fase 3:** Aplicación del proyecto a primaria (En febrero de 2020).
- **Fase 4:** Feria y concurso (En mayo de 2020).

3.1. Materiales:

MATERIAL FASE 1 (NECESARIO PREVIAMENTE PARA PREPARAR LAS PRÁCTICAS)	MATERIAL FASE 2: (USADO CON 1° BACHILLERATO)	MATERIAL FASE 3: (USADO CON 6° DE PRIMARIA)
Extracto de levadura en polvo, peptona en polvo, glucosa en polvo, balanza analítica, botellas de vidrio de 100 ml, tubos 50 ml, tubos 15 ml, tubos 1,5 ml, factor alpha, pipetas automáticas y puntas autoclavadas, termoblock, gradillas, microscopio y pipetas de vidrio.	Material laboratorio: Pinceles, tubos 1,5 ml, tubos 15 ml, tubos 50 ml, pipetas automáticas (3 de 1 ml y 3 de 200µl) y puntas autoclavadas, portaobjetos, cubreobjetos, factor alpha, gradillas para los 3 tamaños de tubos, termoblock, mecheros de alcohol, agua, vasos, cúteres, tinción Giemsa, pinzas, papel de filtro y microscopios y pipetas de vidrio. Material audiovisual: Kahoot: Las células toman decisiones. https://create.kahoot.it/share/las-celulas-toman-decisiones-proyecto-natura-2020/bea436dc-92cd-46a1-8d8e-16fc7fc6b2e0 Dossier para los Alumnos 1° Bachillerato (anexo II). Presentación de <i>Power point</i> complementaria al dossier (anexo III).	2 puzzles con imágenes del ciclo celular. 2 puzzles con imágenes de las fases de la mitosis. Disfraces de células en mitosis. <i>Power Point</i> explicativo Lápices, colores, tijeras y 4 cartulinas tamaño DIN A3.

TABLA 4. MATERIAL NECESARIO EN CADA UNA DE LAS FASES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

Además del material listado en la Tabla 4, también fue necesario el **material biológico** que se cita a continuación:

- En la **fase 1**: cepas de *S. cerevisiae* W303 y *cdc28^{ts}* sembradas en placa de agar, a partir de las que se sembraran diferentes pre-cultivos en medios líquidos con YPD.
- En la **fase 2** (por grupo de 5 alumnos): 1 tubo de 15 ml con 5 ml de pre-cultivo de la cepa de *S. cerevisiae* W303 y 1 tubo de 15 ml con 5 ml de pre-cultivo de la cepa de *S. cerevisiae cdc28^{ts}*. (ambos son cultivos en YPD con 24 horas de incubación). También será necesaria 1 cebolla.
- Además, sería un “extra” conseguir los siguientes **organismos modelo** (u otros) para mostrar a los alumnos tanto en la **fase 2** como en la **fase 3**: *M. musculus*, *D. melanogaster*, *C. elegans*, *S. cerevisiae* y una placa agar con colonias por contaminación ambiental.

3.2. Metodología:

3.2.1. METODOLOGÍA ESPECÍFICA DE LAS PRÁCTICAS PARA 1º DE BACHILLERATO

• Fase 1:

- Elaboración y planteamiento al equipo del proyecto del esquema del anexo I que servirá como hilo conductor durante la elaboración del proyecto.
- Pruebas previas de las prácticas a desarrollar con 1º de Bachillerato detalladas en el dossier del anexo II para establecer los tiempos necesarios.
- Elaboración de los medios necesarios para las prácticas con 1º de Bachillerato. Estos medios se prepararon en conjunto en botellas de vidrio de 100 ml, que después fueron autoclavadas y se repartieron a la llama para evitar contaminaciones en los tubos correspondientes. Fueron preparados 30 ml de cada medio para cada grupo de alumnos en tubos de 50 ml:
 - Medio YPD (Extracto de levadura 1%, peptona 2%, glucosa 2%).
 - Medio YP (Extracto de levadura 1%, peptona 2%).
 - Medio YD (Extracto de levadura 1%, glucosa 2%).
 - Medio Y (Extracto de levadura 1%).

• Fase 2:

- División de la clase de 14 alumnos en 3 grupos. Así se consigue realizar todos los experimentos por triplicado, acercándonos al modo de trabajar en investigación.

▪ Práctica 1

El organismo modelo elegido para el estudio del ciclo celular en organismos unicelulares es la levadura de gemación *S. cerevisiae* cuyas condiciones óptimas de crecimiento son 25-30°C y medio rico YPD (extracto de levadura 1%, peptona 2% y glucosa 2%). Se elige este organismo por su fácil manejo y lo sencillo que resulta observar si las células han iniciado su ciclo celular gracias al tamaño de su yema.

Para comprobar en qué condiciones las células de levadura “deciden” dividirse e iniciar el ciclo celular, entrar en fase estacionaria (resistentes a calor, productos químicos, etc.) hasta que las condiciones ambientales sean adecuadas y haya suficientes nutrientes o si se encuentran en estado haploide pueden unirse ($\alpha + \alpha$) o dividirse si se encuentran en estado diploide (meiosis), se sigue la siguiente metodología:

❖ A. Observación de la evolución del cultivo en tiempos largos: Observación tras 48 horas.

- Utilizar como **control positivo** un cultivo de *S. cerevisiae* W303 sembrado en YPD y a 25°C.
- Cultivar la cepa de *S. cerevisiae* W303 en los distintos medios previamente descritos, variando así las condiciones extracelulares nutritivas de crecimiento de esta cepa y observando en cuales se inicia el ciclo celular.

- Cultivar la cepa de *S. cerevisiae* W303 a diferentes temperaturas: 25°C y 4°C para observar cuál es la temperatura adecuada que permite a las células de levadura iniciar su ciclo celular.

❖ **A. Observación de la evolución del cultivo en tiempos largos:** Observación tras 2 horas.

- Cultivar la cepa de *S. cerevisiae* W303 a 25°C (temperatura ambiente) y 37°C (usando el termoblock). Siendo estos los **controles positivos**.
- Cultivar la cepa de *S. cerevisiae cdc28^{ts}* a 25°C (temperatura ambiente) y 37°C (usando el termoblock). Esta variación no implica cambios en las condiciones ambientales, sino en la maquinaria de regulación interna del ciclo celular.
- Cultivar la cepa de *S. cerevisiae* W303 a 25°C añadiéndole 3 µL de factor α .

▪ **Práctica 2**

- Inducir el crecimiento de las raíces de una cebolla (*A. cepa*) por grupo.
- Realizar una preparación mediante fijación por calor y utilizando la tinción diferencial Giemsa, para observar las células meristemáticas radiales de *A. cepa* e identificar las que se encuentren en las diferentes fases de la mitosis.

3.2.2. METODOLOGÍA DOCENTE PARA AMBOS CURSOS

- **ApS**

Combina procesos de aprendizaje y servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado, en el que los participantes deben trabajar en las necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo (Puig, Batlle, Bosch, & Palos, 2007).

Nuestro proyecto combina el aprendizaje de las ideas básicas sobre la biología molecular de la división celular y hace un servicio a la comunidad como es la divulgación de estas ideas.

- **ABP**

Permite a los alumnos adquirir los conocimientos y competencias clave mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real (Trujillo, 2015).

En nuestro caso, los alumnos aprenderán mediante la elaboración de un proyecto final: La preparación de la sesión en la que transmitirán lo aprendido a alumnos de 6° de Primaria.

- **Gamificación:**

Utiliza la mecánica basada en el juego, la estética y el pensamiento de un juego motiva a los alumnos, promoviendo su aprendizaje y mejorando su capacidad de resolver problemas (Kapp, 2012).

Se pretende llamar la atención de los alumnos con esta estrategia, tanto con la plataforma *Kahoot!* a modo de concurso pre y post-actividad en 1° de Bachillerato en la que los alumnos por parejas compiten por ser los más rápidos contestando adecuadamente las preguntas, como con el concurso de “El ciclo celular” en 6° de Primaria en el que 4 grupos compiten por ser los más rápidos montando su puzle.

Además, la plataforma *Kahoot!* nos sirve también para evaluar el progreso de los alumnos y ver los contenidos que antes no sabían y han aprendido durante el desarrollo de este proyecto.

- **Aula invertida (“Flipped Classroom”)**

Basándonos en esta metodología, con el material que facilita el docente, la clase se convierte en un lugar para trabajar a través de problemas, aclarando conceptos y participando en un aprendizaje colaborativo. Lo más importante es que todos los aspectos de la instrucción se pueden re-pensar para maximizar el escaso recurso del aprendizaje: el tiempo (Tucker, 2012).

Durante la realización de este proyecto, se les entrega un dossier a los alumnos de 1º de Bachillerato que tendrán disponible en casa para fijar los conocimientos más importantes que querrán transmitir a sus compañeros de 6º de Primaria, centrándonos durante las sesiones en la realización y observación de las dos prácticas, así como al planteamiento (con ideas que los alumnos ya traían pensadas) de las actividades a desarrollar en la sesión con primaria.

- **Aprendizaje significativo**

El aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por “estructura cognitiva”, al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización (Ausubel, 1983).

Así pues, todas las actividades planteadas en este proyecto tienen en cuenta los conocimientos adquiridos durante el curso tanto en la asignatura de Biología y Geología en 1º de Bachillerato como de Ciencias de la Naturaleza en 6º de Primaria. También se tiene en cuenta el nivel en el que se estudia la célula y su división en cursos previos, siguiendo los currículos, ya citados, establecidos por ley en los D 87/2015, 5 de julio y D 108/2014, 4 de julio, para educación secundaria y primaria respectivamente.

3.3. Lugar y/o requerimientos de espacio:

En ambos cursos se requiere llevar a cabo las actividades en un aula o aula-laboratorio donde cada alumno pueda sentarse en su lugar de trabajo. Valdría el espacio donde se impartan habitualmente las clases de Biología y Geología.

El aula en cuestión debe tener un ordenador conectado a un proyector para mostrar las presentaciones de *Power point* y conexión a internet para realizar el *Kahoot!*. Además, los alumnos deben disponer de dispositivos digitales para realizar dicho *Kahoot!*.

También resultaría interesante disponer de un laboratorio con la equipación necesaria para preparar los medios de cultivo, los pre-cultivos y poder probar las prácticas que se van a desarrollar para establecer el tiempo que necesitamos y organizarnos en base a nuestras posibilidades.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

En este apartado se plasma la descripción del presente proyecto desde la perspectiva de la alumna del Grado de bioquímica y ciencias biomédicas; Andrea Blasco Navarro.

4.1. FASE I: Diseño del proyecto

Tras la elección de mi T.F.G, el cual incluye la realización de este proyecto, ofertado por mi tutora, Inmaculada Quilis, en octubre de 2019, me puse a trabajar en el diseño de este. Tras varias reuniones elaboré la propuesta (anexo I) que se planteó a las profesoras de Biología y Geología del Colegio Pureza de María-Cid (Valencia) en una reunión que tuvo lugar en dicho centro. A las profesoras les gustó la idea y entre todas decidimos que los grupos que mejor se adaptaban al contenido de la propuesta eran 1º de Bachillerato y 6º de Primaria. También acordamos que las actividades en el aula se desarrollarían durante

la última semana de enero y la primera de febrero de 2020, en modo intensivo para que los alumnos mantuviesen el interés y no les costase relacionar lo que veríamos en todas ellas. Los días fijados fueron: 28, 29 y 31 de enero y 3 y 6 de febrero, siendo el día 6 de febrero el día que se trabajaría con la clase de 6° de Primaria. Después de esta reunión, planteamos el cronograma expuesto en Tabla 5 y nos pusimos a trabajar en la preparación de estas actividades.

CRONOGRAMA PROYECTO NATURA: LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES	
MARTES, 28 DE ENERO Sesión 1: 9:00 h– 10:00h	INTRODUCCIÓN. Explicación general de la práctica y conceptos necesarios para su desarrollo. PRÁCTICA 2 Plantar <i>A. cepa</i> .
MIÉRCOLES, 29 DE ENERO Sesión 1: 8:00 h– 9:00 h Sesión 2: 11:15h – 12:15 h	PRÁCTICA 1 Preparar cultivos de <i>S. cerevisiae</i> . Observar cultivos de <i>S. cerevisiae</i> tras 2 horas.
VIERNES, 31 DE ENERO Sesión 1: 8:00 h– 10:00 h	PRÁCTICA 1. Observar cultivos <i>S. cerevisiae</i> y obtener conclusiones. PRÁCTICA 2. Cortar, teñir y observar las células del meristemo de <i>A. cepa</i> . Identificar las mitosis. RESULTADOS. Rellenar el apartado “6. Resultados”
LUNES, 3 DE FEBRERO Sesión 1: 9:00 h– 11:00 h	REPASAR LA ACTIVIDAD Entregar las hojas de resultados. Decidir y diseñar entre todos las actividades que llevamos a la clase de primaria con la supervisión de Virginia (Maestra de primaria).
JUEVES, 6 DE FEBRERO Sesión 1: 9:00 h– 11:00 h	¡VAMOS A PRIMARIA! ¡Seréis vosotros quienes dirigiréis las actividades!

TABLA 5. CRONOGRAMA A SEGUIR PARA LAS SESIONES EN EL AULA PLANTEADAS DURANTE ELABORACIÓN DE ESTE PROYECTO.

Durante los meses de diciembre y enero llevé a cabo la elaboración de un dossier para los alumnos de 1° de Bachillerato (anexo II). Para ello, me basé sobre todo en la información recogida en dos de las asignaturas de mi grado: **Proliferación y destino celular** y **Organización de la célula**. Los contenidos de estas asignaturas, sobre todo de la primera, me aportaron una base sólida de lo que tenía que transmitir. A partir de ahí fui escogiendo las ideas básicas principales que llevaría a las etapas preuniversitarias, adaptándolas al nivel de los cursos con los que trabajaría.

En el dossier se exponen las ideas y conceptos a tratar con los alumnos: Una breve introducción de lo que son los “Proyectos Natura” (punto 1), un repaso de los conceptos sobre biología celular que están incluidos en el currículo de secundaria (punto 2), los conceptos nuevos que les introduciríamos junto con las normas

básicas del trabajo de laboratorio (punto 3), los protocolos de las prácticas que tendrían lugar (punto 3.3), el cronograma (punto 4) y una hoja de resultados (punto 5) a completar con las observaciones y conclusiones obtenidas tras dichas prácticas. La intención fue que este dossier les sirviera de guía para el desarrollo de las sesiones planteadas. Siguiendo el mismo índice también se elaboró un *Power point* ilustrativo que serviría de guion para la explicación del proyecto, sobre todo durante la primera sesión en la que se realizaría la introducción de este y de los conceptos claves.

Durante la semana previa al desarrollo de las sesiones con 1º de Bachillerato, tuvo lugar en el laboratorio de Ciclo Celular del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultat de Ciències Biològiques de la UV, donde trabaja Inma y al que me gustaría mostrar todo mi agradecimiento, la preparación del material necesario para el desarrollo de las sesiones en el centro Pureza de María-Cid, descrito en la Tabla 4. En el mismo laboratorio también me permitieron llevar a cabo una prueba previa de las prácticas que dirigiría con los alumnos de 1º de Bachillerato para asegurarme que se ajustaban al espacio y tiempo que habíamos acordado. Esta prueba previa me permitió observar en que partes de las prácticas los alumnos podrían tener más problemas y ajustar el diseño de estas al material, tiempo y espacio del que dispondríamos.

4.2. FASE II: Aprendizaje – Trabajamos con 1º de Bachillerato

Durante esta fase se llevaría a cabo el **aprendizaje** por parte de los alumnos de secundaria para que en la siguiente fase fuesen capaces de realizar el **servicio** con los alumnos de primaria.

Esta fase se desarrolló siguiendo el cronograma acordado por el equipo de este Proyecto Natura y expuesto en la Tabla 5.

MARTES, 28 DE ENERO

Tuvo lugar la primera sesión, de 9:00 h a 10:00 h en la que se introdujo el proyecto y los objetivos del mismo.

Tras una breve presentación por parte de Inma Quillis siguiendo el apartado “1. ¿Qué es un Proyecto Natura?” del dossier, me presenté y expliqué “Nuestro Proyecto Natura”. En primer lugar, realizamos el “Kahoot!: Las células toman decisiones” que había preparado previamente. Siguiendo la metodología de la gamificación, los alumnos con sus teléfonos móviles participaron por parejas en este concurso para ver quién era el que contestaba más rápido y correctamente las preguntas. Este Kahoot! me permitió fijar desde qué punto partíamos; cuál era el nivel de los estudiantes y en qué aspectos tendríamos que hacer más hincapié.

Las preguntas planteadas se recogen en el anexo IV y son preguntas adaptadas de la “Guía de estudio de biología para estudiantes” (Taylor & Campbell, 2002).

Los resultados generales obtenidos de este Kahoot! fueron:

Resultados – 27/01/2020	
Respuestas correctas (%)	50,79%
Respuestas incorrectas (%)	49,21 %

TABLA 6. PORCENTAJES GENERALES DE TODA LA CLASE DE RESPUESTAS CORRECTAS E INCORRECTAS DEL KAHOOT!: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES” REALIZADO EL PRIMER DÍA DEL PROYECTO.

Después, comenzamos con el repaso de los conceptos clave que los alumnos ya habían estudiado previamente:

- **Los niveles de organización:** Nivel atómico → Nivel molecular → Nivel celular (siendo en el que nos centraríamos) → Tejidos → Órganos → Aparatos → Sistemas → Organismos.
- **La célula:** Teoría celular, funciones vitales y el ciclo celular y sus fases.

- **Teoría celular:** Se explicó que en 1838 T. Schwann y M. J. Schleiden postularon (Alberts, 2015):
 1. Todo en los seres vivos está formado por células y productos segregados por estas.
 2. La célula es la unidad básica de organización de la vida.
 3. Toda célula se ha originado a partir de otra célula, por división de esta.
- **Las funciones vitales:** Nutrición, relación y reproducción. En base a ellas, la célula se define como la unidad estructural y fisiológica de la vida, ya que una única célula es capaz de cumplir las tres funciones vitales.
- **El ciclo celular:** Es una serie ordenada de procesos regulados que una célula lleva a cabo para dividirse y dar lugar a otra célula.

Dentro de este apartado se estudiaron tanto los organismos unicelulares como los pluricelulares, poniendo especial atención en el papel del ciclo celular en cada uno de ellos. Se explicó que para los dos tipos de organismos tenían que darse unas condiciones internas y externas adecuadas para que sus células iniciasen el ciclo, sin embargo, en el caso de los organismos unicelulares, una vez iniciasen el ciclo y llegasen al punto de la división celular, tendría lugar su reproducción, mientras que para los organismos pluricelulares, además de la reproducción en el momento oportuno, la división celular también supone el crecimiento del organismo y/o el reemplazo de las células muertas o envejecidas por otras.

Resaltamos que para producir dos células hijas genéticamente idénticas, el ADN de cada cromosoma debe ser replicado generando dos copias que después se segregarían, junto a los orgánulos citoplasmáticos también duplicados, en dos células hijas exactamente iguales. Después, llevamos a cabo una explicación general de las fases del ciclo celular de las células eucariotas siguiendo un esquema equivalente al mostrado en la Figura 1.

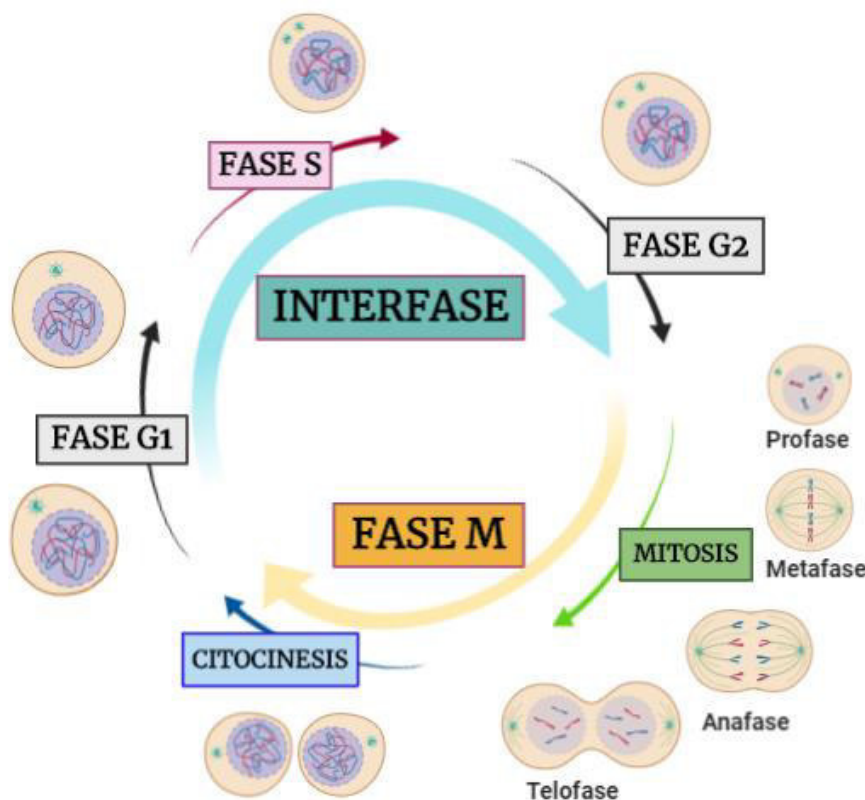


FIGURA 1. FASES DEL CICLO CELULAR EUCARIOTA. INTERFASE (FASE G1, FASE S Y FASE G2) Y FASE M (MITOSIS – PROFASE, METAFASE, ANAFASE Y TELOFASE – Y CITOCINESIS). FIGURA PROPIA INSPIRADA DE “MOLECULAR BIOLOGY OF THE CELL” (ALBERTS, 2015).

Los alumnos conocían los detalles de las fases S y M, sin embargo, para ellos las fases G eran simples “periodos de espera”. Por esta razón nos centramos en explicar que estas fases G, sobre todo la G1 eran fundamentales para que las células iniciasen el ciclo, pues es durante esta fase cuando la célula recibe las señales oportunas que le indican si las condiciones son las adecuadas para iniciar el ciclo. Hicimos una breve introducción de las proteínas CDK (quinasas dependientes de ciclinas) y las ciclinas, indicando que eran las responsables de realizar esta señalización. Nombramos la principal CDK reguladora del ciclo celular en *S. cerevisiae*: Cdc28, para más tarde hablar sobre ella.

A continuación, pasamos al punto “3. Estudio experimental del Ciclo Celular” del dossier. Primero introdujimos el concepto de “**organismos modelo**” como un organismo muy estudiado en biología para entender fenómenos biológicos particulares que puedan darnos una idea de cómo funcionan dichos fenómenos en otros organismos. Tras esta explicación, les mostramos algunos de los organismos ya listados en el punto “3.1. Materiales” que más se utilizan en investigación básica y que nos prestaron de los diferentes departamentos de la Facultat de Ciències Biològiques con este fin: *M. musculus*, *D. melanogaster*, *C. elegans*, *S. cerevisiae* y una placa agar con colonias por contaminación ambiental.

Después, describimos los organismos modelo que utilizaríamos en los próximos días para nuestras prácticas: *S. cerevisiae* y *A. cepa*.

Utilizamos *S. cerevisiae* como ejemplo de **organismo unicelular** para el estudio del ciclo celular, debido a que se trata del organismo de estudio de la mayoría de los grupos de investigación del ciclo celular y su manejo es relativamente fácil, mientras que *A. cepa* sería nuestro ejemplo de **organismo pluricelular**, ya que se trata de un organismo utilizado durante décadas en muchos centros para el estudio y observación de las fases de la mitosis. Se escogió *A. cepa* con la intención de integrar esta práctica tradicional en un contexto de estudio del ciclo celular completo, evitando así que los alumnos vean esta práctica (y por tanto la mitosis) como un proceso aislado sin contextualizar.

También se expusieron las normas básicas de trabajo en un laboratorio listadas en el punto “3.2. ¿CÓMO SE TRABAJA EN UN LABORATORIO? NORMAS BÁSICAS” del dossier (página 9 del anexo II).

Para terminar la sesión, se hicieron 3 grupos de 5 alumnos que serían los grupos que trabajarían juntos durante todo el desarrollo del proyecto. Cada grupo plantó su cebolla en un vaso de agua siendo conscientes de que al poner las raíces de estas en contacto con el agua estaban aportando a las células meristemáticas de la cebolla las condiciones adecuadas para estimularlas a iniciar el ciclo celular y por tanto, que sus raíces crezcan. De esta manera, las raíces podrán crecer hasta el viernes, cuando tendrá lugar la práctica en la que observaremos sus células.

MIÉRCOLES, 29 DE ENERO

Durante este día, tuvieron lugar dos sesiones de una hora cada una, de 8:00 h a 9:00 h y de 11:15 h a 12:15 h.

En la **primera sesión** se introdujo la primera práctica: “Estudio del ciclo celular con *S. cerevisiae*”.

Se explicó que si las condiciones eran las adecuadas, la célula de levadura entraría en fase S, generaría una yema pequeña, el núcleo migraría y se colocaría en un punto entre el citoplasma de la yema y el de la célula madre, la célula pasaría a la fase M y su núcleo se dividiría. Sin embargo, se especificó que las condiciones no eran siempre las adecuadas y por tanto, una célula de *S. cerevisiae* en fase G1 tenía 3 opciones según las condiciones internas y externas que encontrase (Forsburg & Nurse, 1991):

1. Iniciar el ciclo celular y dividirse.
2. Entrar en fase estacionaria (G0) para resistir las condiciones adversas (temperaturas extremas, productos químicos, etc.) hasta que estas mejorasen.

3. Si estaba en estado haploide unirse ($\alpha + \alpha$) o dividirse mediante la meiosis si se encontraba en estado diploide.

Se siguieron los protocolos detallados en el dossier (anexo II) para comprobar si esto se cumplía. Cada grupo estudiaría a *S. cerevisiae* en 10 condiciones diferentes: 5 de ellas se estudiarán en la 2ª sesión de este mismo día (tras 2 horas) y las otras 5 durante la sesión del viernes (tras 48 horas). Como se formaron 3 grupos, tendríamos los resultados del mismo experimento por triplicado imitando la forma real de trabajar en investigación.

Para la observación tras 2 horas se utilizaron cepas con distintas condiciones genéticas, es decir, distintas condiciones intracelulares: Una cepa wild type de *S. cerevisiae* W303 y otra mutante *cdc28^{ts}*. Además, se hicieron los cultivos por duplicado para ponerlos a 25°C y 37°C, de forma que también comprobaríamos que la cepa mutante era termosensible y la mutación solo se manifestaba a temperaturas de 37°C. Para comprobar la tercera opción citada, se puso un cultivo de la cepa wild type al que se le añadieron 3 μ L factor α incubándolo a 25°C para observar que esta droga también bloqueaba el ciclo celular.

Una vez transcurrido el tiempo, los alumnos agitaron el tubo por inversión y pusieron 2 μ L en un portaobjetos. Después, lo observaron al microscopio: Empezando con el objetivo de menos aumentos (4X) para localizar la muestra e ir acercándose poco a poco. Hicieron varias preparaciones de cada condición. Tras la observación, comenzaron a completar las actividades del apartado “5. RESULTADOS” del dossier correspondientes con la Práctica 1. Además, también comenzamos a pensar en cómo enfocar la sesión con los alumnos de primaria e identificar las ideas principales que les transmitiríamos de esta práctica.

En cuanto a la observación tras 48 horas se variaron las condiciones extracelulares de cultivos de la cepa wild type de *S. cerevisiae* W303. Se observó el crecimiento de los cultivos al limitar los nutrientes del medio, utilizando los medios YPD (control positivo), YD, YP e Y. El cultivo de YPD se hizo por duplicado para añadir el factor de la temperatura, dejando el control positivo a 25°C y el duplicado a 4°C.

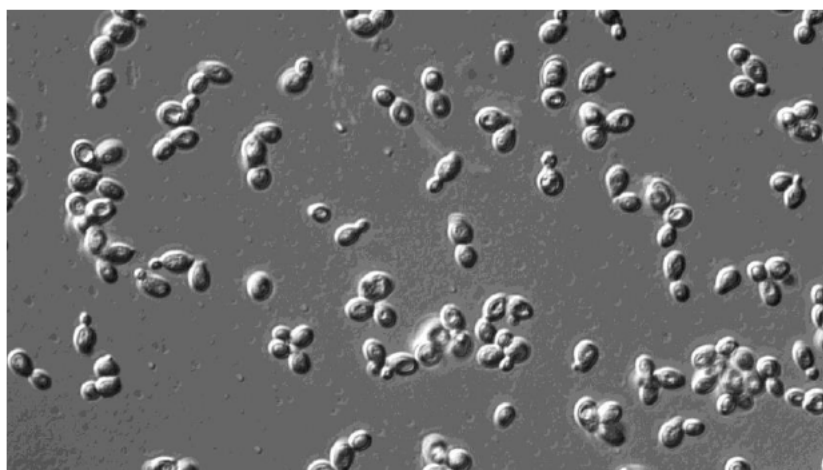


FIGURA 2. IMAGEN DE *S. CEREVISIAE* MOSTRADA CON INTENCIÓN DE QUE LOS ALUMNOS SE HICIESEN UNA IDEA DE LO QUE TENDRÍAN QUE IDENTIFICAR EN SUS OBSERVACIONES: CÉLULAS CON YEMA Y SIN YEMA. Imagen recuperada de los resultados de las prácticas de la asignatura de Regulación de Proliferación Celular de 3º del Grado de Bioquímica y Ciencias Biomédicas en 2017.

VIERNES, 31 DE ENERO

En esta sesión de 8:00 h a 10:00 h en primer lugar se llevaron a cabo las observaciones de los cultivos de *S. cerevisiae* preparados el miércoles y acabamos las actividades que quedaron pendientes del apartado “5. RESULTADOS” del dossier. Las preparaciones se hicieron siguiendo las pautas que se dieron el miércoles para los cultivos observados tras 2 horas.

Una vez acabamos con la práctica 1, retomamos la práctica 2, observando que las raíces de *A. cepa* que plantamos el miércoles habían crecido.

Antes de empezar la práctica, hicimos un repaso teórico de los tejidos vegetales encargados del crecimiento de las plantas: **Los meristemos**.

Recordamos que en el estado embrionario todas las células de la planta son capaces de dividirse y diferenciarse en los distintos tipos de células, pero a medida que la planta crece, esta capacidad queda restringida a las **células meristemáticas**. Así pues, serán estas células las que formarán los meristemos de las plantas, que son los únicos tejidos con capacidad proliferativa y de diferenciación de las plantas adultas (Megías, Molist, & Pombal, 2017). Para nuestra práctica nos centramos en los **meristemos radiales**.

Antes de comenzar se definieron los términos de “**fijación**”, “**tinción con Giemsa**” e “**índice mitótico (I.M.)**”:

- **Fijación:** Operación destinada a “matar” las células, conservándolas lo máximo posible en el mismo estado morfológico en el que se encuentran cuando están vivas. Una buena fijación debe evitar que aparezcan artefactos (Azola, 2001).
- **Tinción con Giemsa.** Es un colorante que nos permitirá distinguir el citoplasma y el núcleo al estar compuesto por eosina, azul de metileno y azure B. La eosina es un colorante ácido, por lo que teñirá las estructuras básicas del citoplasma mientras que, el azul de metileno es un colorante básico que teñirá las moléculas ácidas del núcleo de azul o púrpura (Azola, 2001).
- **Índice mitótico (I.M.):** Porcentaje de células en división que existen en un tejido y, por lo tanto, es una medida del potencial proliferativo del mismo. Para calcularlo se emplea la siguiente fórmula (Urteaga Omar & Lallana, 2005):

$$\%IM = \frac{N^{\circ} \text{ CÉLULAS EN MITOSIS (FASES P + M + A + T)}}{N^{\circ} \text{ TOTAL CÉLULAS}}$$

Nuestro objetivo era observar si las células meristemáticas habían iniciado el ciclo e identificar las que se encontraban en fase M, intentando encontrar células en todas las fases de la mitosis concretamente. Para ello, se siguió el protocolo de corte, fijación, tinción y observación descrito en el anexo II.

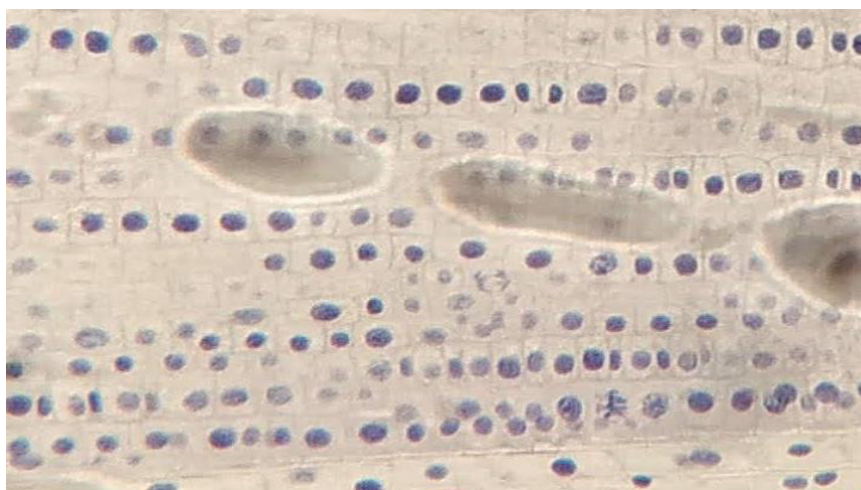


FIGURA 3. IMAGEN DE UNA PREPARACIÓN DE CÉLULAS MERISTEMÁTICAS RADIALES DE *A. CEPA* EN MITOSIS MOSTRADA A LOS ALUMNOS COMO EJEMPLO DE LO QUE SE ESPERA QUE ELLOS OBTENGAN. Preparación cedida de la colección de histología de la Facultat de Ciències Biològiques de la UV.

Tras el montaje y observación de las muestras siguiendo el protocolo, los alumnos rellenaron las actividades propuestas en el apartado “5. RESULTADOS” del dossier correspondientes con la práctica 2. Por último, se

pusieron en común diferentes opiniones de las ideas principales de esta práctica que se deberían transmitir a primaria.

4.3. FASE III: servicio – trabajamos con 6° de primaria

LUNES, 3 DE FEBRERO

Esta fue la última sesión con los alumnos de 1° de Bachillerato y es una transición entre la fase II y la fase III, ya que aunque todavía no empezamos a trabajar con los alumnos de 6° de Primaria, sí que participó Virginia González, profesora de Ciencias de la Naturaleza de estos alumnos. Por este motivo, este día se incluye en la fase III del proyecto.

Esta sesión duró una hora, de 11:00 h a 12:00 h.

Lo primero que hicimos tras preguntar si los alumnos tenían todas las actividades planteadas en el apartado “5. RESULTADOS” del dossier terminadas y si tenían alguna duda al respecto, fue repetir el Kahoot!: “Las células toman decisiones” que ya habían realizado el primer día, martes 28 de enero. En este caso se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 7.

Resultados – 03/02/2020	
Respuestas correctas (%)	74,60%
Respuestas incorrectas (%)	25,40%

TABLA 7. PORCENTAJES GENERALES DE TODA LA CLASE DE RESPUESTAS CORRECTAS E INCORRECTAS DE LA REPETICIÓN DEL KAHOOT!: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES” PLANTEADO.

Si comparamos las Tabla 6 y la Tabla 7 observamos que el porcentaje de respuestas correctas aumentan tras la realización de las actividades planteadas para los alumnos de 1° de Bachillerato, lo cual podemos considerar como una evaluación positiva de las actividades descritas en la fase II de aprendizaje.

A continuación, realizamos una lluvia de ideas para diseñar la sesión del próximo jueves con los alumnos de 6° de Primaria. Como habíamos ido comentando las ideas principales que los alumnos de 1° de Bachillerato habían aprendido en las sesiones anteriores y que creían imprescindibles para que sus compañeros de 6° de Primaria entendiesen las ideas básicas del ciclo celular y la división celular.

Los alumnos de 1° de Bachillerato, bajo la supervisión de Virginia, y con mi ayuda para aclarar sus dudas, llegaron a la conclusión de que transmitirían lo que ellos habían aprendido a sus compañeros en forma de un mini-teatro sobre la mitosis, una breve explicación, con la ayuda de un Power point, de las fases del ciclo celular y el concepto de organismo modelo, además de mostrar la pequeña colección de los mismos que también les mostramos a ellos y el juego “El Ciclo Celular”, que consistiría en la elaboración de 4 puzzles por equipos, que nos ayudarían a realizar un símil con lo que ocurre en la división celular. Este juego fue enfocado de la siguiente manera:

Los alumnos de 6° de Primaria formarían 4 equipos. A su vez, los equipos se emparejarían para competir 2 y 2, por lo que tendríamos 2 copias de cada uno de los puzzles mostrados en la Figura 4. Se mezclarían las piezas de los puzzles iguales, aunque estas irían marcadas por detrás para poder diferenciarlas. Cada grupo tendría que encontrar sus piezas correspondientes y montar dicho puzzle, ganando los dos grupos que antes lo consiguiesen.

Se buscó esta comparativa simulando que los puzzles realizaban el ciclo celular de la siguiente forma:

- **Interfase:** Los niños tuvieron que pintar y recortar las piezas de los 4 puzzles, igual que las células tienen que replicar y sintetizar su ADN y orgánulos citoplasmáticos.

- **Fase M:** Los niños tienen que separar las piezas de dos puzzles idénticos para acabar obteniendo dos puzzles completos idénticos a la imagen que se les proyectaría como referencia, a modo de célula madre.

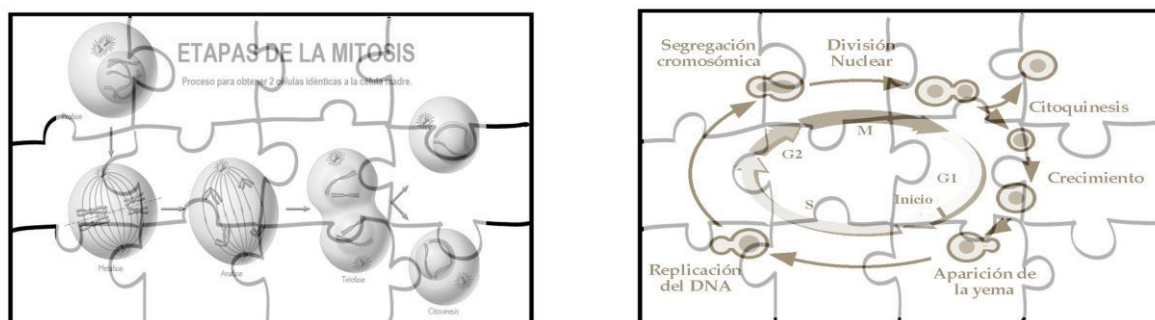


FIGURA 4. SE MUESTRAN LOS DOS PUZZLES QUE SE UTILIZARON CON LOS ALUMNOS DE 6º DE PRIMARIA. SE UTILIZARÍAN DOS COPIAS DE CADA UNO DE ELLOS. ESTAS IMÁGENES SE PROYECTARÍAN DURANTE EL JUEGO PARA TENERLAS DE REFERENTE A MODO DE “CÉLULAS MADRE”.

Virginia nos dio su visto bueno para la realización de todas estas actividades como forma de transmitir las ideas básicas de la biología molecular de la división celular, así que los alumnos de 1º de Bachillerato y yo nos pusimos a preparar todo lo necesario para llevar a cabo nuestro “servicio” el próximo jueves 6 de febrero.

JUEVES, 6 DE FEBRERO

Fue la última sesión, duró 1 hora y aquí fueron los alumnos de 1º de Bachillerato los “profesores” de sus compañeros de 6º de Primaria. En esta ocasión, yo tuve un papel de guía y supervisora, por si surgían imprevistos, pero fueron ellos los que presentaron la sesión a sus compañeros.

En primer lugar, dos chicos de 1º de Bachillerato se encargaron de la redacción del guion y de la interpretación del mini-teatro sobre la mitosis. El guion se expone a continuación.

MINI-TEATRO: LAS CÉLULAS EN MITOSIS

(Aparecen dos células y empiezan a hablar de cualquier cosa)

C-2: ¡Uoh!, que chicos tan guapos, ¿cómo estás??

C-1: ¡¡¡Pues la verdad estoy un poco fastidiado, ha perdido el Valencia!!! ¿Y tú? ¿Qué tal?

C-2: ¡Buah! Ahora mismo estoy en la mitosis...

C-1: ¿Y eso? ¿Qué es?

C-2: ¿Que qué es?, Es parte de una de las funciones vitales, ¡Sin ella no podríamos reproducirnos!

C-1: Es la primera vez que oigo eso. ¿Seguro que es importante?

C-2: ¡PUES CLARO QUE SI! ¿¡ESTAS LOCO?! Nosotros somos levaduras, si no pudiéramos reproducirnos no podríamos hacer pan o cerveza cuando seáis más mayores.

C-1: ¿Y qué será de mí? Si yo no sé reproducirme.... ¿Qué puedo hacer?!

C-2: Tranquiiiiilo, yo puedo enseñarte con un juego las fases del ciclo celular.

C-1: ¡Si por favor!

C-1: *(Mirando a los niños) ¿Me ayudáis a aprender sobre el ciclo celular? Ahora van a explicarnos qué debemos hacer. Prestad mucha atención, ¡no sea que me quede sin saber nada!*

...

En este punto del mini-teatro, cedieron el turno a sus compañeras que expusieron las fases del ciclo celular e introdujeron el concepto de “organismos modelo” ya definido en el apartado de la fase II. Para terminar con la explicación les mostraron la colección de organismos modelo.

A continuación, explicaron el juego de “El ciclo celular”. Los alumnos de 1º de Bachillerato se dividieron para “tutorizar” a cada uno de los equipos de 6º de Primaria, les aclararon las dudas que tenían con respecto a las reglas del juego acompañándolos durante la actividad.

Para finalizar la sesión, los alumnos encargados terminaron el mini-teatro.

(Una vez acabado el juego)

C-2: *¿Y bien? ¿Ya lo has entendido?*

C-1: *Pues sí, ahora ya lo tengo todo claro, lo he pillado todo a la primera, con la explicación de estos niños, lo he pillado tan rápido tan rápido que ya voy por la metafase.*

C-2: *Madre mía, este va para bioquímico. ¿Ves cómo no era tan difícil?*

C-1: *Esto no lo habría conseguido de no ser por estos niños tan majos.*

¡Muchas gracias!

Cuando acabamos la sesión, se repartieron diplomas con la imagen mostrada en la Figura 5 a todos los niños de 6º de Primaria, con sus nombres correspondientes en reconocimiento por participar en esta actividad.



FIGURA 5. DIPLOMA EN RECONOCIMIENTO A LA PARTICIPACIÓN EN ESTE PROYECTO.

También se repartieron unas breves encuestas para evaluar la actividad tanto a los dos grupos de alumnos como a las profesoras que participaron.

4.4. FASE IV: concurso y feria

Es la última fase del proyecto y consiste en la presentación de la siguiente propuesta divulgativa para el público en general mediante el póster del anexo V y la presente ficha técnica que recoja todo lo utilizado a lo largo del proyecto en la feria Expociència en mayo de 2020.

La propuesta que se hace es, con el material elaborado durante el desarrollo del proyecto por los alumnos de 1º de Bachillerato, montar un stand que tenga por un lado un espacio para la realización del mini-teatro en varias sesiones a lo largo de la mañana, por otro lado, los puzzles diseñados para que la gente pudiese jugar al juego llevado a cabo en 6º de Primaria por equipos, también contaría con tarjetas informativas con las definiciones de las palabras clave del proyecto para ubicar al público en el tema en el que se desarrolla el proyecto: la biología molecular de la división celular. Además, colocaríamos la colección de los organismos modelo utilizada durante el desarrollo del proyecto para mostrarla también al público general. Por último, se les habría propuesto a los participantes sembrar sus propios cultivos en diferentes condiciones a partir de un pre-cultivo saturado: Con pipetas pasteur podrían haber puesto una gota del pre-cultivo en un medio nutritivo de YPD que incubarían a temperatura ambiente (**control positivo**) y otra gota en un cultivo con una condición no óptima (o varias) a su elección entre: Medio Y, YP o YD, incubación a 4°C (nevera) o incluso cultivado solamente en agua. Se los habrían llevado a casa para observar la evolución de ambos en las próximas 48 horas.

Esta fase ha sido afectada por la situación excepcional que vivimos este año debida a la crisis del COVID-19, ya que la feria no se podrá llevar a cabo. Es por ello por lo que dejo esta propuesta planteada para futuras ediciones. Lo que si se hará como parte de esta fase y con el fin de lograr la divulgación y difusión de este proyecto es publicar la presente ficha para que todo el mundo tenga acceso a ella.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La principal conclusión que el equipo docente extrajo tras la realización de este proyecto es que las metodologías expuestas son muy útiles para ayudar a los alumnos a asimilar los contenidos que se quieren transmitir. Además, al tratarse de una actividad “especial” que se sale de la rutina, todo el equipo docente coincide en que los alumnos se muestran más atentos, motivados y curiosos.

Con esta actividad, además hemos llevado a cabo un **aprendizaje-servicio a tres niveles**:

1. Yo, como alumna universitaria he profundizado y afianzado mis conocimientos sobre proliferación y ciclo celular a la vez que he hecho un servicio de divulgación a alumnos preuniversitarios.
2. Los alumnos de 1º de Bachillerato han adquirido conocimientos básicos sobre la biología molecular de la división celular de una manera teórico-práctica, junto con conceptos y normas claves para acercarlos al mundo de la investigación en esta área. A la vez, han hecho un servicio planificando y ejecutando la sesión con sus compañeros de 6º de Primaria.
3. Los alumnos de 6º de Primaria han disfrutado de una sesión realizada por sus compañeros de bachillerato en la que han aprendido conceptos básicos sobre investigación en biología molecular y sobre el ciclo celular. A la vez se espera de ellos, como suelen hacer todos los niños, que comenten la experiencia con su entorno más cercano, logrando así acercar estos conceptos a la sociedad general.

Por un lado, a los alumnos de 1º de Bachillerato se realizó un Kahoot! inicialmente cuyos resultados se muestran en la Tabla 6 y otro el último día de la actividad, antes de realizar la sesión con primaria, mostrados en la Tabla 7. Con estos porcentajes podemos concluir que los alumnos tienen las ideas más claras, por lo que tienen un mayor porcentaje de respuestas correctas tras la elaboración de las actividades desarrolladas. También cabe destacar que todos los alumnos contestaron sin dificultad el apartado “5. RESULTADOS” de su dossier, este hecho nos lleva a la misma conclusión.

Por otro lado, a los alumnos de 6° de Primaria se les hicieron las siguientes preguntas cortas para asegurarnos que habían prestado atención a la actividad:

- ¿Qué organismo modelo te ha gustado más?
- ¿Cuáles son las principales fases del ciclo celular?

Para la primera pregunta, 24 de 29 alumnos contestaron que su organismo modelo favorito fue el ratón, 1 puso que las moscas, 2 que las larvas y 2 no contestaron.

Para la segunda pregunta, todos ellos citaron correctamente las fases del ciclo celular menos uno.

Esto nos lleva a concluir que la mayoría siguieron y entendieron la actividad exitosamente.

6. EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DEL PROYECTO

Tras la elaboración del proyecto, se realizaron unas breves encuestas para la evaluación del proyecto:

Evaluación del equipo docente:

- Profesoras de Biología y Geología del Colegio Pureza de María-Cid

Se plantearon las siguientes preguntas a las 3 profesoras y ellas puntuaron en una escala del 1 al 5.

1. ¿Has disfrutado las actividades desarrolladas? **Puntuación media:** 4.67
2. ¿Crees que los alumnos han aprendido y disfrutado durante el desarrollo de estas? **Puntuación media:** 5
3. ¿Recomendarías participar en el “Proyecto Natura” a otros compañeros? **Puntuación media:** 5
4. ¿Te ha parecido interesante? **Puntuación media:** 4.67

- Profesora de Ciencias de la Naturaleza del Colegio Pureza de María-Cid

Se plantearon las siguientes preguntas a las 3 profesoras y ellas puntuaron en una escala del 1 al 5.

1. ¿Te ha gustado la actividad desarrollada? **Puntuación:** 5
2. ¿Crees que los conocimientos transmitidos sobre división celular se han adaptado adecuadamente al nivel de 6° de Primaria? **Puntuación:** 5
3. ¿Crees que los alumnos han aprendido y disfrutado durante el desarrollo de la actividad? **Puntuación:** 5
4. ¿Recomendarías participar en un “Proyecto Natura” a otros compañeros? **Puntuación:** 5
5. ¿Te ha parecido interesante? **Puntuación:** 5

Evaluación de los alumnos:

Alumnos de 1° de Bachillerato:

Se plantearon las siguientes preguntas a los alumnos y ellos puntuaron en una escala del 1 al 5.

1. ¿Has disfrutado las actividades desarrolladas? **Puntuación media:** 4.85
2. ¿Crees que has aprendido durante el desarrollo de los experimentos? **Puntuación media:** 4.5
3. ¿Recomendarías participar en el Proyecto Natura a otros compañeros? **Puntuación media:** 4.78
4. ¿Te ha parecido interesante lo aprendido? **Puntuación media:** 4.78
5. ¿Tienes ganas de hacer de profesor y transmitir lo aprendido a una clase de primaria? **Puntuación media:** 3.86

Alumnos de 6° de Primaria:

Se plantearon las siguientes preguntas a los alumnos y ellos marcaron una de las opciones entre: “Si, bastante”, “Un poco” y “No, nada”.

1. ¿Crees que has aprendido cosas nuevas durante la actividad?
26 alumnos marcaron “Si, bastante”, 3 “Un poco” y 0 “No, nada”.
2. ¿Te has divertido haciendo el puzle de “El ciclo celular”?
26 alumnos marcaron “Si, bastante”, 2 “Un poco” y 1 “No, nada”.
3. ¿Con cuántas estrellas puntúas la actividad? De 1 a 5. **Puntuación media: 4.89**

También se pidió al equipo docente y a los alumnos de bachillerato redactar una breve valoración del proyecto.

Valoración del equipo del colegio Pureza de María-Cid:

- **Profesoras de Biología y Geología**

M^a Carmen:

“Excelente planificación de la tarea: material utilizado, disponibilidad y agilidad de los tiempos, contenido y organización. Algún desencuentro en la coordinación resuelto satisfactoriamente. Una aventura de ciencia a la que se tiene poco acceso desde los centros de secundaria y resulta un lujo para nuestro alumnado, pese a los ajustes de programación necesarios.”

Caren:

“Ha sido fácil con los alumnos porque se trata es un grupo muy motivado y participativo. Metodológicamente es la mejor manera de asimilar contenidos ya que la práctica complementa el aprendizaje y se autoevalúa con la transmisión a los alumnos de primaria afianzando lo aprendido”

Marta:

“Ha salido todo perfecto. Ha sido interesante, los alumnos han aprendido y disfrutado al acercarle el laboratorio al aula.”

- **Alumnos de Biología y Geología de 1° de Bachillerato**

A los alumnos de 1° de Bachillerato se les pidió que brevemente comentasen lo que más y menos les había gustado de todo el desarrollo del proyecto. La mayoría coincidieron en que lo que más les gustó fue las “prácticas de laboratorio, la forma de enseñarlas y explicarlas” y lo que más difícil les pareció fue “la tarea de transmitir los conocimientos aprendidos a sus compañeros de 6° de Primaria”. Además, muchos de ellos también coinciden en que les ha parecido una experiencia “divertida”, “amena” y “entretenida” y creen que deberían de realizarse más actividades de este estilo.

- **Profesora de Ciencias de la Naturaleza del Colegio Pureza de María-Cid**

Virginia

“Se han seguido los pasos adecuados para llevar a cabo el proyecto: Buena coordinación, exposición previa para adecuar el nivel y actividades motivadoras para los alumnos. Se ha observado gran implicación de los alumnos de bachillerato y buena respuesta por parte de los alumnos de primaria. Las actividades han sido dinámicas, variadas y bien pensadas, muy adaptadas a la edad. Gran trabajo del Trabajo de fin de carrera. Felicidades, Andrea.”

Valoración del equipo de la U.V.

- **Alumna de 4º curso del grado Bioquímica y Ciencias biomédicas:**

Cuyo T.F.G. consiste en la realización de este proyecto.

Andrea

“La realización de este proyecto ha sido una experiencia única para mí. Tras 4 años de Grado y la realización de múltiples exámenes y trabajos, me he sentido muy bien transmitiendo una pequeña parte de lo que he aprendido a alumnos preuniversitarios. Además, como forma parte de mi T.F.G, creo que no podría haber elegido otra modalidad en la que hubiese disfrutado más. Acercarme al mundo de la divulgación y la docencia era lo que me faltaba para completar todas las perspectivas que puede englobar mi grado universitario, Bioquímica y ciencias Biomédicas.

Tengo que agradecer a las profesoras del Colegio Pureza de María-Cid su gran implicación y el haberme puesto las cosas tan fáciles en cuanto a horarios y adaptabilidad para la realización de este proyecto. También a mi tutora, Inmaculada Quilis, que ha mostrado una gran disposición para ayudarme en todo lo que he necesitado, así como al grupo de investigación en el que trabaja dentro del departamento de bioquímica y biología molecular de la Facultat de Ciències Biològiques de la UV, que me ha facilitado su laboratorio para los preparativos de este proyecto.

Por último concluir que tanto académicamente, como personalmente, ha sido un proyecto muy satisfactorio.”

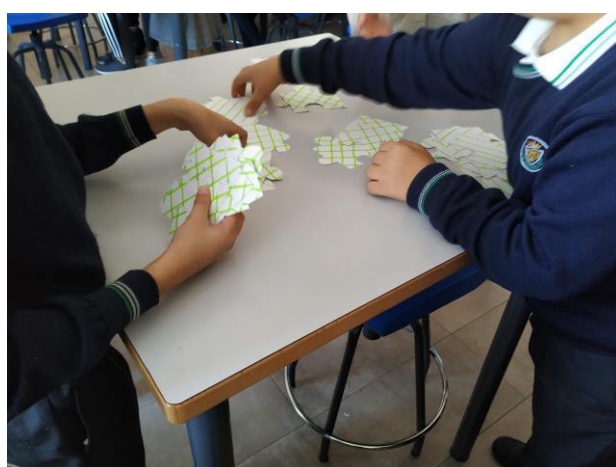
- **Tutora del Trabajo de fin de Grado de Andrea**

Inma

“Como tutora del Trabajo Fin de Grado de Andrea y testigo del desarrollo del Proyecto Natura que lo justifica, tengo que manifestar mi satisfacción con el resultado conseguido, el cual se explica por la capacidad de liderazgo de Andrea y su responsabilidad asumida sobre todos los aspectos del proyecto: planificación previa, acuerdo con el centro implicado, puesta a punto de la experiencia de laboratorio (que implica un reto de especial dificultad en cuanto a preparación de materiales y optimización de protocolos y tiempos), desarrollo de actividades con los alumnos, (tanto en la fase de secundaria como en el acompañamiento en la fase de Primaria) y por último y absolutamente fundamental, en la evaluación del resultado.

Andrea ha hecho un gran trabajo y ha proporcionado un material de calidad que podrá ser de gran utilidad en el futuro”.

7. IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO





8. EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

Este proyecto se ha desarrollado sin grandes contratiempos. Las pequeñas dificultades que encontramos se explican a continuación, pero cabe decir que las pudimos solventar fácilmente.

Una dificultad relativa a la práctica 1 fue que no dispusimos de **sonicador** para disgregar las células de los cultivos de levadura, por lo que su observación fue más difícil de lo que habría sido de haber estado en un laboratorio con toda la equipación necesaria, puesto que las células estaban agregadas entre ellas. Aun así, los alumnos consiguieron obtener unas muestras de los cultivos que les permitieron observarlos de una forma aceptable para obtener las respuestas a las preguntas planteadas.

Otra dificultad relativa a la práctica 2 fue que el centro no pudo conseguir la tinción Orceína A+B para realizar el protocolo de tinción de la práctica 2. Esto se resolvió utilizando **tinción Giemsa**, de la cual sí que disponían, y se añadió al dossier de bachillerato el protocolo de tinción con Giemsa.

También cabe destacar que a causa del tiempo limitado del que disponíamos, no pudimos hacer **un análisis cuantitativo** de los resultados observados en la práctica 1. Por esta razón, tuvimos que adaptar el apartado “5. RESULTADOS” del dossier y modificar el primer ejercicio, el cual en un primer momento se planteó para el **cálculo del porcentaje de células con y sin yema** en cada una de las condiciones (el enunciado original era: *¿Qué porcentaje de células de S. Cerevisiae has encontrado con y sin yema en cada una de las preparaciones? Contar un total de 50 células*), pero que luego se cambió al enunciado actual en el que únicamente se les pide a los alumnos **señalar como eran la mayoría de las células de cada una de las condiciones**. Esto fue debido a que solo disponíamos de 6 microscopios y para que cada uno de los alumnos pudiesen calcular dichos porcentajes habríamos necesitado mucho más tiempo del que teníamos. Sin embargo, dejo expuestas aquí las dos opciones de análisis de resultados, por si alguien realizase este proyecto con más tiempo o más microscopios de los que tuvimos nosotros.

Por último, hay que mencionar que por el diseño, la duración del proyecto y el modo en el que se desarrolla existe una **limitación de seguimiento**, ya que no se podrá evaluar en cursos posteriores si los alumnos han llevado a cabo un aprendizaje a largo plazo y esta experiencia les ayudará a entender y retener más fácilmente los contenidos relacionados con la biología molecular de la división celular a lo largo de su vida académica.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alberts, B. (2015). *Molecular biology of the cell*. Garland Science, Taylor and Francis Group.
- Ausubel, N. H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas México.
- Azola, R. (2001). *El web de la cèl.lula*. Obtenido de <http://lcelula.udl.es/>
- Bruner, J. S. (2009). *The process of Education*. Harvard University Press.
- DoCiència. (2020). *Projectes Natura*. Obtenido de Projectes Natura: <https://projectes.dociencia.cat/index.php/programa-pilot>
- España. DECRETO 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación primaria en la Comunitat Valenciana. *Diario oficial de la Comunitat Valenciana Num. 7311*, pág. 16351.
- España. DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. *Diario oficial de la Comunitat Valenciana Num. 7544*, págs. 18031-18035.
- España. REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín oficial del Estado Núm. 3*, págs. 213-218.
- Forsburg, S. L., & Nurse, P. (1991). Cell cycle regulation in the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe*. *The Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 7, 227-256.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and*. John Wiley & Sons.
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. A. (2017). *Atlas de Histología vegetal y animal*. Obtenido de <http://webs.uvigo.es/mmegias/inicio.html>.
- Morgan, D. O. (2007). En *The cell Cycle: Principles of control*. London: New Science Press Ltd.
- Puig, J. M., Batlle, R., Bosch, C., & Palos, J. (2007). *Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía*. Barcelona: Editoria Octaedro.
- Taylor, M. R., & Campbell, N. A. (2002). *Student study guide for Biology*. Benjamin and Cummings.
- Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. Madrid: Ministerio de Educación, cultura y deporte.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education next*, 12(1), 82-83.
- Urteaga Omar, F., & Lallana, V. H. (2005). Optimización e una técnica de tinción para determinación de efectos citogenéticos en ápices radicales de *Allium cepa*. *Revista científica Agropecuaria*, 9(1), 63-70.

ANEXO I: PROPUESTA PROYECTO NATURA

ANEXO II: DOSSIER PARA LOS ALUMNOS DE 1º DE BACHILLERATO DEL PROYECTO: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”

ANEXO III: PRESENTACIÓN DE POWER POINT: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”

ANEXO IV: KAHOOT!: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”. PREGUNTAS Y RESULTADOS.

ANEXO V: PÓSTER DIVULGATIVO

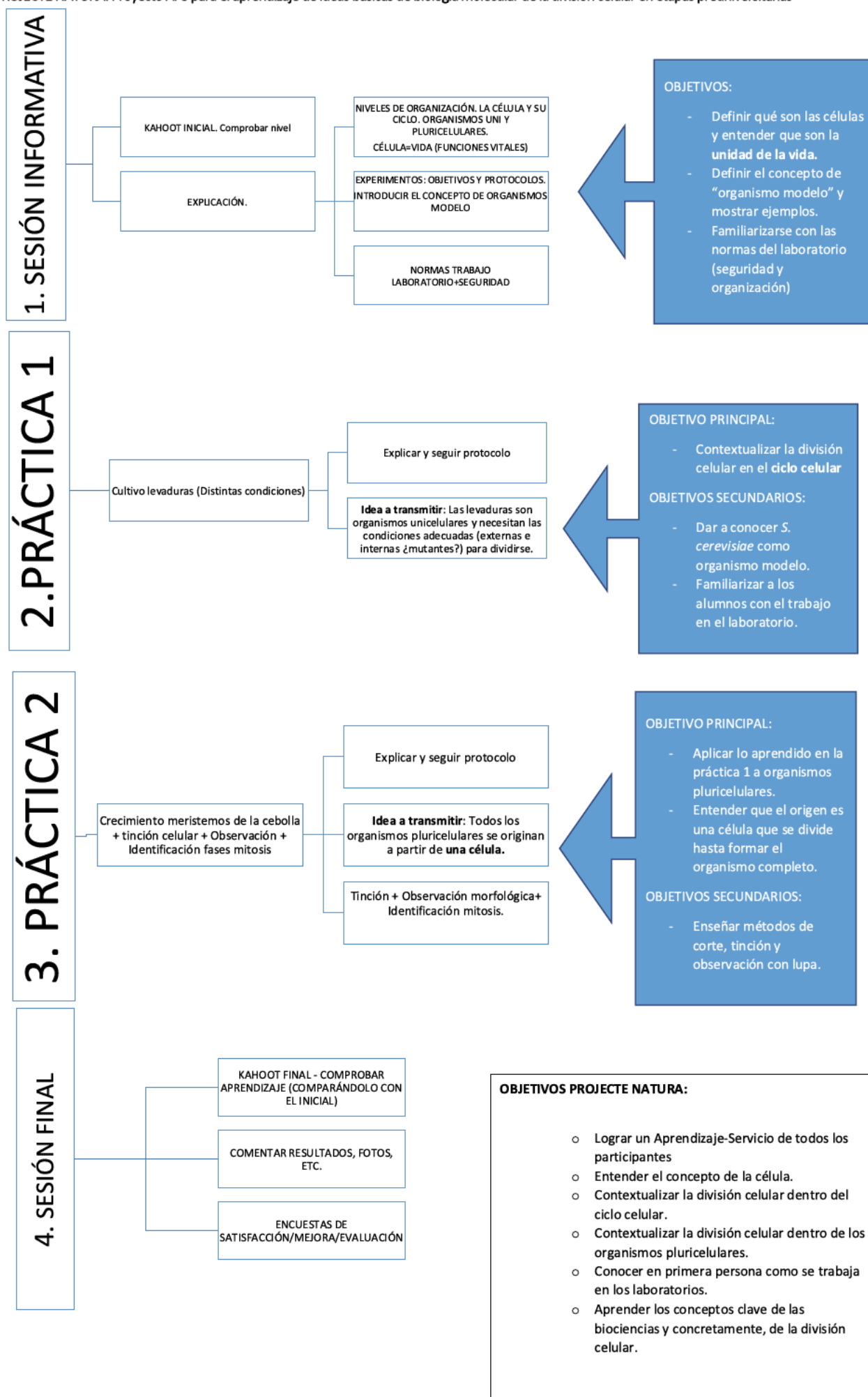
DICIEMBRE
2019

ANEXO I

PROPUESTA PROYECTO NATURA

ANDREA BLASCO

PROYECTO NATURA: Proyecto APS para el aprendizaje de ideas básicas de biología molecular de la división celular en etapas preuniversitarias



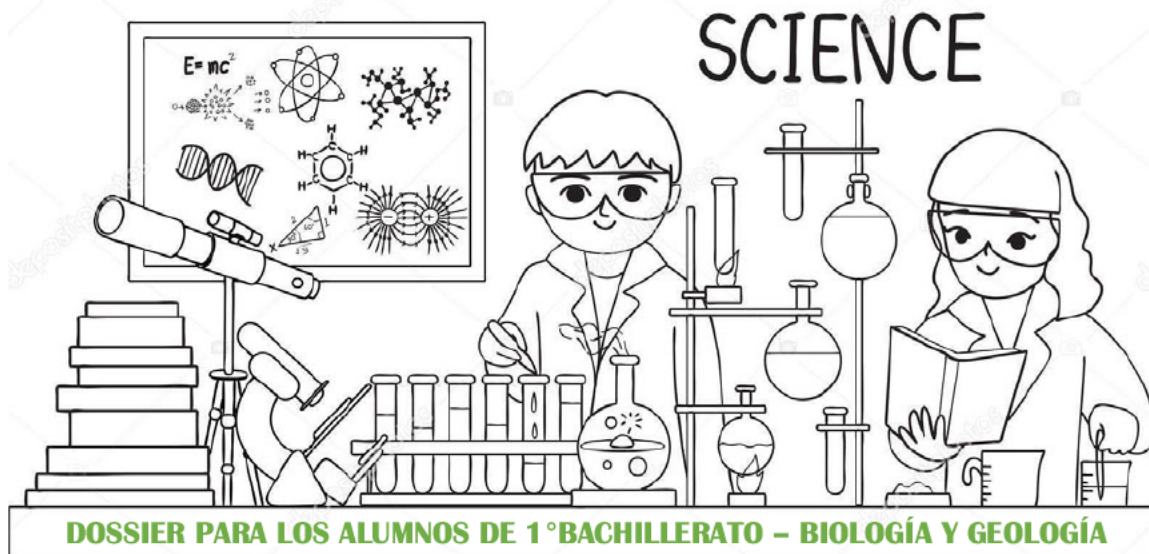
ANEXO II

**DOSSIER PARA LOS ALUMNOS DE 1º DE BACHILLERATO
DEL PROYECTO: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”**

ANDREA BLASCO

PROYECTO NATURA 2020

LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES



DOSSIER PARA LOS ALUMNOS DE 1º BACHILLERATO – BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Facultat de Ciències Biològiques [Ò≈]

ÍNDICE

1.	¿QUÉ ES UN “PROYECTO NATURA”?	4
2.	RECORRIDO POR NUESTRA MEMORIA...	5
3.	ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL CICLO CELULAR	8
3.1.	ORGANISMOS MODELO	8
3.2.	¿CÓMO SE TRABAJA EN UN LABORATORIO? NORMAS BÁSICAS	9
3.3.	EXPERIMENTOS PRÁCTICOS	10
A.	ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON <i>S. CEREVISIAE</i>	10
B.	ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON <i>A. CEPA</i>	13
4.	CRONOGRAMA	17
5.	RESULTADOS	19
6.	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD	22
7.	BIBLIOGRAFÍA	23

1. ¿QUÉ ES UN “PROYECTO NATURA”?

Un “**Proyecto Natura**” es un conjunto de proyectos de Aprendizaje-Servicio (ApS). El Aprendizaje-Servicio se trata de una pedagogía que combina el currículo académico con el servicio comunitario. Un “Proyecto Natura” se caracteriza por ser un proyecto de divulgación y docencia en el ámbito de las ciencias biológicas que sigue la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Los “Proyectos Natura” son desarrollados por estudiantes de secundaria y dirigido por profesoras de secundaria junto con miembros de la comunidad universitaria (alumnos y profesores). Además, este grupo también será asesorado por un/a maestro/a de primaria para, entre todos, adaptar los conocimientos aprendidos a nuestro pequeño gran público: Una clase de niños. Todos estos proyectos, además de tratarse de los Trabajos de fin de Grado (T.F.G.) de alumnos de los Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universitat de València (UV), están pensados como herramienta divulgativa para ser difundidos y utilizados por cualquiera que tenga interés. También formarán parte de futuras ediciones de Expociència.

I. NUESTRO “PROYECTO NATURA”

Nuestro proyecto está definido como “Proyecto Natura: Proyecto ApS para el aprendizaje de ideas básicas de biología molecular de la división celular en etapas educativas preuniversitarias”.

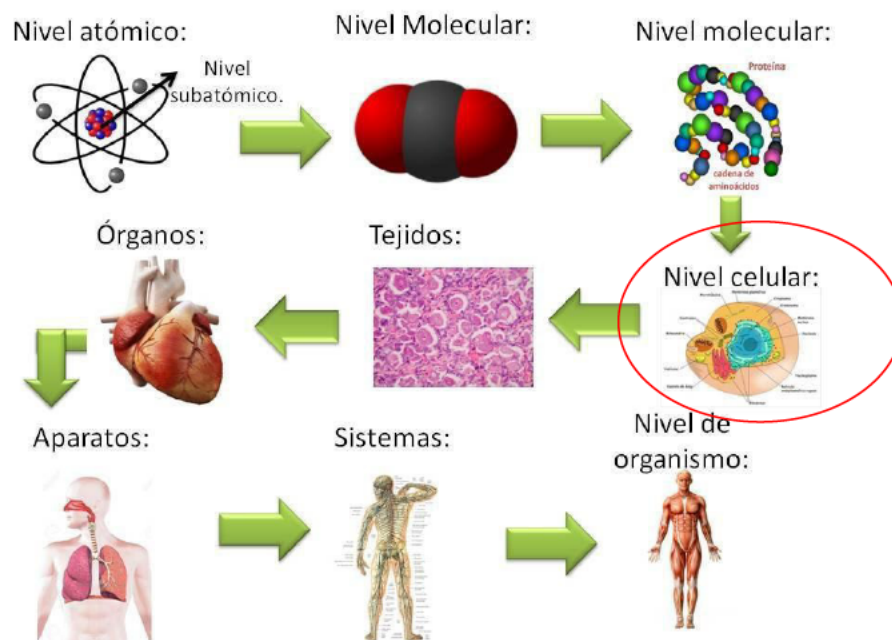
Nuestro **objetivo principal** es luchar contra el desconocimiento de la población general sobre la biología molecular. Lo haremos trabajando con niños de primaria para conseguir que ellos aprendan los conceptos básicos de la división celular, y además que sean capaces de transmitirlos en su entorno.



2. RECORRIDO POR NUESTRA MEMORIA...

I. NIVELES DE ORGANIZACIÓN

Partiendo de partículas subatómicas, se forman átomos, que agrupándose formarán moléculas. Las moléculas orgánicas pequeñas se agrupan formando macromoléculas orgánicas, que se agrupan formando orgánulos celulares que acaban formando células. Y en organismos pluricelulares, las células formarán tejidos, que se agruparán formando órganos que formarán diferentes sistemas para dar lugar al organismo completo. **Nosotros nos centraremos en estudiar el nivel celular.**



II. LA CÉLULA

La teoría celular

La teoría celular se postuló en 1838 y se atribuye a T. Schwann y M. J. Schleiden:

1. Todo en los seres vivos está formado por células y productos segregados por estas.
2. La célula es la unidad básica de organización de la vida.
3. Toda célula se ha originado a partir de otra célula, por división de esta.

Las funciones vitales

Sabemos que existen tres funciones vitales que todo organismo vivo debe cumplir para considerarse como tal: **nutrición, relación y reproducción**.

Una única célula es capaz de cumplir dichas funciones en su propio interior o en su entorno inmediato mediante sustancias que pueden segregarse, por eso la célula se considera la **unidad fisiológica de la vida**.

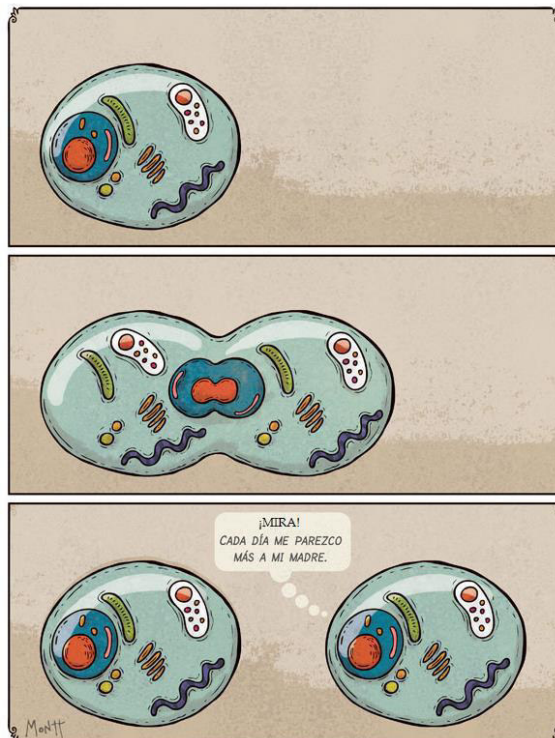
Para cumplir estas funciones, y dependiendo de las condiciones intracelulares y extracelulares que las células encuentren, se lleva a cabo el **ciclo celular**.

El ciclo celular

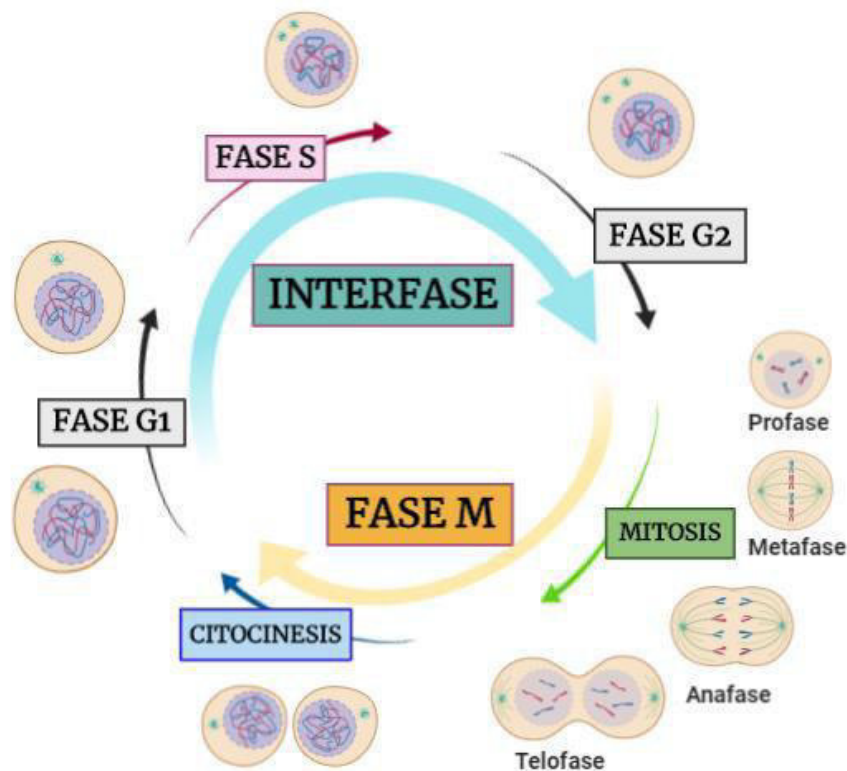
Definición de “Ciclo Celular”: Serie ordenada de procesos regulados que una célula lleva a cabo para dividirse y dar lugar a otra célula.

En los **organismos unicelulares**, como las bacterias y levaduras, cada división celular genera un nuevo organismo completo. En los **organismos pluricelulares**, para producir un organismo funcional se requieren secuencias de divisiones celulares largas y complejas. Incluso en el adulto, la división celular es necesaria para reparar las células de tejidos dañados. De hecho, cada uno de nosotros debe fabricar muchos millones de células cada segundo simplemente para sobrevivir: si todas las divisiones celulares se detuvieran moriríamos al cabo de pocos días.

Para producir dos células hijas genéticamente idénticas, el ADN de cada cromosoma ha de ser replicado fielmente generando dos copias y luego los cromosomas replicados tienen que ser distribuidos (segregados) con exactitud a las dos células hijas, de manera que cada célula reciba una copia de todo el genoma. Además, también tienen que duplicar sus orgánulos y macromoléculas para no volverse más pequeñas con la división.



Sabemos que el ciclo celular se divide en diferentes fases como vemos en la siguiente imagen:

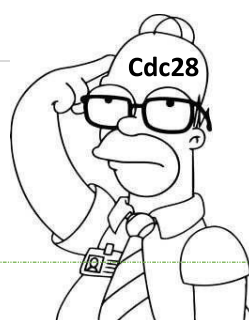


Y está claro lo que ocurre en las fases S y M. **Pero ¿cuánto sabemos de las fases G?**

Las fases G1 y G2 son más que simples periodos de espera que le permiten a la célula crecer entre las fases S y M. En estas fases, especialmente en G1, la célula comprueba las condiciones internas y externas para asegurarse de que son adecuadas antes de desencadenar los principales procesos de duplicación y división. La duración de estas fases varía en función del tipo celular. Además, si las condiciones no son las adecuadas, la célula entrará en fase G0 en la que se puede quedar periodos de tiempo muy largos si es necesario.



Pero... ¿Cómo coordinan las células estos eventos para que ocurran en el momento adecuado y entren en la fase correspondiente cada vez, sin repetir ninguna hasta el siguiente ciclo? Gracias a proteínas que actúan como reguladores a lo largo del ciclo celular. Las más importantes son las llamadas **CDK** (quinasas dependientes de ciclinas) y las **ciclinas** que se asocian a ellas. Un ejemplo es la CDK que regula el ciclo celular de *S. cerevisiae*; **Cdc28**. **¡¡RECORDADLO!! LO NECESITAREMOS A LO LARGO DE NUESTRO VIAJE POR EL CICLO CELULAR.**



3. ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL CICLO CELULAR

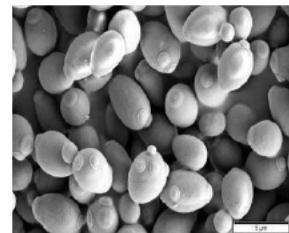
3.1. ORGANISMOS MODELO

Un **organismo modelo** en biología es un organismo muy estudiado para entender fenómenos biológicos particulares que puedan darnos una idea de cómo funcionan dichos fenómenos en otros organismos.

Es decir, utilizamos organismos modelo para realizar experimentos en los que no podemos utilizar el organismo de interés (por ejemplo, el ser humano es el organismo de interés en la mayoría de las ocasiones en biomedicina, pero no podemos experimentar con él por razones obvias de ética y moral) y estos nos sirven de “ejemplo”, ya que nos permiten obtener conclusiones que podremos extrapolar al organismo de interés. Podemos hacer esta extrapolación gracias a que los procesos celulares más importantes han sido conservados a lo largo de la evolución desde los organismos más sencillos a los más complejos. Para nuestro estudio utilizaremos *S. cerevisiae* y *A. cepa*.

Saccharomyces cerevisiae

Se trata de una especie de levadura de fácil manejo. Junto a *S. pombe*, es la más utilizada en los laboratorios de investigación de ciclo celular. Se utilizan mutantes de *S. cerevisiae* para buscar genes reguladores del ciclo entre otras cosas. Nosotros utilizaremos una cepa wild type y otra cepa mutante *cdc28* (presenta una mutación en el gen *CDC28* que codifica a la proteína ya mencionada **Cdc28** en el apartado anterior).



CDC28 es el gen que codifica la proteína que controla que todos los acontecimientos ocurran de forma secuencial y adecuada una vez por ciclo. Actúa junto con una familia de proteínas llamadas ciclinas, que van apareciendo en ondas sucesivas a lo largo del ciclo, cada una en su turno. Un mutante *cdc28* no tiene la proteína reguladora principal y no podrá comenzar el ciclo porque no detectará la señal de que las condiciones son las correctas para iniciarlo.

Allium cepa

Se trata de un organismo modelo vegetal muy utilizado para el estudio de la morfología de las células vegetales. Comúnmente la conocemos como la **cebolla**.



Con estos dos organismos intentaremos comprender mejor el ciclo celular, pero antes...



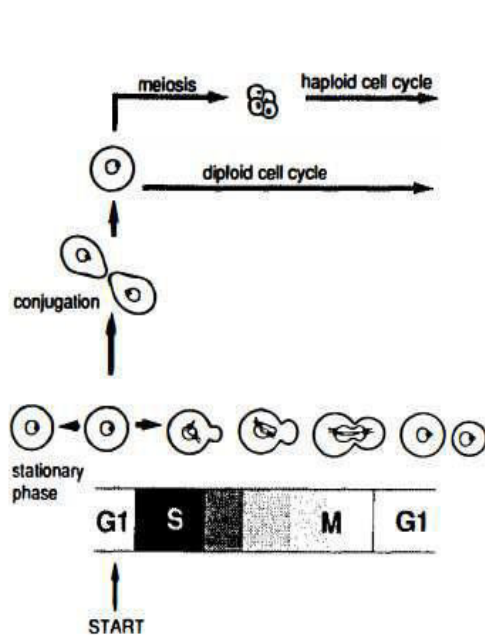
3.2. ¿CÓMO SE TRABAJA EN UN LABORATORIO? NORMAS BÁSICAS

- La conducta en el laboratorio ha de ser correcta, responsable y de **sentido común**. Se debe extremar la atención y cumplir las normas. No se deben gastar bromas, correr, empujar, ...
- No comas o bebas en el laboratorio, ya que cabe la posibilidad de que los alimentos o las bebidas se contaminen con los productos con los que se trabaja. Por el mismo motivo, no se deben guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos del laboratorio.
- Por razones higiénicas y de seguridad, es obligatorio llevar bata.
- Antes de salir del laboratorio debes quitarte la bata, los guantes y los equipos de protección utilizados.
- Si las pipetas no son automáticas, nunca debe aspirarse con la boca cuando se trabaje con productos tóxicos y peligrosos. Se debe utilizar una propipeta. En los laboratorios existen numerosos riesgos asociados a las instalaciones y a los materiales. ¡Es importante conocer su uso antes de utilizarlos!
- No utilices nunca las instalaciones de un laboratorio sin conocer perfectamente su funcionamiento. En caso de duda, pregunta siempre al responsable.
- Uno de los mayores peligros en el laboratorio es el fuego, por lo que hay que evitar las llamas abiertas siempre que sea posible.
- El **orden** y la **limpieza** son uno de los principios básicos de la **seguridad**. Por ello, una vez finalizada la sesión de trabajo el material y los equipos de trabajo tienen que dejarse siempre limpios y en perfecto estado de uso. Recuerda que **DESORDEN = RIESGO**.
- No dejes objetos personales en las mesas de trabajo o poyatas. Utiliza los armarios o percheros.
- Recuerda, ser **ORDENADO** y **apuntar** todo lo que ocurra te ayudará a interpretar resultados en el futuro y te facilitará encontrar posibles errores si algún experimento falla. Por lo tanto, se recomienda tener un **diario de laboratorio** donde anotar lo que se hace cada día.

3.3. EXPERIMENTOS PRÁCTICOS

A. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *S. CEREVISIAE*

En esta práctica vamos a utilizar a *Saccharomyces cerevisiae* como organismo modelo. *S. cerevisiae* es una especie de levadura muy utilizada para el estudio del **ciclo celular**. Se trata de un organismo eucariota unicelular.



Si las condiciones son adecuadas la célula entra en fase S y produce una pequeña yema que comienza a crecer (aunque no llega a alcanzar el tamaño de la célula madre). El núcleo migra y se coloca en un punto entre el citoplasma de la yema y el de la célula madre. A continuación, la célula realiza la fase M y su núcleo se divide (mitosis). En *S. cerevisiae*, la fase G2 es muy corta por lo que apenas se puede apreciar un cambio entre fase S y fase M.

Este organismo es muy útil para estudiar el ciclo celular porque su morfología y tamaño de la yema nos permite conocer en qué fase del ciclo se encuentra únicamente mediante observación microscópica.

Hay que tener en cuenta que las condiciones no son siempre adecuadas para la entrada en ciclo y, por lo tanto, cuando la levadura está en fase G1 tiene 3 opciones dependiendo de las condiciones externas (ambientales) e internas (genéticas) en las que se encuentre:

1. Deciden dividirse e iniciar el ciclo celular.
2. Entrar en fase estacionaria (resistentes a calor, productos químicos, etc.) hasta que las condiciones ambientales sean adecuadas y haya suficientes nutrientes.
3. Si se encuentran en estado haploide pueden unirse ($a+\alpha$) o dividirse si se encuentran en estado diploide (meiosis).

En conclusión, el objetivo principal de esta práctica es observar y comprobar qué cepas de *S. cerevisiae* y en qué condiciones inician el ciclo celular y qué otras cepas y bajo qué otras circunstancias se quedan en estado estacionario G0. Vamos a comprobar si esto es cierto...

OBJETIVOS

- Estudiar el ciclo celular de un organismo unicelular.
- Comprender los mecanismos moleculares principales del crecimiento y la división celular.
- Comprobar en qué condiciones las levaduras inician el ciclo.
- Aprender cómo se manejan los cultivos de *S. cerevisiae* para poder observarlos al microscopio.
- Diferenciar en qué fase del ciclo se encuentran las células.
- Calcular el porcentaje de células que hay en cada fase en cada una de las condiciones.

MATERIAL Y REACTIVOS

- Pre-cultivos *S. Cerevisiae* (wild type y *cdc28*).
- Medio de cultivo YPD: Extracto de levadura 1%, peptona 2%, glucosa 2%
- Medio de cultivo YP: Extracto de levadura 1%, peptona 2%
- Medio de cultivo YD: Extracto de levadura 1%, glucosa 2%
- Medio de cultivo Y: Extracto de levadura 1%
- Tubos de 15 mL
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipetas automáticas

PROTOCOLO

Haremos 3 grupos de 5 alumnos. En cada grupo se estudiará *S. cerevisiae* en 10 condiciones diferentes: 5 condiciones se observarán a las pocas horas y otras 5 a los dos días. (Así obtendremos los resultados del “mismo” experimento por triplicado imitando la forma en la que se realizan los experimentos cuando se trabaja en investigación.)

MIÉRCOLES

1. Cada grupo preparará un cultivo de *S. cerevisiae* (A-E) con las siguientes características. Haremos los cultivos en tubos de 15 mL. Cada alumno del grupo se encargará de un tubo:
 - A. Sembrar 10 μ L de pre-cultivo de la cepa de la cepa wild type en 10 mL de medio YPD e incubar hasta el viernes a 25°C. **Control positivo.**
 - B. Sembrar 10 μ L de pre-cultivo de la cepa wild type en 10 mL de medio YD e incubar hasta el viernes a 25°C.
 - C. Sembrar 10 μ L de pre-cultivo de la cepa wild type en 10 mL de medio YP e incubar hasta el viernes a 25°C.
 - D. Sembrar 10 μ L de pre-cultivo de la cepa wild type en 10 mL de medio Y e incubar hasta el viernes a 25°C.
 - E. Sembrar 10 μ L de pre-cultivo de la cepa wild type en 10 mL de medio YPD e incubar hasta el viernes a 4°C.

Dejar el tapón de los tubos semiabierto para que pueda entrar oxígeno a los cultivos.

- F. Añadir 0.5 mL de pre-cultivo de la cepa wild type. Incubar a 25°C (temperatura ambiente)
- G. Añadir 0.5 mL de pre-cultivo de la cepa wild type. Incubar a 37°C (en el termoblock)
- H. Añadir 0.5 mL de pre-cultivo de la cepa *cdc28*. Incubar a 25°C (temperatura ambiente).
- I. Añadir 0.5mL de pre-cultivo de la cepa *cdc28*. Incubar a 37°C (en el termoblock)
- J. Añadir 0.5 mL de pre-cultivo de la cepa wild type, 3 µL factor α e incubar a 25°C (temperatura ambiente)



IMPORTANTE: ROTULAR TODOS LOS TUBOS (A-J) PARA NO OLVIDAR CON LO QUE ESTAMOS TRABAJANDO.

- Observar los tubos F-J 2 horas después. **¿Se cumple lo esperado?** Anotar conclusiones. Agitar el tubo por inversión y poner 2µL en un portaobjetos. Mirar al microscopio: Empezar con el objetivo de menos aumentos (4X) para localizar la muestra e ir acercándonos poco a poco. (Hacer varias preparaciones y observar los cultivos de cada uno de los tubos F-J).

VIERNES

2. Observar los tubos de 15 mL con los cultivos. Comparar la turbidez entre ellos. Anotar conclusiones en el apartado “5. RESULTADOS”: Ejercicio 1.

B. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *A. CEPA*

En esta práctica vamos a utilizar *A. cepa* como organismo modelo, lo que comúnmente conocemos como “una cebolla”. Vamos a observar la entrada en ciclo e intentar diferenciar las fases de la mitosis durante la fase M cuando se dan las condiciones adecuadas para que una parte del organismo pluricelular crezca.

Recordemos que todos los organismos pluricelulares se originan de una primera célula que se divide dando lugar a más células que se van especializando y agrupando en tejidos y órganos hasta dar lugar al organismo completo.



¡Atención! No podemos olvidar lo aprendido en la práctica 1. En *S. cerevisiae* las células se dividían para reproducirse, pero en organismos pluricelulares como *A. cepa*... **¡La división celular tiene además función de crecimiento!**

Por eso antes de empezar, tenemos que recordar los tejidos vegetales que se encargan del crecimiento de las plantas: **Los meristemos.**

En el estado de embrión todas las células de una planta pueden dividirse y diferenciarse en células funcionales. Sin embargo, a medida que la planta crece quedan grupos de células, a los que llamamos meristemos, en diferentes localizaciones del cuerpo de la planta que mantienen esta capacidad proliferativa y de diferenciación. No todas las células que se están dividiendo se diferencian en células funcionales, sino que algunas permanecen en estado indiferenciado. Así, queda siempre un remanente de células con capacidad proliferativa y de diferenciación que formarán el propio meristemo a lo largo de la vida de la planta. Las células meristemáticas presentan las características citológicas de las células indiferenciadas. Son pequeñas, isodiamétricas y tienen una pared celular primaria delgada. Para nuestro experimento, nos centraremos en los **meristemos radiales.**

Estimularemos los meristemos radiales de *A. cepa* para que las células se dividan y podamos observarlas en distintas fases del ciclo celular.

Para la observación celular tendremos que obtener preparaciones de células meristemáticas, fijarlas por calor y teñirlas con Orceína A y Orceína B.

La **fijación** es una operación destinada a “matar” las células, conservándolas, cuanto sea posible en el estado en que están durante la vida. Una buena fijación debe **inmovilizar** la célula, **conservar** exactamente todas las partes constitutivas y **evitar que aparezcan artefactos**. Nosotros llevaremos a cabo este proceso con el calor de mecheros de alcohol.

La tinción con **Orceína A+B** teñirá el núcleo. La orceína es un principio colorante extraído de ciertos líquenes. Es un ácido débil. Utilizando una mezcla en que el ácido acético actúa como mordiente se utiliza para colorear cromosomas. También colorea las fibras elásticas.

Otra opción para llevar a cabo la tinción es utilizar la **tinción Giemsa**. La tinción Giemsa está compuesta por eosina, azul de metileno y azure B, aunque en la actualidad es común encontrarlo de forma comercializada todo junto. La capacidad de penetración de la tinción permite la observación de cortes entre 3 y 6 micras.

La **eosina** es un tinte ácido, por lo que unirá estructuras básicas como el citoplasma o los eritrocitos. Por otra parte, el **azul de metileno** tiene un pH básico y unirá estructuras y moléculas ácidas, como el ADN, por lo que teñirá de azul o púrpura los núcleos.

Para terminar, calcularemos el **índice mitótico (IM)** para estimar el porcentaje de células en división que existen en un tejido y, por lo tanto, es una medida del potencial proliferativo del mismo. Para el cálculo del IM y la duración de cada fase del ciclo celular se emplearán las siguientes fórmulas:

$$\%IM = \frac{N^{\circ} \text{ CÉLULAS EN MITOSIS (FASES P + M + A + T)}}{N^{\circ} \text{ TOTAL CÉLULAS}}$$

OBJETIVOS

- Aprender cómo la división celular forma parte del crecimiento de los organismos pluricelulares.
- Aprender a fijar y teñir los tejidos para su observación al microscopio.
- Obtener preparaciones adecuadas para calcular el índice mitótico de *A. cepa*.
- Estudiar el potencial proliferativo de los meristemos de *A. cepa*.
- Diferenciar células en distintas fases del ciclo.

MATERIAL Y REACTIVOS

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| - Cebollas | - Orceína A y B/Tinción Giemsa |
| - Agua | - Pinzas |
| - Vasos | - Pincel |
| - Bisturí | - Palillos |
| - Portaobjetos | - Papel de filtro |
| - Cubreobjetos | - Microscopio |
| - Mecheros de alcohol | |

PROTOCOLO

MARTES

1. Colocar una cebolla en un vaso con agua, de modo que la parte inferior esté en contacto con el agua. Nos ayudamos de palillos para sujetarla. La dejaremos entre 48-72h.

VIERNES

Realizar los pasos del 2 al 6 o del 7 al 12 según la tinción de la que se disponga.

Orceína A+B

2. Recuperar la cebolla y cortar de 1-2 micras de la punta de la raíz. Poner los trozos en el portaobjetos de forma que queden separados con un poco de agua.
3. Intentar retirar el exceso de agua con el papel de filtro. **CUIDADO DE NO PERDER LA MUESTRA.** Añadir algunas gotas de Orceína A sobre las células. Dejarlo 3 minutos.
4. Calentar la muestra al mechero, sujetándolo con las pinzas con cuidado de no quemarse. **EVITAR QUE HIERVA. NO DEBE EMITIR VAPORES.** Si vemos que se calienta mucho retirarlo unos segundos antes de volver a ponerlo.
5. Añadir Orceína B y poner el cubreobjetos. Colocarlo a unos 45° sobre los cortes y dejarlo caer con suavidad para evitar la formación de burbujas.
6. Poner la preparación encima de la mesa y cubrirla con un trozo de papel de filtro. Apoyar el dedo sobre la región del papel donde está el cubreobjetos y presionar suavemente primero y cada vez un poco más fuerte. **CON CUIDADO DE QUE NO SE NOS RESBALE EL DEDO.**
7. *Observación al microscopio:* Empezando con el objetivo de menos aumentos (4X) para localizar la muestra e ir acercándose poco a poco.

Tinción Giemsa

8. Recuperar la cebolla y cortar de 1-2mm de la punta de la raíz. Poner los trozos en el portaobjetos de forma que queden separados con un poco de agua.
9. Intentar retirar el exceso de agua con el papel de filtro. **CUIDADO DE NO PERDER LA MUESTRA.** Después, añadir algunas gotas de alcohol para deshidratar el tejido. Dejarlo 3-5 minutos.
10. Retirar el exceso de alcohol.
11. Cubrir el tejido con unas gotas de la tinción. Dejarlo 10-15 minutos.
12. Retirar el exceso de la tinción.
13. Pasar la muestra por arriba del mechero 2-3 veces sujetándolo con las pinzas. **QUE LE LLEGUE EL CALOR, PERO NO POR LA LLAMA.** Con cuidado de no quemarnos ni quemar las células.

14. Poner el cubreobjetos. Colocarlo a unos 45° sobre los cortes y dejarlo caer con suavidad para evitar la formación de burbujas.
15. Poner la preparación encima de la mesa y cubrirla con un trozo de papel de filtro. Apoyar el dedo sobre la región del papel donde está el cubreobjetos y presionar suavemente.
CON CUIDADO DE QUE NO SE NOS RESBALE EL DEDO.
16. *Observación al microscopio:* Empezando con el objetivo de menos aumentos (4X) para localizar la muestra e ir acercándose poco a poco.

4. CRONOGRAMA

MARTES, 28 DE ENERO Sesión 1: 9:00h – 10:00h	INTRODUCCIÓN. Explicación general de la práctica y conceptos necesarios para su desarrollo. PRÁCTICA 2 Plantar <i>A. cepa</i> .
MIÉRCOLES, 29 DE ENERO Sesión 1: 8:00h – 9:00h Sesión 2: 11:15h – 12:15h	PRÁCTICA 1 Preparar cultivos de <i>S. cerevisiae</i> . Observar cultivos de <i>S. cerevisiae</i> tras 2 horas.
VIERNES, 31 DE ENERO Sesión 1: 8:00h – 10:00h	PRÁCTICA 1. Observar cultivos <i>S. cerevisiae</i> y obtener conclusiones. PRÁCTICA 2. Cortar, teñir y observar las células del meristemo de <i>A. cepa</i> . Identificar las células en mitosis. RESULTADOS. Rellenar el apartado “5. RESULTADOS”
LUNES, 3 DE FEBRERO Sesión 1: 9:00h – 11:00h	REPASAR LA ACTIVIDAD Entregar las hojas de resultados. Decidir y diseñar entre todos las actividades que llevamos a la clase de Primaria con la supervisión de Virginia (Maestra de Primaria).
JUEVES, 6 DE FEBRERO Sesión 1: 9:00h – 11:00h	¡VAMOS A PRIMARIA! ¡Seréis vosotros quienes dirigiréis las actividades!

5. RESULTADOS

PRÁCTICA 1:

1. Para cada una de las preparaciones, marca con una X la casilla que corresponda en base a tus observaciones. Puedes hacer anotaciones para resalta los matices que consideres. (RESUELTO)

OBSERVACIÓN MIÉRCOLES

MUESTRA	¿CON YEMA?	¿SIN YEMA?
F – YPD + WT 25°C	X	
G – YPD + WT 37°C	X	
H – YPD + <i>cdc28</i> 25°C	X	
I – YPD + <i>cdc28</i> 37°C		X
J – YPD + WT + factor α 25°C		X

OBSERVACIÓN VIERNES

MUESTRA	¿CRECIMIENTO?	¿NO CRECIMIENTO?
A – YPD + WT 25°C	X	
B – YD + WT 25°C		X
C – YP + WT 25°C		X
D – YPD + WT 4°C	X	
E – Y + WT 25°C		X

2. Comenta las conclusiones que puedes obtener a partir de los resultados del ejercicio 1. Añade alguna foto o dibuja lo observado en el microscopio para apoyar tus conclusiones.

3. ¿Cuál crees que sería la mejor forma de transmitir lo aprendido en esta práctica a una clase de primaria? ¿Qué ideas te parecen imprescindibles para darles una base sobre el ciclo celular?

PRÁCTICA 2:

1. Calcula el índice mitótico a partir de tu preparación de células vegetales de *A. cepa*. Comenta el resultado. Añade alguna foto o dibuja lo observado en el microscopio para apoyar tus conclusiones.

$$\%IM = \frac{N^{\circ} \text{ CÉLULAS EN MITOSIS (FASES P + M + A + T)}}{N^{\circ} \text{ TOTAL CÉLULAS}}$$

2. De la práctica 2, ¿qué te parece fundamental explicar en una clase de primaria para facilitar que entiendan las ideas básicas del ciclo celular? ¿Cómo las transmitirías?

6. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Marca del 1 (mínimo) al (máximo) tu opinión respecto a las siguientes preguntas:

1. ¿Has disfrutado las actividades desarrolladas?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. ¿Crees que has aprendido durante el desarrollo de los experimentos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. ¿Recomendarías participar en el Proyecto Natura a otros compañeros?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. ¿Te ha parecido interesante lo aprendido?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. ¿Tienes ganas de hacer de profesor y transmitir lo aprendido a una clase de primaria?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Comenta brevemente lo que más y lo que menos te ha gustado del desarrollo de esta fase del Proyecto Natura:

7. BIBLIOGRAFÍA

“Student study guide for Biology” Campbell, Neil A.; Reece, Jane B.; Taylor, Martha R. Unit 2: The cell and Unit 3: Genetics.

“Molecular Biology of The Cell” Johnson, A.; Lewis, J.; Morgan, D.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P.; Alberts, B. Chapter 17: Cell cycle.

“Cell cycle regulation in the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe*” Forsburg, S. L. and Nurse, P. 1991. ICRF Cell Cycle Group, Microbiology Unit, Biochemistry Department, Oxford University, Oxford OX1 3QU, England. Annu. Rev. Cell. Biol. 7:227-256.

“Atlas de Histología Animal y Vegetal. Tejidos Vegetales. Meristemas.” Megías, M.; Molist, P.; Pombal, Manuel A. 2017. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo. 6-7.

“Optimización de una técnica de tinción para determinación de efectos citogenéticos en ápices radicales de *Allium cepa*” Urtega Omar, F.; Lallana, Victor H. 2005. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER, C.C. 24 E3100WAA, Paraná, Entre Ríos, Argentina. Revista Científica Agropecuaria 9(1): 63-70.

“Guía de Estudio: Técnicas Histológicas” Alzola, R. 2001. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA. 1-15.

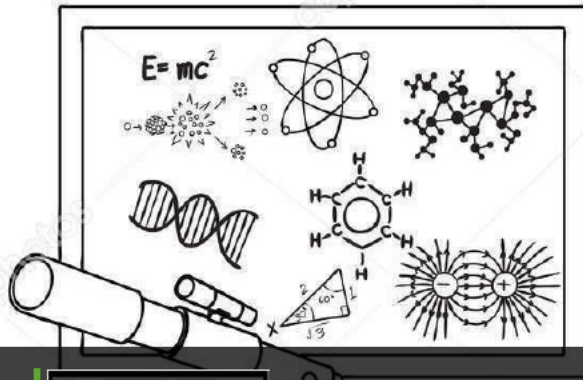
“Cuídate en el laboratorio y protege el medio ambiente” Servei de Seguretat, Salut i Qualitat Ambiental. Universitat de València. Buenas prácticas en el laboratorio. Hábitos personales y de trabajo. 4.

ANEXO III

**PRESENTACIÓN DE POWER POINT: “LAS CÉLULAS TOMAN
DECISIONES”**

ANDREA BLASCO

SCIENCE



LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES

PROJECTE NATURA – T.F.G. ANDREA BLASCO NAVARRO
ENERO, 2020

UNIVERSITAT [Q] ID VALÈNCIA
Facultat de Ciències Biològiques

Nuestro “Projecte natura”



“**Projecte Natura**: Proyecto ApS para el aprendizaje de ideas básicas de biología molecular de la división celular en etapas educativas preuniversitarias” que a la vez es, mi T.F.G.

OBJETIVO

Luchar contra el desconocimiento de la población general sobre la biología molecular, trabajando con niños de primaria para conseguir que aprendan los conceptos básicos de la división celular y sean capaces de transmitirlos en su entorno.

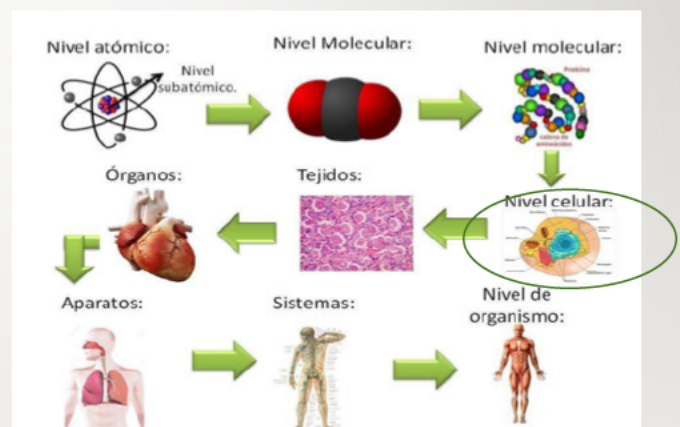
1. PROYECTE NATURA

- “**Projecte natura**” es un conjunto de proyectos de aprendizaje-servicio (ApS). El Aps trata de combinar el currículum académico con el servicio comunitario.



2. ¿QUÉ DEBEMOS RECORDAR?

- Los niveles de organización.
- La célula.
 - La teoría celular.
 - Las funciones vitales.
 - El ciclo celular y sus fases.



La célula: La teoría celular

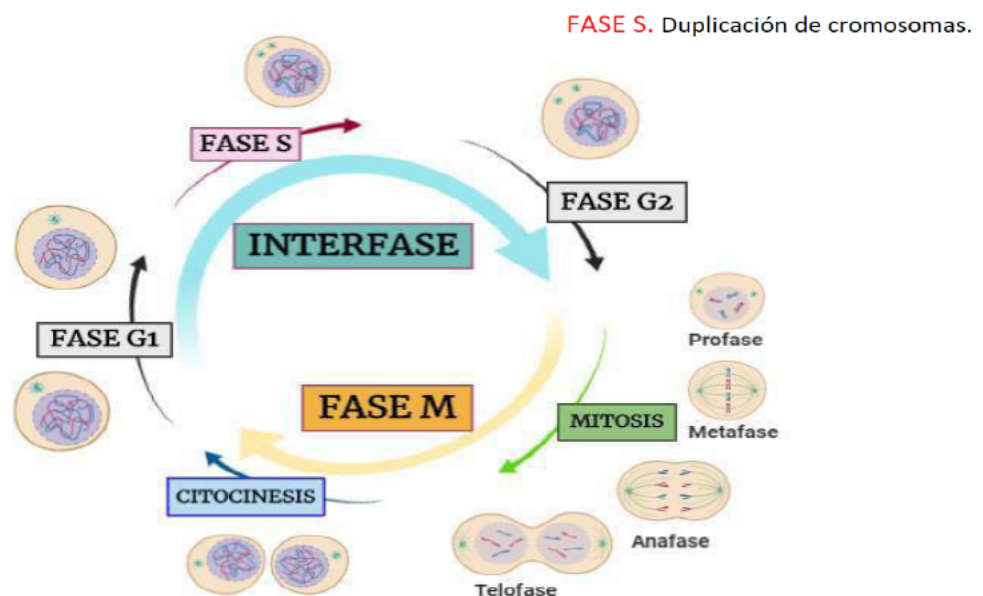
- Fue postulada en 1838 y se atribuye a T. Schwann y M. J. Schelieden.
1. Todo en los seres vivos está formado por células y productos segregados por estas.
 2. La célula es la unidad básica de organización de la vida.
 3. Toda célula se ha originado a partir de otra célula, por división de esta.

La célula: Las funciones vitales

- Las 3 funciones vitales son: **Nutrición, relación y reproducción.**
- Una única célula es capaz de cumplir dichas funciones en su propio interior o en su entorno inmediato mediante sustancias que pueden segregar, por eso la célula se considera la **unidad fisiológica de la vida.**
- Para cumplir las funciones vitales, las células realizan **el ciclo celular.**

La célula: El ciclo celular

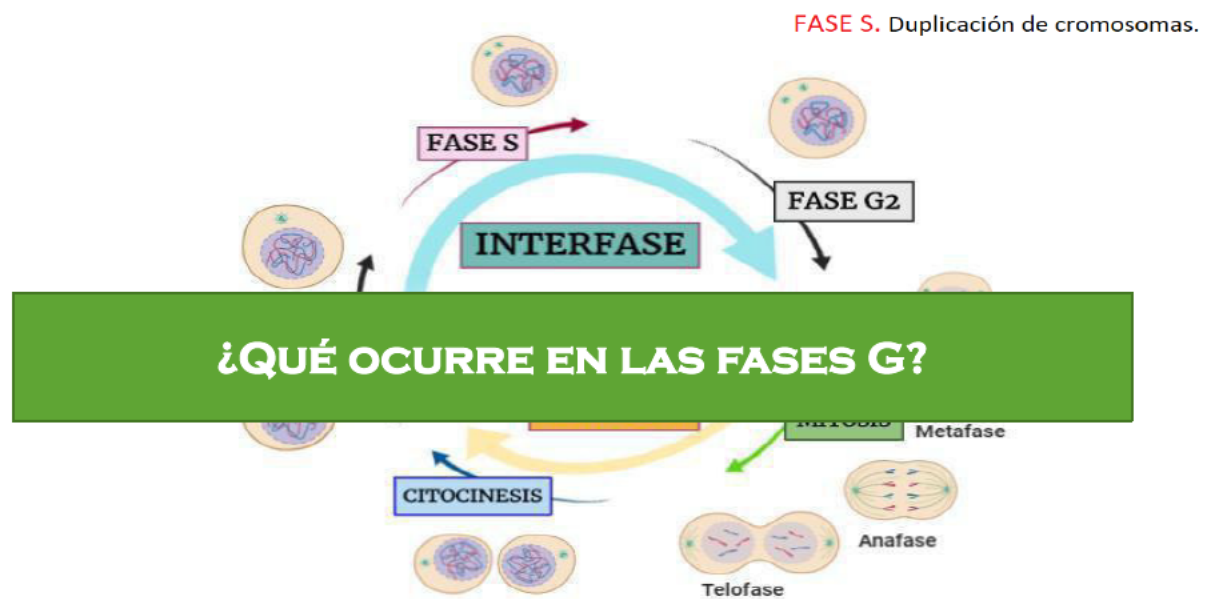
- Es una serie ordenada de procesos regulados que una célula lleva a cabo para dividirse y dar lugar a otra célula.
 - **Organismos unicelulares:** Reproducción.
 - **Organismos pluricelulares:** Crecimiento, reparación de tejidos y reproducción.
- Para obtener dos células hijas genéticamente idénticas, el ADN de una célula madre se debe replicar generando dos copias idénticas que se segregarán igual en las dos células hijas.



FASE M. Segregación de cromosomas y división celular.

-**MITOSIS.** División de los dos cromosomas en dos núcleos.

: -**CITOCINESIS.** División de la célula en dos.



FASE M. Segregación de cromosomas y división celular.

-MITOSIS. División de los dos cromosomas en dos núcleos.

: -CITOCINESIS. División de la célula en dos.

La célula: El ciclo celular

- En las fases G1 y G2 las células comprueban las **condiciones internas y externas** para asegurarse de que son adecuadas antes de desencadenar los principales acontecimientos de duplicación (fase S) y división (fase M). Si no son adecuadas, entrarán en fase G0.

¿CÓMO SE COORDINAN ESTOS EVENTOS?

CDK +
CICLINAS

Cdc28

CDC28 es el gen que codifica la proteína Cdc28 que regula la entrada en el ciclo celular.

3. ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL CICLO CELULAR

- **ORGANISMOS MODELO:** Es un organismo muy estudiado para entender fenómenos biológicos particulares que puedan darnos una idea de cómo funcionan dichos fenómenos en otros organismos.

- *S. cerevisiae*: **Organismo unicelular eucariota.**

Usaremos una cepa wild type y otra *cdc28^{ts}* (mutante para Cdc28 a altas temperaturas).

- *A. cepa*: **Organismo pluricelular**

- **¿CÓMO SE TRABAJA EN UN LABORATORIO? NORMAS BÁSICAS.**

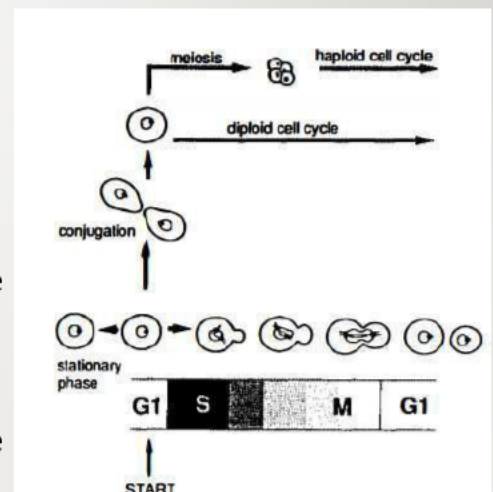
A. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *S. CEREVISIAE*

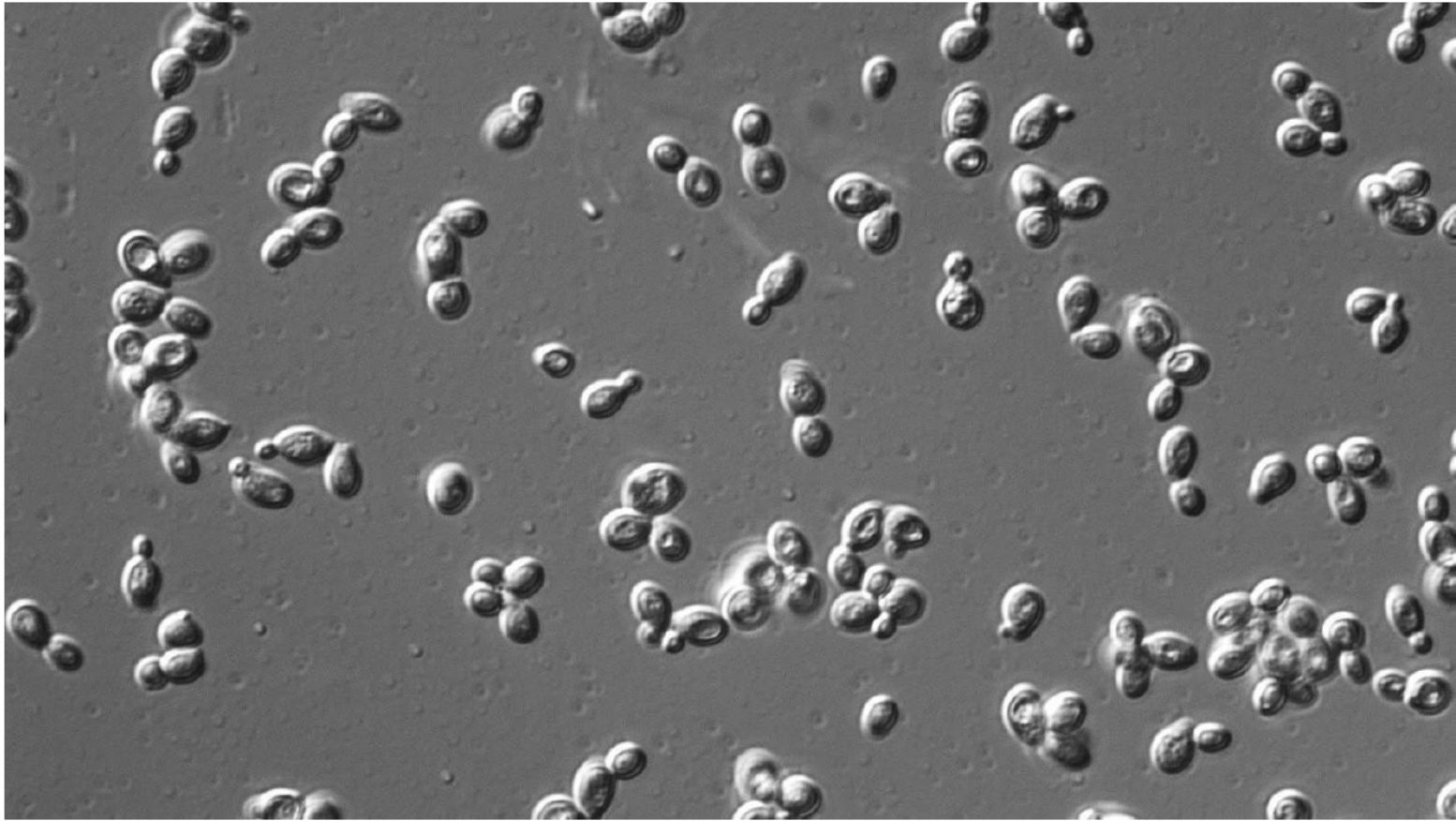
- **Organismo modelo:** *S. cerevisiae*

En fase G1, la levadura tiene 3 opciones:

- Condiciones adecuadas: Dividirse e iniciar el ciclo celular.
- Condiciones no óptimas: Entrar en fase estacionaria G0.
- En estado haploide se unen $a + \alpha$ o en estado diploide realizan un proceso de meiosis.

Su forma y tamaño nos indicará en que fase encontramos cada célula.





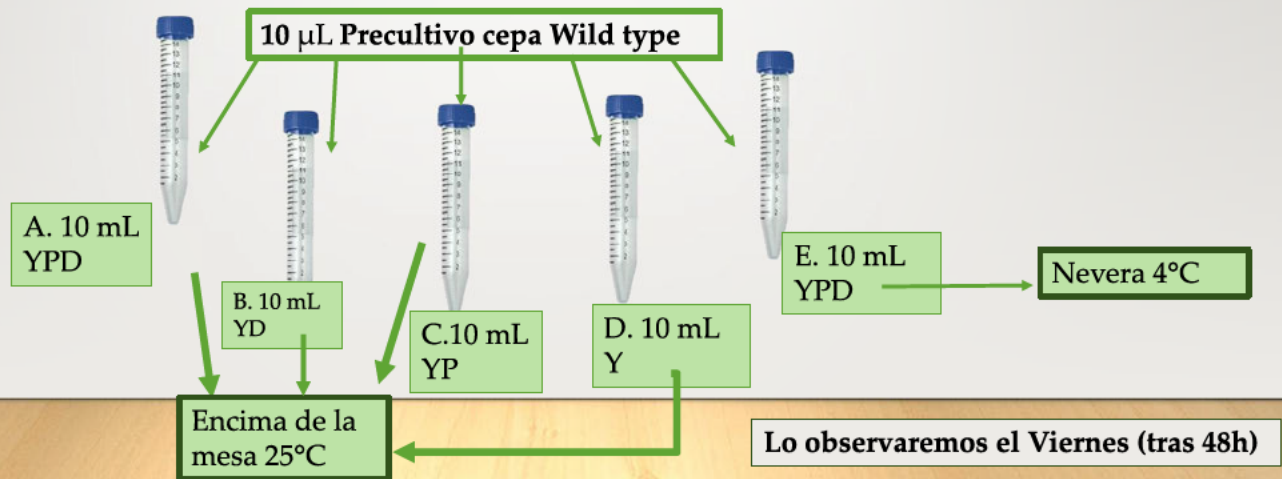
A. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *S. CEREVISIAE*

• **Objetivos:**

- Estudiar el ciclo celular de un organismo unicelular.
- Comprender los mecanismos moleculares principales del crecimiento y la división celular.
- Comprobar en qué condiciones las levaduras inician el ciclo.
- Aprender cómo se manejan los cultivos de *S. cerevisiae* para poder observarlos al microscopio.
- Diferenciar en qué fase del ciclo se encuentran las células.

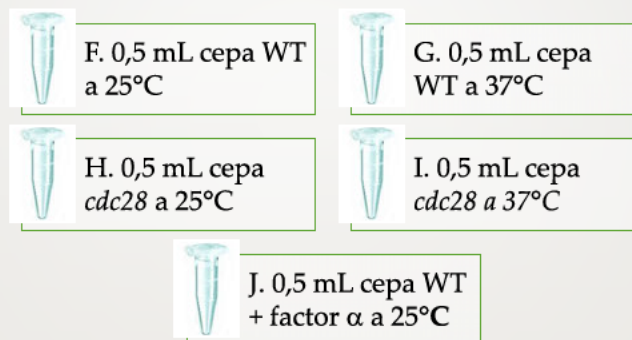
A. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *S. CEREVISIAE*

- Protocolo:



A. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *S. CEREVISIAE*

- Protocolo:



Lo observaremos en la sesión 2 del Miércoles (Tras 2 horas)

B. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *A. CEPHA*

- **Organismo modelo:** *A. cepa*

Organismo pluricelular. Si inducimos el crecimiento de sus raíces, las células de sus **meristemos radiales** tendrán que entrar en ciclo para dividirse.



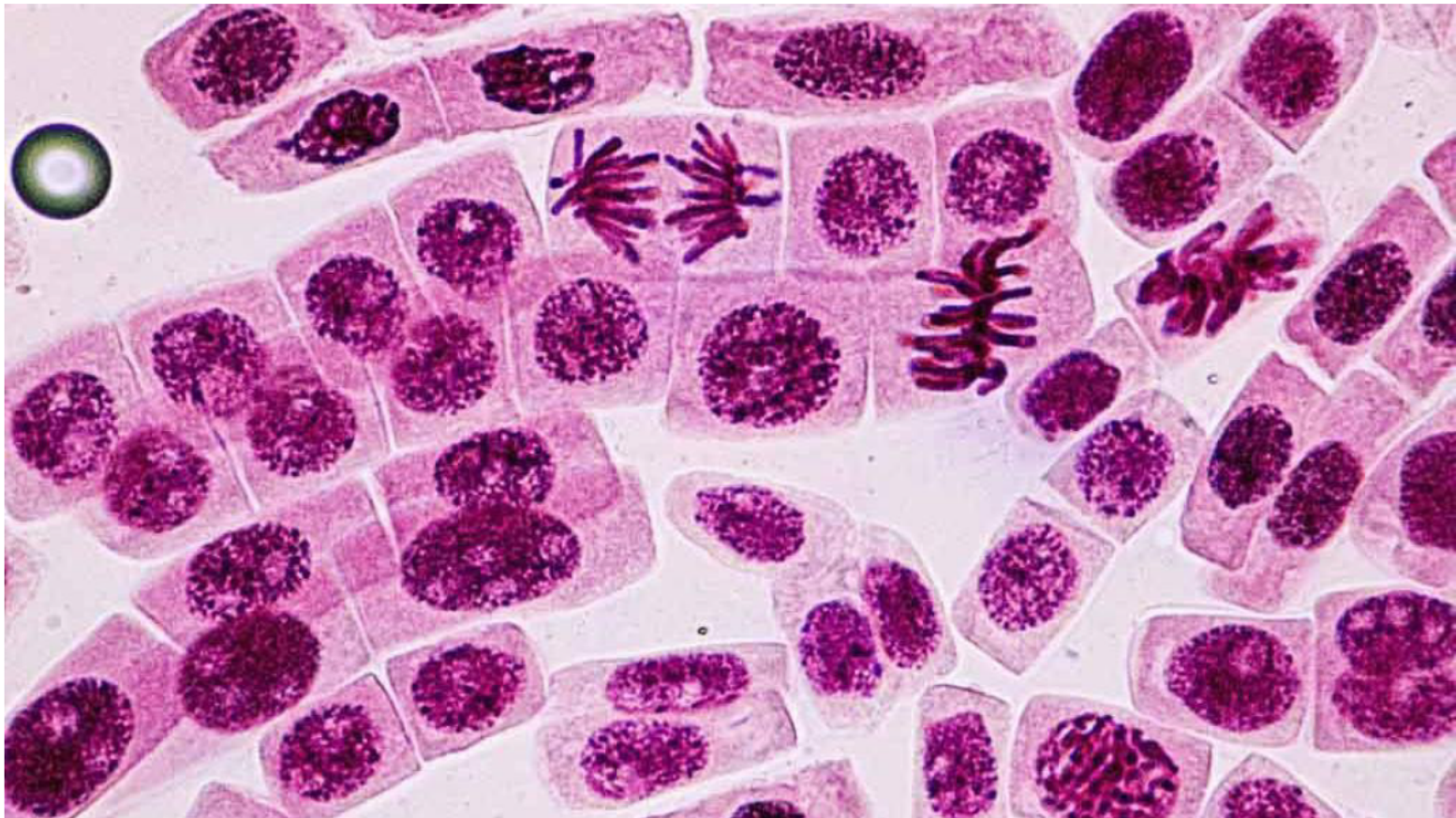
B. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *A. CEPHA*

- **Objetivos:**

- Aprender cómo la división celular forma parte del crecimiento de los organismos pluricelulares.
- Estudiar el potencial proliferativo de los meristemos de *A. cepa*.
- Aprender a fijar células y el método de tinción con solución de Giemsa para su observación.
- Obtener preparaciones adecuadas para calcular el índice mitótico de *A. cepa* y estudiar el potencial proliferativo de los meristemos de esta.
- Diferenciar células en distintas fases del ciclo.

B. ESTUDIO DEL CICLO CELULAR CON *A. CEPA*

• Protocolo:



RESULTADOS

- Experiencia 1.

1. Para cada una de las preparaciones, marca con una X la casilla que corresponda en base a tus observaciones. Puedes hacer anotaciones para resalta los matices que consideres.
2. Comenta las conclusiones que puedes obtener a partir de los resultados del ejercicio 1. Añade alguna foto o dibuja lo observado en el microscopio para apoyar tus conclusiones.
3. ¿Cuál crees que sería la mejor forma de transmitir lo aprendido en esta experiencia a una clase de primaria? ¿Qué ideas te parecen imprescindibles para darles una base sobre el ciclo celular?

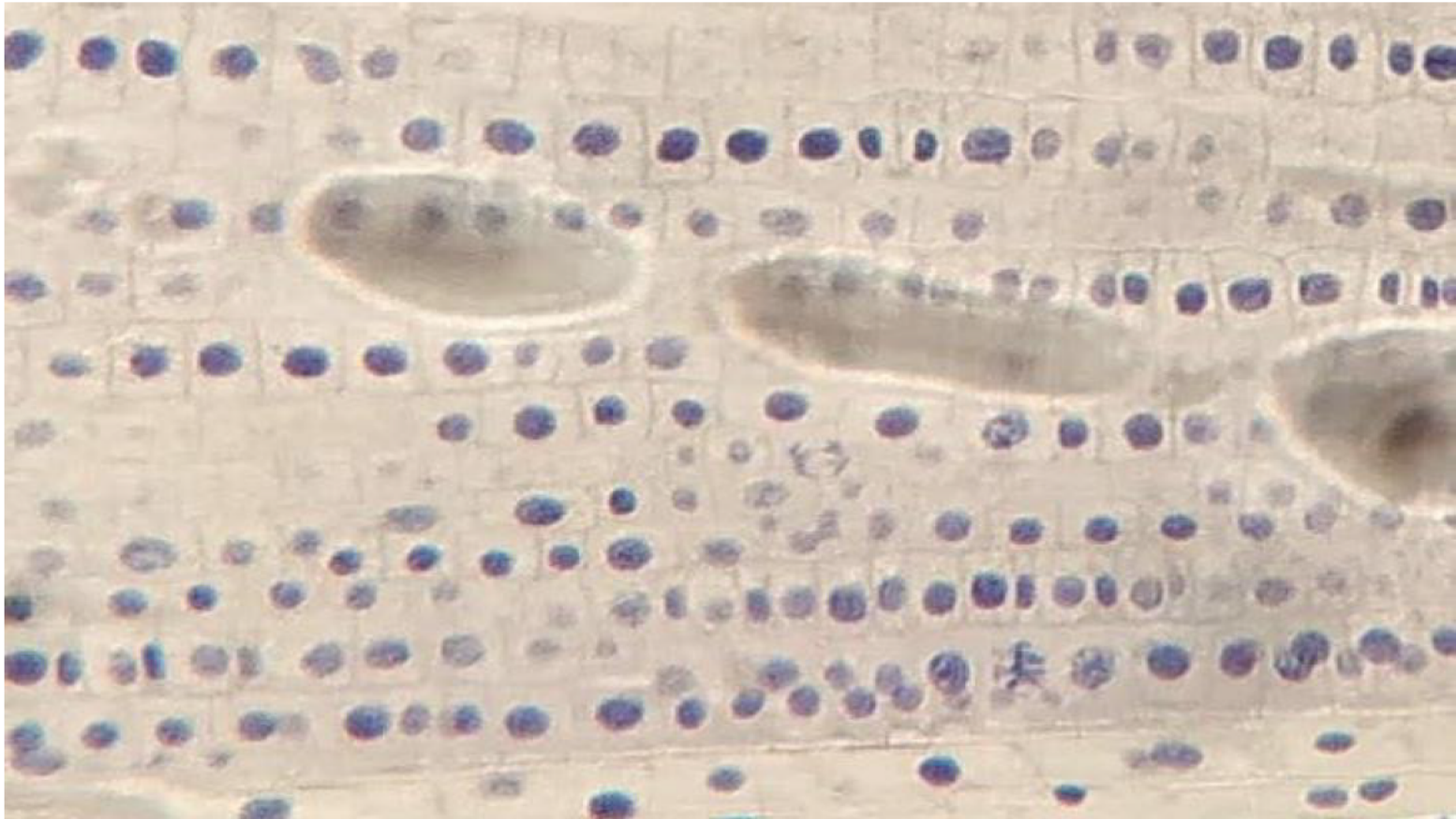
RESULTADOS

- Experiencia 2.

1. Calcula el índice mitótico a partir de tu preparación de células vegetales de *A. cepa*. Comenta el resultado. Añade alguna foto o dibuja lo observado en el microscopio para apoyar tus conclusiones.

$$\%IM = \frac{N^{\circ} \text{ CÉLULAS EN MITOSIS (FASES P + M + A + T)}}{N^{\circ} \text{ TOTAL CÉLULAS}}$$

2. De la experiencia 2, ¿qué te parece fundamental explicar en una clase de primaria para facilitar que entiendan las ideas básicas del ciclo celular? ¿Cómo las transmitirías?



Bibliografía

- **"Student study guide for Biology"** Campbell, Neil A.; Reece, Jane B.; Taylor, Martha R. Unit 2: The cell and Unit 3: Genetics.
- **"Molecular Biology of The Cell"** Johnson, A.; Lewis, J.; Morgan, D.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P.; Alberts, B. Chapter 17: Cell cycle.
- **"Cell cycle regulation in the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe*"** Forsburg, Susan L. and Nurse, P. 1991. ICRF Cell Cycle Group, Microbiology Unit, Biochemistry Department, Oxford University, Oxford OX1 3QU, England. Annu. Rev. Cell. Biol. 7:227-256.
- **"Atlas de Histología Animal y Vegetal. Tejidos Vegetales. Meristemos."** Megías, M.; Molist, P.; Pombal, Manuel A. 2017. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo. 6-7.
- **"Optimización de una técnica de tinción para determinación de efectos citogenéticos en ápices radicales de *Allium cepa*"** Urtega Omar, F.; Lallana, Victor H. 2005. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER, C.C. 24 E3100WAA, Paraná, Entre Ríos, Argentina. Revista Científica Agropecuaria 9(1): 63-70.
- **"Guía de Estudio: Técnicas Histológicas"** Alzola, R. 2001. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA. 1-15.
- **"Cuídate en el laboratorio y protege el medio ambiente"** Servei de Seguretat, Salut i Qualitat Ambiental. Universitat de València. Buenas prácticas en el laboratorio. Hábitos personales y de trabajo. 4.

ANEXO IV

KAHOOT!: “LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES”. PREGUNTAS Y RESULTADOS.

ANDREA BLASCO

1. PREGUNTAS Y RESULTADOS DEL CUESTIONARIO EL PRIMER DÍA: 28/01/2020

Las células toman decisiones. Projecte Natura 2020

Played on 28 Jan 2020

Hosted by Andrea Blasco

Played with 7 players *(Los estudiantes jugaron por parejas)

Played 9 of 9

Overall Performance

Total correct answers (%) 50,79%

Total incorrect answers (%) 49,21%

1 Quiz

Si durante la mitosis tiene una célula vegetal tiene 12 cromosomas, ¿Cuántos tendrá en la fase G2 de su siguiente ciclo?

Correct answers 12

Players correct (%) 14,28%

Answer Summary

Answer options  6  12  9  24

Is answer correct?	X	✓	X	X
Number of answers received	5	1	0	1

2 Quiz La parte más larga del ciclo celular es:

Correct answers	Interfase
Players correct (%)	100,00%

Answer Summary

Answer options	▲ Profase	◆ Interfase	● G1	■ Mitosis
Is answer correct?	X	✓	X	X
Number of answers received	0	7	0	0

3 Quiz Una célula que pasa el punto de restricción en G1 probablemente:

Correct answers	Duplique sus cromosomas
Players correct (%)	28,57%

Answer Summary

Answer options	 Duplique sus cromosomas	 Acabe de completar la citocinesis	 Continúe dividiéndose solo si es una célula tumoral	 Entre en fase G2
Is answer correct?				
Number of answers received	2	2	2	1
4 Quiz	¿En qué fase la célula tiene menos DNA?			
Correct answers	G0			
Players correct (%)	14,28%			
Answer Summary				
Answer options	 G0	 Profase	 Metafase	 Anafase
Is answer correct?				
Number of answers received	1	2	1	3
5 Quiz	Un humano está formado por 10 ¹³ células, a diario mueren y se reemplazan 10 ¹⁰ . Esto indica que:			
Correct answers	Podemos crecer, reparar tejidos y realizar las funciones vitales			
Players correct (%)	85,71%			

Answer Summary				
Answer options	▲ Cada año nos convertimos en personas nuevas	◆ Usamos las necesarias para reparar tejidos y guardamos las que sobran	● A la hora de dormir casi no nos quedan células	■ Podemos crecer, reparar tejidos y realizar las funciones vitales
Is answer correct?	X	X	X	✓
Number of answers received	0	1	0	6

6 Quiz

Para que las células mantengan su tamaño al dividirse, la duración del ciclo coincide con:

Correct answers	El tiempo que tarda en duplicar su material genético y citoplasmático
Players correct (%)	57,14%

Answer Summary

Answer options	▲ El tiempo que tarda en duplicar su material genético y citoplasmático	◆ El tiempo que tarda en duplicar su material genético	● El tiempo que tarda en finalizar la fase G0	■ El tiempo que tarda en duplicar sus orgánulos
Is answer correct?	✓	X	X	X

Number of answers received	4	3	0	0
7 Quiz	Los cromosomas de la placa metafásica son atraídos a los polos del huso.			
Correct answers	Verdadero, mediante fuerzas iguales y opuestas			
Players correct (%)	100,00%			
Answer Summary				
Answer options	 Verdadero, mediante fuerzas iguales y opuestas	 Verdadero, cuando la célula es infectada por un virus	 Falso	 Falso, porque las células estiran de ellos hacia el núcleo de cél. madre
Is answer correct?				
Number of answers received	7	0	0	0
8 Quiz	En la figura, <i>S. cerevisiae</i> está en fase:			
Correct answers	M			
Players correct (%)	42,85%			
Question duration	20 seconds			
Answer Summary				

Answer options	 G0	 M	 G1	 S
Is answer correct?	X	✓	X	X
Number of answers received	0	3	2	2

9 Quiz ¿Cuántos cinetocoros tiene una célula en mitosis?

Correct answers	2
Players correct (%)	14,28%

Answer Summary

Answer options	 15	 23	 2	 46
Is answer correct?	X	X	✓	X
Number of answers received	0	4	1	2

2. PREGUNTAS Y RESULTADOS DEL CUESTIONARIO EL ÚLTIMO DÍA: 03/02/2020

Played on	3 Feb 2020
Hosted by	anonymous
Played with	7 players*(Los estudiantes jugaron por parejas)
Played	9 of 9
Overall Performance	
Total correct answers (%)	74,60%
Total incorrect answers (%)	25,40%

1 Quiz	Si durante la mitosis tiene una célula vegetal tiene 12 cromosomas, ¿Cuántos tendrá en la fase G2 de su siguiente ciclo?			
Correct answers	12			
Players correct (%)	71,14%			
Answer Summary				
Answer options	 6	 12	 9	 24
Is answer correct?	X	✓	X	X

Number of answers received	0	5	0	2
2 Quiz	La parte más larga del ciclo celular es:			
Correct answers	Interfase			
Players correct (%)	100,00%			
Answer Summary				
Answer options	 Profase	 Interfase	 G1	 Mitosis
Is answer correct?	X	✓	X	X
Number of answers received	0	7	0	0
3 Quiz	Una célula que pasa el punto de restricción en G1 probablemente:			
Correct answers	Duplique sus cromosomas			
Players correct (%)	28,57%			
Answer Summary				
Answer options	 Duplique sus cromosomas	 Acabe de completar la citocinesis	 Continúe dividiéndose solo si es una célula tumoral	 Entre en fase G2

Is answer correct?	✓	X	X	X
Number of answers received	2	0	1	4

4 Quiz ¿En qué fase la célula tiene menos DNA?

Correct answers	G0
Players correct (%)	71,42%

Answer Summary

Answer options	▲ G0	◆ Profase	● Metafase	■ Anafase
Is answer correct?	✓	X	X	X
Number of answers received	5	0	1	1

5 Quiz Un humano está formado por 1013 células, a diario mueren y se reemplazan 1010. Esto indica que:

Correct answers	Podemos crecer, reparar tejidos y realizar las funciones vitales
Players correct (%)	100,00%

Answer Summary

Answer options	▲ Cada año nos convertimos en personas nuevas	◆ Usamos las necesarias para reparar tejidos y guardamos las que sobran	● A la hora de dormir casi no nos quedan células	■ Podemos crecer, reparar tejidos y realizar las funciones vitales
Is answer correct?	X	X	X	✓
Number of answers received	0	0	0	7
6 Quiz	Para que las células mantengan su tamaño al dividirse, la duración del ciclo coincide con:			
Correct answers	El tiempo que tarda en duplicar su material genético y citoplasmático			
Players correct (%)	71,42%			
Answer Summary				
Answer options	▲ El tiempo que tarda en duplicar su material genético y citoplasmático	◆ El tiempo que tarda en duplicar su material genético	● El tiempo que tarda en finalizar la fase G0	■ El tiempo que tarda en duplicar sus orgánulos
Is answer correct?	✓	X	X	X
Number of answers received	5	0	2	0

7 Quiz		Los cromosomas de la placa metafásica son atraídos a los polos del huso.						
Correct answers		Verdadero, mediante fuerzas iguales y opuestas						
Players correct (%)		100,00%						
Answer Summary								
Answer options	▲	Verdadero, mediante fuerzas iguales y opuestas	◆	Verdadero, cuando la célula es infectada por un virus	●	Falso	■	Falso, porque las células estiran de ellos hacia el núcleo de cél. madre
Is answer correct?	✓		✗		✗		✗	
Number of answers received	7		0		0		0	
8 Quiz		En la figura, S. cerevisiae está en fase:						
Correct answers		M						
Players correct (%)		85,71%						
Answer Summary								
Answer options	▲	G0	◆	M	●	G1	■	S
Is answer correct?	✗		✓		✗		✗	

Number of answers received	0	6	0	1
9 Quiz	¿Cuántos cinetocoros tiene una célula en mitosis?			
Correct answers	2			
Players correct (%)	42,85%			
Answer Summary				
Answer options	 15	 23	 2	 46
Is answer correct?				
Number of answers received	0	2	3	2

ANEXO V

PÓSTER DIVULGATIVO

ANDREA BLASCO

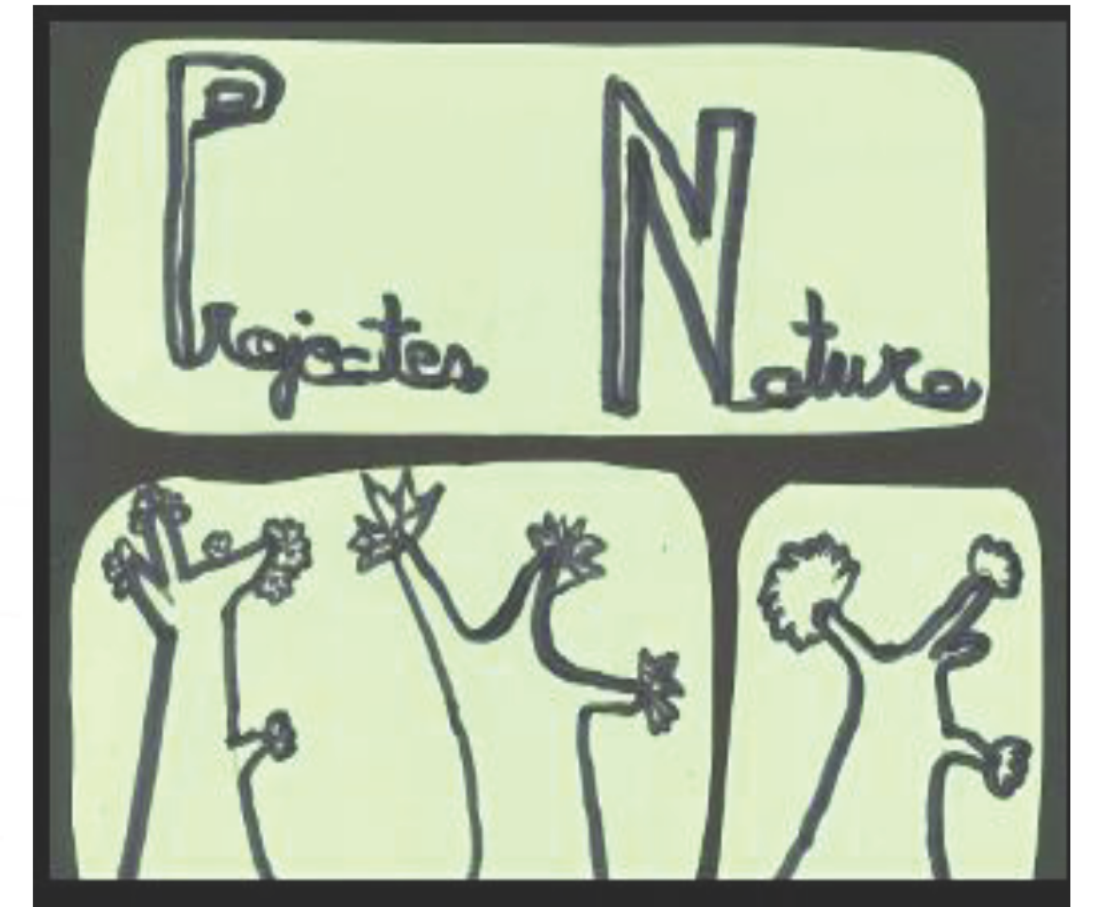


VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Facultat de Ciències Biològiques



Delegación para la
Incorporación a la Universidad



LAS CÉLULAS TOMAN DECISIONES

ANDREA BLASCO NAVARRO – UNIVERSTIAT DE VALÈNCIA

1º BACH. Y 6º E.P. – COLEGIO PUREZA DE MARÍA-CID (VALENCIA)

RESUMEN Y OBJETIVOS

Este proyecto pretende llevar las ideas básicas de la biología molecular de la división celular a etapas preuniversitarias. El proyecto pretende estudiar la **división celular** con un nivel adaptado a las asignaturas de Biología y Geología en 1º Bach. y Ciencias Naturales de 6º E.P., e integrarla dentro del **Ciclo Celular** en **organismos unicelulares** y **pluricelulares**. También se transmitirá una visión general del trabajo profesional en el área de la investigación en ciencias biológicas.

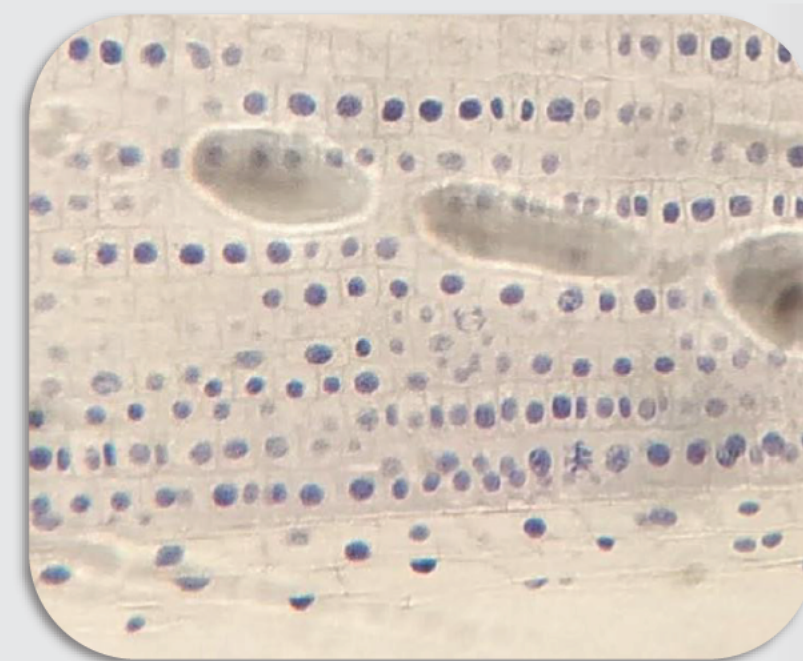
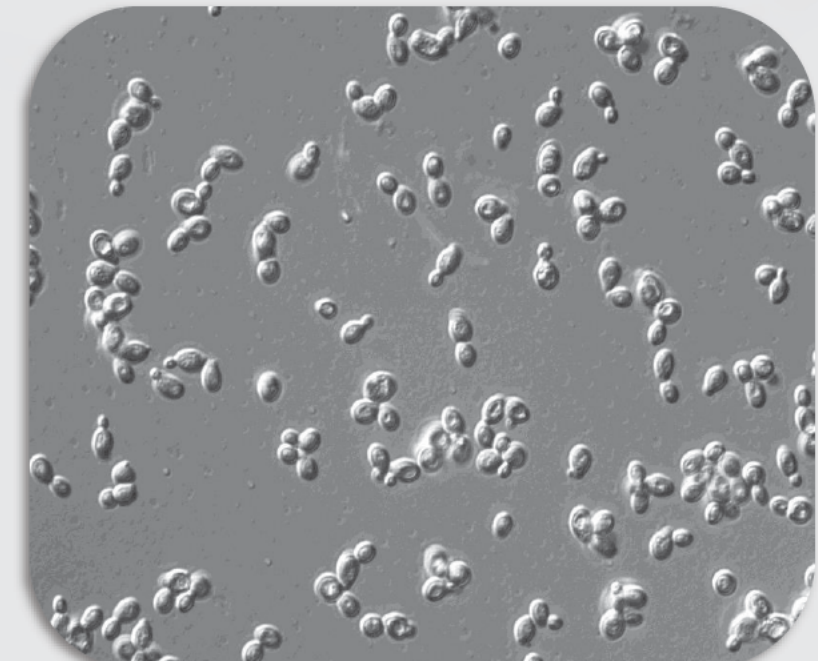
PALABRAS CLAVE

Célula, ciclo celular, división celular, reproducción, fase S (replicación del ADN), M (mitosis) y G ("Gap"), ABP, ApS

METODOLOGÍA DOCENTE

ApS, ABP, gamificación, "flipped classroom" y aprendizaje significativo

DESARROLLO DEL PROYECTO



FASE I: PREPARACIÓN PREVIA

(Octubre – Diciembre, 2019)

Se planteó el proyecto al resto del **equipo docente** formado por mi tutora de T.F.G, Inma Quillis y las profesoras implicadas del Colegio Pureza de María-Cid.

Decidimos los cursos con los que trabajaríamos y preparamos todo el material necesario para el desarrollo de las siguientes fases: Dossier para 1º Bach., puzzles para 6º E.P., preguntas para el kahoot, material biológico, etc.

FASE II: APRENDIZAJE

(Enero, 2020)

Los alumnos de 1º Bach. llevaron a cabo su **aprendizaje** durante 4 sesiones en las que realizaron 2 prácticas:

1. El Ciclo Celular en *S. cerevisiae*. Sembraron cultivos de la levadura variando el medio nutritivo, la temperatura, usando cepas wildtype, mutantes termosensibles y drogas como el *factor alpha*. Así comprobaron en qué condiciones *S. cerevisiae* crece óptimamente.

2. El Ciclo Celular en *A. cepa*. Plantaron una cebolla para después realizar preparaciones histológicas de sus células meristemáticas y observar las diferentes fases de la mitosis.

FASE III: SERVICIO

(Enero – Febrero, 2020)

Los alumnos de 1º Bach. hicieron su **servicio** diseñando una sesión para transmitir a sus compañeros de 6º E.P. lo que habían aprendido mediante:

Un **mini-teatro** en el que una célula le explicaba a otra en qué consiste la **mitosis**.

Una breve **explicación del concepto de "organismos modelo"**, mostrándoles algunos de los principales.

El **juego de "El Ciclo Celular"**, que consiste en hacer un paralelismo del ciclo celular montando dos copias iguales de un puzzle.

FASE IV: EVALUACIÓN Y DIFUSIÓN

(Mayo, 2020)

Se cumplieron todos los objetivos planteados. Los alumnos **aprendieron** los conceptos expuestos y desarrollaron una **gran capacidad creativa**. Tuvieron una **actitud muy participativa** que facilitó el desarrollo del proyecto. La **valoración** del proyecto por sus participantes fue muy positiva.

El Proyecto dispone de una **ficha técnica** para su difusión, en la que también se plantean las actividades de las fases II y III adaptadas al público general.

BIBLIOGRAFÍA

Alberts, B. (2015). Molecular biology of the cell. Garland Science, Taylor and Francis Group.
Morgan, D. O. (2007). En The cell Cycle: Principles of control. London: New Science Press Ltd.
Taylor, M. R., & Campbell, N. A. (2002). Student study guide for Biology. Benjamin and Cummings

Trujillo, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Madrid: Ministerio de Educación, cultura y deporte
Puig, J. M., Batlle, R., Bosch, C., & Palos, J. (2007). Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía. Barcelona: Editorial Octaedro.

