



Universidad
Zaragoza



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Biología y Geología



LA MODELIZACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA CELULAR
THE MODELING FOR THE LEARNING OF CELLULAR BIOLOGY

Trabajo Fin de Máster

Curso 2020-2021

Universidad de Zaragoza



Autor: Laura Vanesa Cattaneo Romero

Director: Ana María Aragüés Díaz

Índice

I. INTRODUCCIÓN	2
a. Presentación personal y del currículo académico	2
b. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II	3
c. Presentación del trabajo.	4
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM	5
a. Actividad 1.....	5
b. Actividad 2.....	6
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	8
A. Título y nivel educativo.....	8
B. Evaluación inicial.....	8
C. Objetivos del currículo.....	10
I. Objetivos generales de etapa	10
II. Objetivos generales de la asignatura.....	10
III. Objetivos didácticos.....	11
D. Justificación.....	11
a. Justificación de la propuesta.....	11
b. Justificación de la metodología utilizada.....	12
IV. ACTIVIDADES	15
a. Contexto del aula y participantes.....	15
b. Contenidos, objetivos y desarrollo de las actividades	15
c. Temporalización y recursos	21
d. Metodología utilizada	22
e. Criterios de evaluación y de calificación e instrumentos utilizados.	22
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	25
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	29
VII. CONSIDERACIONES FINALES.....	31
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
IX. ANEXO I.....	36

Nombre del alumno	Laura Vanesa Cattaneo Romero
Director del TFM	Ana María Aragüés Díaz
Tutor del Centro de Prácticas II	Marta Martínez Agustín
Centro Educativo	CPI La Jota
Curso en el que se desarrolla la propuesta	1ero A y B ESO
Tema de la propuesta	La modelización para aprendizaje de la biología celular

I. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal y del currículo académico.

Mi nombre es Laura Vanesa Cattaneo Romero, nacida en Argentina, con nacionalidad española y una interesante mezcla de culturas tanto en mi familia de origen como en la que supe formar. A diferencia de la mayoría de los alumnos del Máster, tengo bastante más camino recorrido y 25 años de profesión docente en mi haber, repartidos entre Argentina y Grecia.

Allá por el año 1989, con mi flamante título de Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Mar del Plata, partí hacia Atenas becada por el Ministerio del Exterior de la República de Grecia en donde tuve el honor de trabajar durante 5 años como investigadora en la Facultad de Agronomía de la Universidad Kapodistriaca de Atenas bajo la dirección del Dr. Dimitris Voliotis en la Cátedra de Botánica Sistemática. En esa época surgió una nueva pasión, la enseñanza del Español como Lengua Extranjera, que llegó a mí sin buscarla y que sigo enseñando hace tantos años como la biología.

Al finalizar mi beca en el año 1994, me tocó volver a una Argentina en donde la investigación estaba totalmente denostada, sin oposiciones a cargos universitarios ni ingresos a carrera de investigador. Fue por ese entonces cuando decidí lanzarme de lleno a la profesión docente impartiendo durante doce años asignaturas como: Biología, Educación para la salud, Bioética, Proyecto de investigación, Ecología y medio ambiente, Tecnologías de Control, Taller de Evaluación de Impacto Ambiental, Espacio institucional de Ciencia, Técnica y Sociedad, Salud y Adolescencia y Recursos del Mar.

En el año 2005 dejé nuevamente la Argentina, luego de sobrevivir al famoso “corralito”, para asentarme en España, revalidé títulos y cuando estaba lista para hacer el CAP me ofrecieron trabajo como profesora de ELE y traductora colaboradora de la Embajada Argentina de Atenas. En el año 2012, luego de muchos años de disfrutar ese maravilloso país y crisis europea mediante, regresé nuevamente a la Argentina en donde comencé a trabajar como Tutora Virtual en la asignatura *Proyecto Educativo I* de la Especialización Docente de Nivel Superior en Educación y TIC desarrollado por el Instituto Nacional de Formación Docente

(INFD) , continué trabajando como profesora de ELE en el laboratorio de Idiomas de la UNMDP y retomé mi actividad docente en las asignaturas Biología , Salud y Adolescencia , Fisicoquímica y Taller de Huerta orgánica en la ESO, Bachillerato y Formación Profesional hasta la actualidad. Un poco debido a mi destino de ciudadana del mundo y otro poco por mi indudable autoexigencia profesional,uento con una considerable y variada formación académica, entre la que se destacan, además de cursos, talleres y proyectos, mis titulaciones de : Licenciada en Ciencias Biológicas de la UNMDP (1989) , Máster en Lingüística Aplicada a la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera (MLAEELE) de la Universidad de Jaén (2011), Especialista Docente en Ciencias Naturales (2015) y Especialista Docente de Nivel Superior en Educación y TIC (2017) otorgados por el INFD del Ministerio de Educación de la Nación Argentina, Instructora de Formación Profesional de la DGCyE del Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2019) y Diplomada en Diseño, Gestión y Evaluación de Proyectos de E-Learning y Formación Virtual por la Universidad Católica de Salta UCASAL en Argentina (2020).

En el año 2020, en medio de una crisis sanitaria sin precedentes causada por la pandemia COVID-19, con mis tres hijos asentados en España y en pos de reagrupar mi familia, decidí apostar por un nuevo comienzo: anotarme en el Master en Profesorado de UNIZAR e intentar en un futuro cercano incorporarme al Sistema Educativo Español en las próximas oposiciones del 2023.

b. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II.

Tanto el Prácticum I como el II fueron llevados a cabo El CPI La Jota, ubicado en la calle Balbino Orensanz 3,5 y emplazado en el barrio que le diera su nombre. El barrio de La Jota, situado en la margen izquierda del Ebro, está bien comunicado con el resto de la ciudad y rodeado de numerosos parques y zonas verdes entre las que destacamos: parque de Oriente, parque del Jotero y la ribera del Ebro. El nivel cultural y socioeconómico de los vecinos del barrio se puede considerar medio. La población se ha rejuvenecido estos últimos años con la llegada al barrio de familias que han adquirido su vivienda en los nuevos edificios construidos, principalmente en los alrededores del colegio y se destaca una proporción significativa de población inmigrante que asiste a sus aulas.

El establecimiento cuenta con una población total de 670 alumnos y mantiene una estrecha vinculación con toda la comunidad educativa para garantizar la convivencia y la relación de todos los miembros que la componen, destacándose su colaboración con la Asociación de Padres de Alumnos (APA) y los centros educativos de la zona (CEIPS e IES). A partir del curso 2015-2016 fue designado Centro Preferente TEA contando con un aula específica para alumnado de las tres etapas educativas con Trastorno del Espectro Autista y desde el curso 2017-2018 el Colegio Público La Jota cambió su denominación y perfil para convertirse en Centro Integrado La Jota, determinado fundamentalmente por la implantación progresiva de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (curso 1º a 4º). Por este motivo el Centro queda configurado para la impartición de las etapas de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria siendo de aplicación la legislación vigente estatal y autonómica referida a la Orientación, a la Atención a la Diversidad, al Currículo y a la Evaluación.

En cuanto a la organización de la ESO, el centro cuenta con tres grupos de 1º, tres grupos de 2, tres grupos de 3º y dos grupos de 4º (uno orientado a Bachillerato y otro a Formación

Profesional), además de un grupo de PAI en 1º ESO y dos grupos de PMAR en 2º y 3º ESO respectivamente.

El desarrollo de las prácticas se realiza bajo la supervisión de la tutora de centro Marta Martínez Agustín, profesora de Biología y Geología de 1ero A y B (ambos bilingües), 3ero A, B (ambos bilingües) y C (castellano), 4to A y B (ambos en castellano). Durante la misma se efectúa la observación de actividades de áulicas desarrolladas por la tutora y se pone en práctica la propuesta de innovación didáctica llamada “La modelización para el aprendizaje de la biología celular” en los días y horarios acordados con la tutora según conveniencia en la programación de contenidos.

c. Presentación del trabajo.

La citada propuesta ha sido desarrollada en el CPI la Jota en 1ero A y B durante 3 sesiones de 50 minutos en cada uno de los cursos. La misma se plantea como una actividad de repaso, diferenciadora de las actividades áulicas tradicionales que venían llevando a cabo (clases expositivas, cuestionarios y actividades propuestas en el libro de texto), al finalizar la unidad didáctica que la contiene. Se inicia explorando las ideas previas de los estudiantes y muestra la forma de aplicar una secuencia didáctica para el aprendizaje de la biología celular en forma activa, utilizando para ello la modelización grupal como renovación metodológica que contribuya a comprender el funcionamiento de la célula en un ser vivo.

En los siguientes apartados se presenta el análisis didáctico de dos actividades llevadas a cabo en alguna de las asignaturas cursadas a lo largo del presente Máster que han servido de inspiración para diseñar las actividades que integran la propuesta. A continuación, mediante revisión bibliográfica se construye el marco teórico que sustenta y justifica la elección de las presentes actividades y la metodología empleada en cada una de ellas. Tras la descripción detallada de las actividades que componen la propuesta, se presenta el análisis de los resultados obtenidos después de la puesta en práctica de la misma. Por último, se realiza un análisis crítico de la propuesta incluyendo tanto los problemas y dificultades encontrados durante su implementación como la evaluación del propio desempeño docente y las propuestas de mejora a realizarse para que sea sostenible a través de tiempo y transferible más allá del contexto particular de las aulas de 1ero A y B, ajustándose tanto a la diversidad del alumnado como a su implementación por otros docentes.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

Si bien ha sido difícil la elección de dos actividades dentro la gran variedad que se ha propuesto en las diferentes asignaturas, el análisis didáctico de las seleccionadas en este apartado ha supuesto, en mayor o menor medida, la base de las actividades diseñadas y llevadas a cabo durante la realización del prácticum II.

La primera actividad corresponde a la asignatura “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales” y se encuentra incluida dentro de los temas vistos en Fundamentos, parte de la materia que trató las temáticas relacionadas con la didáctica de las ciencias durante el primer cuatrimestre. La segunda actividad seleccionada fue llevada a cabo en la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología” durante el segundo cuatrimestre y corresponde al práctico 6 sobre modelización de proteínas.

Mas allá de la selección realizada, todas y cada una de las actividades llevadas a cabo durante el presente Máster me han aportado una visión renovada sobre metodologías activas, me han brindado estrategias didácticas de aplicación directa en el aula y han propiciado el ejercicio de la evaluación continua de mi propia actividad docente.

a. Actividad 1.

Ideas alternativas en ciencias experimentales

Esta actividad corresponde al trabajo práctico 3 de “Fundamentos” realizado en la asignatura “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales”, está referida al análisis de las ideas alternativas como aspecto didáctico que puede condicionar el proceso de enseñanza-aprendizaje y se conecta directamente con la segunda actividad elegida, la modelización, como metodología que contribuye a la reestructuración cognitiva de los estudiantes en temáticas complejas como la enseñanza de la biología celular.

Dado que estas concepciones tienen múltiples orígenes (experiencias personales que incluyen la percepción, la cultura de los iguales, el lenguaje, los métodos de enseñanza, las explicaciones de los profesores y los materiales didácticos) es necesario, como punto de partida, la búsqueda bibliográfica de artículos e investigaciones que nos permita prever y detectar qué tipo de ideas sobre un determinado tema son más frecuentes en el alumnado, ya que, la existencia de ideas y modelos alternativos es un hecho que condiciona la dinámica del sistema didáctico.

El trabajo práctico plantea el análisis de la información que presenta un libro de texto de 1ero ESO sobre la temática del Reino Hongos y el tipo de demanda cognitivo-lingüística planteada en las preguntas relacionadas con el mismo. En él se evidencia que la información que brinda no es suficiente para contestar las preguntas que plantea y que, además, estas se circunscriben meramente a descripciones o explicaciones, demanda cognitiva que no es suficiente para traslucir ni reestructurar concepciones alternativas como podrían propiciarlo las preguntas sobre pruebas o evidencias que han permitido construir un modelo, llegar a una idea, hacer una predicción, proponer u opinar.

A través de la práctica se hace evidente que los libros de texto difícilmente puedan constituirse como único recurso didáctico, como única fuente de información en el aula, quedando bajo responsabilidad del docente el desafío de la selección de las porciones

adecuadas de estos materiales para cada temática que deba ser abordada y de complementar sus prácticas docentes con nuevas estrategias de aprendizaje para poder reemplazar las concepciones alternativas y las ideas previas presentes en el alumnado, por conocimientos científicos. Dentro de las estrategias didácticas para compensar las falencias halladas en los libros de textos se sugieren actividades metacognitivas que permitan controlar el proceso de comprensión y tomar las medidas correctoras adecuadas, como por ejemplo, fomentar el procesamiento en profundidad de la información de los libros de texto por parte de los alumnos, aprovechar los errores y las imprecisiones conceptuales presentes en ellos como recursos para el análisis en procesos de aprendizaje, plantear actividades de comparación y contrastación e Incluir elementos que favorezcan la motivación de la lectura, tales como comentarios, ejercicios especiales, tareas y resolución de problemas.

Comprendiendo que la construcción de los conocimientos científicos está en relación con las concepciones que los alumnos poseen sobre los objetos y fenómenos del mundo que los rodea y que, desde una perspectiva constructivista, estos saberes previos actúan como punto de partida en el proceso de aprendizaje, decidí comenzar mi propuesta didáctica con la exploración de tales concepciones.

Para ello, además de realizar un cuestionario, decidí utilizar como cambio metodológico, el modelo inicial de la práctica de modelización como actividad exploratoria de ideas previas y concepciones alternativas sobre el concepto de célula, las estructuras que la conforman y su funcionalidad, su ubicación en los seres vivos y la noción de tridimensionalidad en contraposición con las ilustraciones bidimensionales que se presentan en los modelos de los libros de texto.

b. Actividad 2.

Modelos de proteínas

Esta actividad corresponde a la práctica 6 sobre construcción de modelos de proteínas realizada la asignatura “Diseño de actividades aprendizaje de biología y geología”. La misma se iniciaba con la creación grupal y consensuada de un modelo de plastilina que representara el concepto de proteína a partir de los conocimientos previos, sin consulta de ninguna fuente bibliográfica.

Las producciones fueron muy variadas dependiendo no solo de la creatividad de cada grupo sino de las ideas previas que cada miembro aporto en relación con su formación académica. En nuestro grupo éramos mayoría de biólogos y nos centramos en la creación de modelos de proteínas de acuerdo a su complejidad estructural (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria), mientras que otros grupos tendieron a tratar de representar la síntesis de proteínas. En la segunda parte del práctico se planteó la construcción de un segundo modelo en plastilina con apoyo bibliográfico y la realización de un vídeo explicativo que diera cuenta de la progresión de los modelos y la pertinencia de la información presente en los libros de texto que nos brindaron para su construcción. Para cerrar la práctica realizamos una instancia de reflexión en la que debatimos sobre las dificultades que habíamos tenido para plasmar nuestros modelos mentales, la comparación entre el modelo inicial y final en cuanto a estructuras representadas, las ideas aportadas, la pertinencia de la práctica para entender el concepto de proteína y su posible transposición al aula.

Las razones que me llevaron a elegir esta actividad e implementarla en el Prácticum II han sido varias. Por un lado, que su dinámica grupal fomenta la construcción colaborativa de conocimientos, resalta la riqueza de los aportes individuales y fomenta la motivación, la

cohesión grupal y la participación. Además, posibilita explorar y reestructurar conocimientos previos e ideas alternativas mediante una metodología activa diferente de las clases tradicionales y contribuye a desarrollar la capacidad de observación y argumentación. Por otro lado, que la familiaridad del material utilizado para los alumnos de 1ero, tan cercanos a la EP, relaciona la actividad con el juego y la creatividad, tan importantes para el aprendizaje significativo.

Por ello y de acuerdo con las características mencionadas, he considerado idónea la implementación de modelos en plastilina para trabajar los conceptos relacionados con la biología celular. La secuencia didáctica fue diseñada, según sugerencia de la tutora, como tarea de exploración de conceptos aprendidos después de finalizar el desarrollo teórico de la temática, como introducción del vocabulario específico en español ya que la asignatura de Biología y Geología se imparte en inglés en el primer y en segundo curso pero en el último año de la ESO solo en español, como repaso anterior a la prueba escrita y como tarea diferenciadora de las tradicionalmente expositivas a través del trabajo grupal que no había sido posible implementar durante el presente año lectivo debido a las medidas de prevención COVID-19 adoptadas por el centro.

Para su implementación se realizaron varias adaptaciones:

Por un lado, la clase se organizó en grupos mediante la técnica de trabajo colaborativo JIGSAW- Rompecabezas que propone la formación de grupos iniciales y expertos para el tratamiento de los contenidos. Los modelos iniciales fueron realizados por grupos de tres alumnos seleccionados por la tutora en base al desempeño y comportamiento, y los modelos finales por grupos expertos compuestos por el reagrupamiento al azar de los grupos iniciales cuidando que cada miembro fuera a un grupo diferente. De esta manera, la reflexión y la discusión sobre la progresión de los modelos contaría con opiniones más ricas y fundamentadas debido al aporte de expertos para cada uno de los tipos de células.

Por otro, el registro fotográfico y la presentación mediante video tuvo que ser filmada por mí ya que la mayoría de los estudiantes concurren al Instituto sin dispositivos móviles.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Título y nivel educativo.

El presente trabajo de fin de máster (TFM) recoge el diseño e implementación de la propuesta didáctica llamada “La modelización para el aprendizaje de la biología celular” y forma parte de la Unidad 5 de la programación anual llamada “La vida en la tierra”. La misma se lleva a cabo con los alumnos de 1ero A y B del CPI La Jota y aborda parte de los contenidos indicados en el bloque 3: “La vida en el planeta tierra” del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología de 1ero de ESO, tal y como establece la ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

B. Evaluación inicial.

Dado que la evaluación inicial sirve para conocer el punto de partida del grupo clase, permite reconducir la actuación docente (Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007) y confrontar lo que se enseña respecto de lo que se aprende, es preciso considerar las ideas que los alumnos traen al aula, tanto si han sido elaboradas en situaciones cotidianas o durante los años de escolarización anterior, a la hora de seleccionar y organizar los contenidos que se van a enseñar y de proponer una metodología de enseñanza adecuada para los mismos (Justi, 2006)

Como punto de partida y para orientar el diseño de la evaluación inicial comencé por realizar una búsqueda bibliográfica acerca de las concepciones alternativas y las dificultades generales detectadas en el aprendizaje y competencia científica de la biología celular en los alumnos de ESO. Los estudios consultados muestran que si bien el alumnado conoce y comprende que los seres vivos están formados por células, existen grandes dificultades a la hora de comprender su fisiología, cuestión que hace sospechar la falta de aprendizaje significativo del concepto de célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos (Muñoz Pérez, Muñoz Muñoz, & Peña Martínez, 2017). La célula, por tanto, parece percibirse inicialmente como algo abstracto e inconexo con los seres vivos, de manera que los alumnos reconocen los distintos tipos de células (sobre todo animales-vegetales) y las diferentes estructuras que las forman, pero no manifiestan interés alguno por sus funciones, asimilando que las células son piezas (ladrillos) del edificio físico de los seres vivos, pero no unidades implicadas en los procesos biológicos (Caballer & Giménez, 2006; Quílez & Peña, 2013), por lo tanto, si los alumnos no llegan a entender cómo funciona la célula, difícilmente puedan comprender como funciona un ser vivo en función de sus unidades celulares (Campanario & Moya, 1999; Galindo, Puig, & Villalonga, 2007).

De igual modo Díaz y Jiménez (1996) citado en (Mengascini, 2006), señalan problemas de apreciación en de las dimensiones, la concepción tridimensional y las formas celulares ya que las representaciones mentales de los estudiantes parecen combinar escalas diferentes que les dificultan el reconocimiento de información en imágenes complejas y una tendencia a concebir la célula como un “huevo frito”, con una estructura basada en anillos concéntricos en los que se sitúan algunos orgánulos. Con respecto a la estructura de las células es frecuente la mención al núcleo y la omisión del citoplasma, situación que deja sin considerar la existencia de células sin núcleo definido (como las procariotas) y parece considerar la existencia de células “huecas” (Galindo et al., 2007; Mengascini, 2006)

Para establecer el nivel académico de ambos cursos, siendo alumnos de reciente incorporación a la ESO, hice un análisis vertical del currículo acerca del tratamiento de los

contenidos relativos a la biología celular en EP. Si bien en el currículo oficial se prevé su enseñanza en el tercer ciclo de educación primaria y se precisa que el alumnado tiene que conocer la estructura básica de la célula (BOE núm. 173 de 20 de julio de 2007), el currículo aragonés no especifica el tratamiento de la estructura y función celular como contenido a desarrollar. Con independencia de su presencia explícita en el currículo de educación primaria, se puede afirmar que los conocimientos sobre la célula subyacen a todos los contenidos biológicos básicos que son habituales en esta etapa (concepto de ser vivo, diversidad de los seres vivos, herencia, digestión, etc.) y que los alumnos ingresan a la ESO sabiendo que los seres vivos están formados por células, que allí están los genes y que son las células las que, en último término, se encargan de que nuestro organismo funcione como lo hace en cada situación (Caballer & Giménez, 2006; Muñoz Pérez et al., 2017; Quílez & Peña, 2013)

Por otro lado, se solicitó a la tutora datos específicos sobre el nivel académico, el grado de motivación y de participación, tipo de actividades preferidas, características actitudinales y relacionales entre los alumnos y clima del aula.

La evaluación inicial se realizó en horario de clase y se indicó que sería anónima. Con esto se pretendía garantizar la seriedad y sinceridad de las respuestas, y que los alumnos evitasen la idea de que era un examen. En primer lugar, se elaboró un cuestionario (Anexo I) en el que se propusieron preguntas directas e indirectas sobre estructura celular de los seres vivos y su funcionamiento (idea de célula como unidad funcional) (Caballer & Giménez, 2006; Campanario & Moya, 1999; Muñoz Pérez et al., 2017)

El análisis cualitativo de los resultados permitió observar que la mayoría de los alumnos aparentemente creen o aceptan la idea de que los seres vivos están formados por células, pero, cuestionados en casos concretos o problemáticos (ciertos tejidos, vegetales o invertebrados) esta convicción se tambalea y se recurren a una respuesta aleatoria. Este resultado puede deberse a que tienen asumida la constitución celular de los seres vivos desde el punto de vista estructural y que esta concepción se ve seriamente limitada cuando se debe aplicar a situaciones indirectas o de aplicación del concepto.

Otro aspecto por destacar a partir de los resultados obtenidos es que la gran mayoría ha presentado dificultad a la hora de reconocer la constitución celular de seres vivos o partes de seres vivos que ofrecen un aspecto mineral, rígido o pétreo (huesos, corcho, coral) debido a que estas características no se asocian con la idea de vida ni de ser vivo, y por tanto no se entienden como formados por células. En cuanto a las preguntas relacionadas con el concepto de célula como unidad funcional se evidencia que, a excepción de un porcentaje muy pequeño en ambos cursos, no relacionan la regeneración de tejidos animales ni el crecimiento de plantas con la proliferación celular y aunque se tenga la noción de que las células se reproducen, esta idea solo está ligada a la reproducción de microorganismos. Estos resultados expresan la falta de comprensión del crecimiento como proliferación celular en un ser complejo.

En segundo lugar, habiendo elegido para el desarrollo de mi propuesta didáctica la metodología de aprendizaje basado en la modelización, enfoque heredero del estudio de las concepciones de los alumnos y del cambio conceptual (Adúriz-Bravo, 2010; Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009) se propuso a los alumnos la realización grupal de un modelo inicial de célula que reflejara sus conocimientos previos y que luego sirviera para contrastar la evolución del concepto de célula en la última fase de la práctica donde se realizan los modelos expertos.(Adúriz-Bravo, 2010; Bravo, Mazas, Aragüés, Sáenz, & de Echave, 2016;

Oliva, 2019)

Los resultados obtenidos en la actividad grupal de modelización inicial evidenciaron que ambos grupos presentan una noción clara de la clasificación y diferenciación de los distintos tipos de células ya que ninguno mezcló características de una y otra en sus modelos iniciales. A diferencia de los explicitado por Caballer y Giménez (1992), la mayoría de los grupos eligieron la célula eucariota vegetal, representándola de forma cuadrada, pentagonal o hexagonal, y una menor proporción la célula eucariota animal de forma redondeada, pero ninguno de ellos realizó un modelo con las características de la célula procariota. En 1ero A se advierte una noción más clara de las estructuras comunes a todas las células (citoplasma, núcleo con ADN en su interior y membrana plasmática) que, en 1ero B, ya que, si bien todos incluyeron en sus modelizaciones la pared celular y el núcleo con ADN, en la mayoría existe confusión acerca de donde ubicar el citoplasma y la membrana plasmática. En cuanto a los orgánulos ningún grupo recuerda nombres ni funciones, a excepción de quienes representaron la célula vegetal que distinguieron los cloroplastos, reafirmando la falta de relación entre estructura y función descripta en la bibliografía consultada.

En cuanto a tamaño y disposición espacial, en ambos cursos realizaron estructuras tridimensionales pero los modelos de células animales tienen más volumen que los de las vegetales que son más planos, de manera similar a como se encuentran representados en el libro de texto que usan en clase. Con respecto a la forma, se evidencia en ambos cursos la falta de noción de variedad morfológica celular y funcional, ya que subyace la creencia de que todas las células vegetales son geométricas y todas las células animales son redondeadas. Además, no relacionan que las mismas se encuentran formando tejidos ni los sucesivos niveles de organización de la materia orgánica de la que forman parte.

Por todo esto resulta imprescindible, dedicar mucho esfuerzo y energías para superar todas estas dificultades y facilitar al alumno la consolidación del concepto de célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos de los que forman parte. El nuevo paradigma educativo nos ofrece herramientas que nos pueden ayudar a superar estas barreras mediante la aplicación de metodologías basadas en el aprendizaje significativo, dentro de las cuales se incluye el aprendizaje basado en la modelización implementado en mi propuesta didáctica (Adúriz-Bravo, 2010; Adúriz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009; Justi, 2006).

C. Objetivos del currículo.

I. Objetivos generales de etapa

La presente propuesta didáctica se enmarca en los siguientes Objetivos Generales de Etapa establecidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre:

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

II. Objetivos generales de la asignatura

A continuación, se especifican los objetivos generales de la asignatura Biología y Geología

recogidos en la ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo dentro de los cuales se enmarca la presente propuesta:

- Obj.BG.5 Adoptar actitudes críticas, fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias de la ciencia (rigor, precisión, objetividad, reflexión lógica, etc.) y del trabajo en equipo (cooperación, responsabilidad, respeto, tolerancia, etc.).
- Obj.BG.8. Entender el conocimiento científico como algo integrado, en continua progresión, y que se compartimenta en distintas disciplinas para profundizar en los diferentes aspectos de la realidad, reconociendo el carácter tentativo y creativo de la Biología y la Geología y sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, así como apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones y avances científicos que han marcado la evolución social, económica y cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

III. Objetivos didácticos

- Poner a prueba los conocimientos previos de los alumnos en la elaboración grupal de un modelo inicial de célula.
- Motivar la reestructuración de las concepciones alternativas sobre la biología celular mediante la modelización expresiva y evaluativa en grupos expertos.
- Contribuir a la comprensión de la estructura y función de las células en relación con el funcionamiento de los seres vivos de los que forman parte.
- Analizar con los alumnos el concepto de célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos, comparando la progresión desde el modelo inicial al final.
- Contribuir a que los alumnos aprendan de una manera más motivadora y participativa mediante la implementación del trabajo grupal en contraposición con las tradicionales trabajos individuales y clases expositivas.
- Fomentar el desarrollo de destrezas propias del trabajo de los científicos como la observación, la elaboración de hipótesis, obtención y análisis de resultados o extracción de conclusiones.

D. Justificación

a. Justificación de la propuesta

Mi período de prácticas comenzó antes de las vacaciones de Semana Santa, por lo cual tuve la oportunidad de contar con una semana para recabar toda la información necesaria sobre los alumnos mediante la evaluación inicial, presentarme y ajustar mi propuesta didáctica para ser desarrollada al volver del receso lectivo. Durante las primeras sesiones la tutora estaba terminando las temáticas referidas a los contenidos de biología celular y pude observar que, si bien el desempeño de los alumnos era satisfactorio en cuanto a los requerimientos de las tareas solicitadas, las mismas se limitaban a la resolución de ejercicios propuestos en el libro con estrategias de resolución muy pautadas, cerradas o de solución inmediata que no requerían un alto compromiso cognitivo y que se orientaban a la repetición de las ideas del texto y a la aplicación de la teoría.

Habiendo detectado en la evaluación inicial dificultades tanto en la comprensión de conocimientos básicos sobre biología celular como de la capacidad para transferirlos a diferentes contextos, se pone de manifiesto la necesidad de trabajar estructura y función de

manera conjunta y progresiva para obtener un aprendizaje significativo (Campanario & Moya, 1999; Galagovsky, Quintero, & Merino, 2017; Galindo et al., 2007). Al compartir mi percepción con la tutora, me confirma, con cierta preocupación, la dificultad que yo misma observé y la necesidad de introducir otro tipo de cuestiones diferentes a las utilizadas en la tradición memorística que permitan sacar a la luz la incomprensión general que afecta a estos conceptos científicos fundamentales.

Dado que la programación didáctica preveía, en las próximas clases, el repaso de contenidos y posteriormente una prueba escrita, decidí proponer la implementación de la modelización tanto para trabajar los contenidos del currículo como para que los alumnos pudiesen interactuar con la realidad a través de problemas reales de su propio interés y desarrollar el pensamiento crítico propio de la actividad científica (Bravo & Jiménez, 2010; Bravo & Jiménez-Aleixandre, 2014).

Es así que se acuerda con la tutora la implementación de la secuencia didáctica “La modelización para el aprendizaje de biología celular” como propuesta innovadora de revisión de contenidos que permita la exploración de posibles concepciones alternativas y su consiguiente modificación mediante la práctica grupal de la modelización expresiva y evaluativa de modelos celulares iniciales y expertos diseñados con plastilina cuyo posterior análisis daría cuenta de la progresión de tales ideas hacia las ideas científicas que se quieren enseñar (Bravo et al., 2016). Mediante su aplicación se espera que los estudiantes aprendan a tomar decisiones o hacer juicios basados en información fundamentada que les permitan comprender el concepto de célula, su estructura y funcionamiento mediante la reconstrucción de modelos tridimensionales tomando como base los modelos bidimensionales presentes en los textos como así también evaluar sus ventajas y limitaciones.

b. Justificación de la metodología utilizada

Hewson y Thorley citados en (Furió, Solbes, & Carrascosa, 2006) afirman que las concepciones alternativas están caracterizadas por una asociación de ideas que se halla integrada en la mente del sujeto formando esquemas conceptuales dotados de solidez y coherencia interna que se repiten consistentemente en distintos niveles educativos y sobreviven a la enseñanza de los conocimientos que las contradicen. Dichas estructuras cognitivas interaccionan con la información que llega desde el exterior y juegan un papel esencial en el aprendizaje. Para que estas puedan ser cambiadas, el alumno debe entrar en contradicción entre sus ideas alternativas y las nuevas concepciones que se le presentan (Carrascosa-Alís, 2014).

Tanto el origen como la persistencia de las ideas alternativas en el campo de las ciencias obedecen a diversas causas entre las que pueden mencionar: influencia de las experiencias físicas cotidianas, influencia del lenguaje y de los diferentes medios de comunicación de masas debido a la designación de los conceptos científicos con los usados en el lenguaje cotidiano, existencia de graves errores conceptuales en algunos libros de texto y otros materiales didácticos, profesores que tienen las mismas ideas alternativas que sus alumnos o bien que desconocen este problema o la existencia de concepciones alternativas previas en sus alumnos concordantes y estrategias de enseñanza poco adecuadas (metodologías de la superficialidad y del sentido común) que provocan en el propio ambiente escolar la generación de ideas alternativas que los estudiantes no tenían previamente (Furió et al., 2006).

Para motivar la reestructuración de las ideas alternativas en el alumnado, Driver (1988) citada (Furió et al., 2006) propuso un modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el *cambio*

conceptual, el cual se haya estructurado en torno a una secuencia de actividades específicamente elaboradas (orientación, explicitación, reestructuración y revisión del cambio de ideas) para conseguir dicho cambio. No obstante, cuando este modelo se llevó a la práctica, el cambio conceptual conseguido era poco duradero, lo cual puso de relieve la necesidad de contemplar el aprendizaje de los conocimientos científicos como un proceso en el cual se deben incorporar otras estrategias que no solo favorezcan los cambios conceptuales sino también cambios metodológicos y epistemológicos (la superación de los razonamientos de sentido común, la metodología superficial y las visiones deformadas sobre la ciencia) y cambios axiológicos que tengan en cuenta los intereses del alumnado y actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje. Los modelos constructivistas de cambio metodológico, conceptual y actitudinal han abierto nuevas perspectivas respecto a la línea de investigación sobre las concepciones alternativas de los estudiantes mediante el estudio de los razonamientos y argumentaciones de los estudiantes y de cómo interaccionan con la información aportada por los propios compañeros, por el docente o por los libros de texto en el aula.

Dentro de las estrategias posibles para motivar reestructuración de ideas alternativas en el área de la biología celular, considero el aprendizaje basado en la modelización como una metodología idónea, ya que hace uso de recursos didácticos de mayor interés para el alumnado, evidencia errores conceptuales, supone un cambio de rol en el que los estudiantes pasan de ser evaluados a ser evaluadores, propicia que se esfuerzen más en sus argumentaciones, a la vez que fomenta su autoestima y contribuye a desarrollar una actitud más positiva hacia la ciencia y su aprendizaje (Bravo et al., 2016; Justi, 2006). Dicho enfoque se suma a otras estrategias como las de cambio conceptual, la investigación en torno a problemas o los enfoques de enseñanza en contexto (Adúriz-Bravo, 2010; Campanario & Moya, 1999) y en conjunto componen una parte muy importante de los fundamentos que orientan hoy la innovación y la investigación en la enseñanza de las ciencias a través de métodos activos (Oliva, Aragón, Jiménez, & Aragón, 2018).

Los modelos científicos se expresan mediante formas de representación complejas, por ello, es necesario distinguir que los enseñados en las clases de ciencias son simplificaciones de estos modelos, denominadas modelos de enseñanza y son representaciones creadas con el objetivo específico de ayudar a los alumnos a aprender algún aspecto de un modelo curricular, representados más comúnmente por dibujos, maquetas, simulaciones y analogías (Justi, 2006).

Tomando en cuenta el esquema de etapas de la modelización de Justi y Gilbert (2002), citado en (Adúriz-Bravo, 2010; Justi, 2006; Oliva et al., 2018) modelizar comportaría toda una gama de procesos estrechamente relacionados con los componentes del ciclo de investigación científica: observar, plantear problemas, formular predicciones, recoger y analizar información para comprobarla, elaborar nuevas ideas y explicaciones. De acuerdo con este esquema, el proceso modelización se inicia en la primera fase con la formulación del propósito o problema inicial, continúa con la organización de ideas, la selección de aspectos a describir en los modelos y el establecimiento de analogías. La segunda fase se caracteriza por la elección de la forma de representación y la construcción del modelo que luego en la tercera fase será contrastado y socializado con la comunidad de referencia y en la cuarta fase será sometido a comprobación mediante experimentación empíricas o teórica. Si bien el esquema presenta las cuatro etapas integrales del proceso de modelización, no significa que en las prácticas áulicas deban cumplirse todas, sino que también sería válido desarrollar prácticas parciales que involucren solo una o más etapas del ciclo. Para la incorporación de la modelización en el aula pueden implementarse diversas actividades de acuerdo con una

secuencia lógica de progresión con desafíos de complejidad creciente según las características de los alumnos: aprender modelos ya dados, usar modelos, revisar y cambiar los modelos que ya conocen, reconstruir modelos ya existentes y crear modelos nuevos (Aragón Núñez, Jimene Tenorio, Oliva Martínez, & Aragón Méndez, 2018; Bravo et al., 2016; Oliva, 2019; Oliva et al., 2018)

Otro aspecto a considerar para introducir en el aula, al aplicar el aprendizaje basado en modelos, es su consideración como un recorrido o itinerario de progresión, que partiría de los modelos personales intuitivos de los alumnos, teniendo como referentes otros más complejos y coherentes con el currículum escolar cuya importancia para la comprensión conceptual de la ciencia conlleva a incorporar una forma de conocimiento flexible que puede ser aplicado y transferido (Oliva, 2019; Oliva et al., 2018). Este enfoque, heredero del estudio de las concepciones de los alumnos y del cambio conceptual, se relaciona con la posibilidad de establecer niveles sucesivos de sofisticación en el conocimiento mediante una progresión continua de etapas gradadas en cuanto al nivel de dificultad que se traduzca en cambios parciales a corto plazo y en cambios drásticos a largo plazo. Los estadios iniciales e intermedios aun cuando puedan estar muy alejados del modelo de referencia que se quiere enseñar constituyen entidades dinámicas de transito natural hacia niveles más complejos que sirven como instrumentos de reflexión tanto para el alumno en cuanto la posibilidad de relacionar sus experiencias con mecanismos explicativos, como para el docente a la hora de prever un plan de andamiaje que ayude al alumno a establecer conexiones entre sus ideas para hacerlas más complejas.(Aragón Núñez et al., 2018; Bravo & Jiménez-Aleixandre, 2014; Oliva et al., 2018)

Asu vez, la modelización como enfoque educativo global determina el conjunto de decisiones que adopta el profesor para promover la evolución en los modelos de los estudiantes y comporta una forma particular de interpretar el trabajo en el aula, que demanda un contexto activo y reflexivo para el trabajo de los estudiantes y un rol monitorizador para el profesor. Es así que este enfoque pone énfasis en el carácter social de los procesos de elaboración de modelos, enfatiza el papel de las interacciones alumno-profesor y alumno-alumno para promover ambientes de enseñanza que faciliten el aprendizaje significativo y se caracteriza por el acto discursivo que acompaña a dichas tareas: explicación, argumentación, razonamiento científico, evaluación por pares, aprendizaje cooperativo entre iguales, andamiaje del profesor, negociación, escritura, comunicación y diálogo (Oliva, 2019).

IV. ACTIVIDADES

a. Contexto del aula y participantes

La propuesta se lleva a cabo con los alumnos de 1ero A y B de la ESO, en la asignatura Biología y Geología. Ambos grupos, compuestos por alumnos entre 12 y 13 años, pertenecen a la modalidad bilingüe y se caracterizan por ser alumnos más aplicados que los que se agrupan en la modalidad que cursa la asignatura en castellano.

El grupo de 1ero A está compuesto por 18 alumno entre los cuales hay 7 mujeres y 11 varones. El grupo de 1ero B está constituido por un total de 17 alumnos entre los cuales hay 9 mujeres y 8 varones. El nivel de rendimiento académico individual de los alumnos de ambos cursos es muy similar, con solo 2 alumnos desaprobados en la 1era y 2da evaluación. En general ambos grupos son muy homogéneos y si bien algunos alumnos tienen especial y ninguno de ellos presentan adaptaciones curriculares ni intervención de especialistas de ningún tipo.

En líneas generales, se ha observado en ambos grupos que, si bien existe una buena relación con los docentes y el clima es distendido, durante el desarrollo de las clases, en especial de las expositivas, existe una notable falta de motivación y participación. La mayoría de las sesiones, aún con la inclusión de herramientas TIC, continúan teniendo la misma impronta del modelo tradicional de aprendizaje, es decir, explicaciones basadas en un guion, que generan aburrimiento y falta de atención en parte del alumnado. Otro de los aspectos a destacar es la falta de cohesión grupal, aspecto muy importante a tener en cuenta en alumnos de reciente ingreso al instituto y que se ha visto muy afectado por las medidas de distanciamiento social que se han llevado a cabo durante el corriente año lectivo como consecuencia de las medidas sanitarias impuestas a causa de la pandemia COVID-19.

En cuanto a fortalezas, existen factores importantes que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacándose la reducción en número de alumnos debido al desdoble que se realiza por la cursada bilingüe de la asignatura y la buena predisposición para las actividades creativas y de índole práctica, que facilitan la implementación de propuestas basadas en metodologías activas.

b. Contenidos, objetivos y desarrollo de las actividades

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	Curso: 1ero ESO
BLOQUE 3: La biodiversidad en el planeta	
CONTENIDOS: Concepto de célula. El tamaño de las células. Organismos unicelulares y pluricelulares. Las estructuras básicas de todas las células: material hereditario, citoplasma y membrana plasmática. Los tipos de células: procariota y eucariota. La célula eucariota vegetal y animal. Los orgánulos celulares y sus funciones: retículo endoplasmático, aparato de Golgi, mitocondrias, lisosomas, vacuolas, ribosomas, centríolos, cloroplastos, pared celular.	

Tabla 1. Bloque y contenidos de la asignatura Biología y Geología desarrollados en la propuesta didáctica.

Competencias clave en la propuesta:

- *Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)*

La implementación de las actividades de modelización en el desarrollo de cada una de sus fases está centrada en desarrollar un pensamiento científico que capacite a los alumnos para identificar, plantear y resolver situaciones de la vida cotidiana análogamente a como se actúa frente a los retos propios de las actividades científicas.

- *Competencia sociales y cívicas (CSC)*

La implementación del trabajo grupal en el aula aplicado a actividades como la modelización contribuyen al desarrollo de esta competencia a través del diálogo, el debate, la resolución de conflictos y la asunción de responsabilidades en grupo.

- *Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE)*

Tanto en la creación de los modelos iniciales como expertos se presentan situaciones que hacen necesaria la toma de decisiones y se basan en la planificación de forma autónoma, imaginativa y creativa que hará que el alumno adquiera la habilidad para planificar, organizar y gestionar tareas, trabajando en equipo.

- *Competencia de aprender a aprender (CAA)*

El desarrollo de actividades de modelización implica la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje, el dominio de capacidades y destrezas propias de la materia y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje contribuyendo a su desarrollo y motivando al alumnado para abordar futuras tareas de aprendizaje.

- *Competencia lingüística (CLL)*

Desarrollada mediante la explicación oral y escrita de las etapas sucesivas de la modelización, las argumentaciones de carácter científico realizadas en la contratación y comprobación de los modelos creados y la transmisión de conceptos relativos a la biología celular mediante la utilización de un léxico preciso tanto en forma oral como escrita.

- *Competencia digital (CD)*

Desarrollada en las actividades de elaboración de esquemas para organizar la información relativa a cada tema experto (Célula Procarionta, Eucariota vegetal y animal), la redacción de informes de práctica en las que se interrelacionen los lenguajes natural y gráfico, la utilización de diferentes programas informáticos para presentar información textual o gráfica y el acceso a recursos educativos en Internet.

Actividad 1 Modelización de células a partir de conocimientos previos	
Metodología: Fase 1 de modelización <ul style="list-style-type: none">- Formulación del propósito de modelización inicial- Organización de ideas- Selección de aspectos a describir en los modelos- Establecimiento de analogías	Sesión 1
	Duración: 50 minutos
Fase 2 de modelización a partir de ideas previas <ul style="list-style-type: none">- Elección de la forma de representación y construcción del modelo	
Objetivos: <ul style="list-style-type: none">➤ Contribuir a que los alumnos aprendan de una manera más motivadora y participativa mediante la implementación del trabajo grupal en contraposición con los tradicionales trabajos individuales y clases expositivas.	

- Poner a prueba los conocimientos previos y posibles concepciones alternativas presentes en los alumnos en mediante la elaboración grupal de un modelo inicial de célula.
- Iniciar el itinerario de evolución progresiva de los modelos mentales de los alumnos cuyo transito natural hacia niveles más complejos le sirvan como instrumentos de reflexión.

Actividad de exploración de ideas

Se realizará la confección de un modelo grupal de célula sin apoyo de información para evidenciar las ideas previas, es decir, los conceptos propios y las relaciones existentes entre ellos que se encuentran presentes en la estructura cognitiva del alumno proveniente de situaciones cotidianas o situaciones escolares anteriores.

Desarrollo

1. Organización en grupos iniciales (Primer paso técnica Rompecabezas).

Los alumnos son divididos, con el asesoramiento de la tutora, en grupos de 3 alumnos de características diversas y heterogéneas respecto a género y capacidades.

2. Confección de modelos de iniciales de célula (Fase 1 y 2 de la modelización).

Una vez comunicada, mediante la proyección de un PowerPoint en la pizarra digital, la organización que tendrá la práctica y sus objetivos, se propone la realización en forma grupal de un modelo de célula en plastilina sin apoyo bibliográfico. Para ello los alumnos deberán exponer sus conocimientos, consensuar el esquema, las partes y de qué manera realizarán el modelo.

3. Registro fotográfico y realización de video explicativo sobre la construcción de los modelos iniciales.

Dado que los alumnos en su mayoría no disponen de dispositivos móviles para hacer el registro fotográfico de las etapas y ni el video explicativo sobre el producto final de sus modelizaciones, y considerándose que el mismo es un importante insumo de análisis, procedo a realizarlo en forma personal mientras monitoreo y retroalimento el desempeño de cada grupo. respondiendo a preguntas de tipo organizativo, pero sin interferir en las decisiones e intercambio de ideas de los integrantes.

Enlaces a producciones realizadas por los alumnos:

1º A: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1PGKom4iSx0-nhRMVbi2PqDJVvY3xQsSC>

1º B; <https://drive.google.com/drive/folders/147JDCLVBNo-z87mXOhRXym9KJlzQ394y?usp=sharing>

Actividad 2 Modelización de células en grupos de expertos	
Metodología: Fase 1 de modelización <ul style="list-style-type: none"> - Formulación del propósito de modelización experta. - Organización de ideas. - Selección de aspectos a describir en los modelos. - Establecimiento de analogías. Fase 2 de modelización experta <ul style="list-style-type: none"> - Modelización experta a partir de ideas adquiridas. 	Sesión 2
	Duración: 50 minutos

Objetivos:

- Llevar a la práctica la modelización expresiva, mediante la reconstrucción de modelos ya existentes, es decir, la recreación de modelos tridimensionales en plastilina a partir de los modelos bidimensionales y la información presentes en la bibliografía consultada.
- Motivar la reestructuración de las posibles concepciones alternativas sobre la biología celular presentes en los alumnos.
- Contribuir a la comprensión de la estructura y función de las células en relación con el funcionamiento de los seres vivos de los que forman parte.
- Contribuir a que los alumnos aprendan de una manera más motivadora y participativa mediante la implementación del trabajo grupal en contraposición con las tradicionales trabajos individuales y clases expositivas.
- Fomentar el desarrollo de destrezas propias del trabajo de los científicos como la observación y la argumentación.
- Avanzar en el itinerario de evolución progresiva de los modelos mentales de los alumnos.

Actividad docente

1. *Confección de grupos expertos y asignación de subtemas (Segundo paso técnica Rompecabezas).*

La confección de grupos expertos y asignación de temas se realizó al azar cuidando que cada uno de los miembros del grupo inicial forme parte de un grupo experto diferente. La intención es que al volver a sus grupos originales puedan contar con información fundamentada sobre todos los subtemas (célula procariota, célula eucariota vegetal y célula eucariota animal). Una vez organizada la próxima sesión, se publicó en el Classroom de cada curso el listado de grupos, la asignación de temas, las instrucciones de la práctica, los criterios de evaluación, los materiales necesarios para la construcción de la maqueta y los materiales de consulta a fin de que los alumnos tuvieran tiempo de prepararse para la fase de modelización experta.

Actividad extraescolar de indagación

2. *Preparación individual (Tercer paso técnica Rompecabezas)*

La misma se realizará como tarea individual fuera del horario escolar. Cada miembro del grupo luego de consultar la información de la práctica que se envió al Classroom deberá preparar su parte del tema con los recursos sugeridos por la docente o mediante la búsqueda de diversas fuentes de la Web, en cuyo caso tendrá que aportar el detalle de las páginas

consultadas. Esta modalidad, llamada clase invertida (Flipped classroom), es parte de las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. (Fidalgo-Blanco & Sein-Echaluce, 2018). La misma fue aplicada puntualmente en esta actividad con el fin de optimizar el tiempo en el aula para destinarlo a la realización de las maquetas y a la puesta en común de los temas.

Actividad práctica

En la segunda sesión, ya en grupos de expertos, se trabaja la fase 1 y 2 de la modelización a partir de las ideas adquiridas mediante los materiales sugeridos por la docente, la consulta y búsqueda de material bibliográfico extra y/o del cuaderno de clase, notas y materiales trabajados con la tutora durante el segundo trimestre.

Desarrollo;

3. Modelización en grupo de expertos (Cuarto paso técnica Rompecabezas).

Los miembros de los distintos grupos que han trabajado el mismo subtema se reúnen para aclarar dudas y profundizar sobre el tema objeto de estudio, formando un “equipo de expertos”. De esta manera, comparten información e intercambian ideas sobre la forma de modelizar el tipo de célula correspondiente a su experticia (Etapa de sensibilización).

En la selección del origen del modelo que realizará cada grupo se da especial importancia al establecimiento de relaciones de analogía con otros elementos. Este proceso puede tener lugar de forma espontánea, como parte integrante del razonamiento de los alumnos o bien promovido por el profesor mediante preguntas que lo lleven a percibir qué analogías pueden traspasar el proceso de representación de sus ideas (Justi, 2006) . Para ello se procederá a explicar que una analogía es una comparación entre dos dominios y que, como tal, tiene limitaciones. A su vez se pondrá atención a cómo utilizan las analogías los alumnos cuando construyen modelos para poder discutir con ellos situaciones que podrían conducir a problemas derivados de utilizar elementos inadecuados de un dominio en otro.

Durante la etapa preparatoria se pondrá a disposición de los alumnos diversos materiales (plastilina, palillos de madera, rotuladores y papeles de colores, etc.) y se los animará a escoger aquéllos que favorezcan la comunicación de sus ideas, ya que la intención es que los estudiantes valoren diferentes formas de representación y escojan la más adecuada teniendo en cuenta criterios propios y creatividad. Además, realizarán un listado de procedimientos y un esquema de la maqueta con las partes a representar.

Durante el proceso de construcción del modelo consensuado por todo el grupo, como docente responsable de la práctica se intervendrá recorriendo los diferentes grupos por separado para hacer las contribuciones necesarias, pero siempre cuidando que la diversidad de ideas de los alumnos se vea representada en los distintos modelos aportados por todos los grupos.

4. Registro fotográfico y realización de video explicativo sobre la construcción de los modelos expertos

Al igual que la sesión anterior el registro fotográfico y los videos son realizados con mi dispositivo móvil.

Enlace a producciones de los alumnos:

1º A: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1qx9B-w-DSC6PWQu_SeYdCzTZ-1FfpKG

1º B: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1pfNhrZTOYa-p7MoKXXcByP-1scs7UGnI>

Actividad 3 Contrastación y comprobación de modelos iniciales y expertos	
Metodología:	Sesión 3
Fase 3 de modelización	
<ul style="list-style-type: none"> - Discusiones grupales expertas, contrastación y socialización de modelos. 	Duración: 50 minutos
Fase 4 de modelización	
<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de los modelos mediante preguntas. 	
Objetivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ Llevar a la práctica la Modelización evaluativa, en la cual los estudiantes comparan modelos alternativos que tratan el concepto de célula, evalúen sus ventajas y limitaciones, y seleccionen el más apropiado. ➤ Atender a la evolución de los modelos mentales de los alumnos mediante la comparación del concepto de célula presentado en la progresión de modelos iniciales y expertos. ➤ Contribuir a que los alumnos aprendan de una manera más motivadora y participativa mediante la implementación del trabajo grupal en contraposición con las tradicionales trabajos individuales y clases expositivas. ➤ Fomentar el desarrollo de destrezas propias del trabajo de los científicos como la observación, la elaboración de hipótesis, obtención y análisis de resultados o extracción de conclusiones. 	
Actividad de exposición de ideas <p>Todos los alumnos regresarán a sus grupos iniciales y partir sus las contribuciones expertas, realizarán un análisis comparativo con el modelo inicial, construido a partir de sus ideas previas, evaluando el rango de validez y las limitaciones de ambos modelos consensuados. Durante esta fase, la intervención docente hará énfasis tanto en la idea de que los modelos son susceptibles de sufrir modificaciones como en los códigos de representación utilizados por cada grupo para ayudar a que los alumnos comprendan la importancia de escoger la forma de expresión adecuada para sus modelos, y a la vez favorecer la comprensión de cada modelo por parte del resto del aula.(Justi, 2006).</p>	
Desarrollo <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Etapa de explicación experta (Quinto paso técnica Rompecabezas)</i> Cada uno de los expertos (Célula procariota, eucariota vegetal y eucariota animal) volverá a su grupo inicial y explicará a sus compañeros en detalle la estructura de la célula que le tocó diseñar. Mientras realizan las explicaciones, la docente animará al resto de compañeros a que realicen preguntas y también realizará preguntas adicionales a cada uno de ellos a fin de corroborar mediante una evaluación oral la adquisición de los contenidos trabajados en la práctica. Los mismos serán registrados en una rúbrica diseñada para tal fin. 2. <i>Etapa de reflexión grupal (fase 3 de modelización- discusiones expertas y socialización de modelos)</i> Comparación del primer modelo realizado con los conocimientos previos y los realizados en cada grupo de expertos y debate sobre las diferencias encuentran: forma, número y 	

presencia de orgánulos, funciones, diferencias fundamentales entre los tipos de células vistas, etc.

3. Comprobación de los modelos mediante preguntas (fase 4 de modelización)

Para ello se introduce la proposición de preguntas generadoras, aquéllas que, por ser nuevas para los alumnos, no se pueden responder apelando a informaciones acumuladas, que para ser respondidas precisan la creación de una representación mental de la entidad modelada:

“Si el modelo inicial de célula que construyeron fuera una representación exacta de las células que constituyen un ser vivo ¿podrían cumplir con las funciones necesarias (nutrición, reproducción y relación) que asegure su supervivencia? ¿Qué podrías decir del modelo experto? Realiza la comparación y justifica tu respuesta.

4. Realización del informe de prácticas

Al que podrán añadir fotos, esquemas, explicaciones y sobre todo las conclusiones debatidas durante la última sesión.

5. Cuestionario de reflexión sobre la práctica

Para la evaluar tanto la experiencia de modelización celular como el trabajo colaborativo grupal a completarse en forma individual por cada uno de los integrantes.

c. Temporalización y recursos

	Lunes 5/04/2021	Martes 6/04/2021	Miércoles 7/04/2021	Viernes 9/04/2021
1ero A	Sesión 1 “Construcción de modelos de células a partir de conocimientos previos”		Sesión 2 Modelización de células en grupos de expertos	Sesión 3 Explicación experta y reflexión grupal
1ero B		Sesión 2 Modelización de células en grupos de expertos		
Recursos				
<ul style="list-style-type: none"> - Materiales para la modelización: plastilina, palillos, rotuladores - Libros de texto (imágenes de célula procariota, eucariota vegetal y eucariota animal). - Apuntes de clase. - Chromebooks de la Institución. - PowerPoint explicativo creado por la docente en prácticas. - Pizarra digital. - Dispositivo móvil para registro procesual mediante vídeos explicativos y el registro fotográfico de los modelos. 				

Tabla 2. Temporalización y recursos de la secuencia didáctica “La modelización para el aprendizaje de la biología celular”

d. Metodología utilizada

Tal como ya se ha comentado en apartados anteriores, para la puesta en marcha de la secuencia didáctica se propone como estrategia metodológica el aprendizaje basado en la modelización como enfoque idóneo para el tratamiento de las concepciones alternativas caracterizado por una gama de procesos estrechamente relacionados con los componentes del ciclo de investigación científica representado por las cuatro etapas propuestas y especificadas en cada una de las actividades (Aragón Núñez et al., 2018; Bravo & Jiménez-Aleixandre, 2014, 2014; Bravo et al., 2016; Oliva, 2019; Oliva et al., 2018).

Dado que este enfoque pone énfasis en el carácter social de los procesos de elaboración de modelos para promover ambientes de enseñanza que faciliten el aprendizaje significativo se decide organizar el trabajo áulico en forma grupal (Gavilán Bouzas & Alario Sánchez, 2011; Vilches Peña & Gil Pérez, 2011) mediante la técnica de trabajo grupal JIGSAW-ROMPECABEZAS, que permite dividir las tareas y fomenta la participación de todos los alumnos y el diálogo. De esta manera se pretende promover un ambiente de enseñanza que fomente el acto discursivo que acompaña a dichas tareas: explicación, argumentación, razonamiento científico, evaluación por pares, aprendizaje cooperativo entre iguales, andamiaje del profesor, negociación, escritura y comunicación.(Lemke, 1997)

e. Criterios de evaluación y de calificación e instrumentos utilizados.

Criterios de evaluación	CC	Estándares de aprendizaje	Mínimo exigible
Crit.BG.3.1. Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y determinar las características que los diferencian de la materia inerte	CMCT	Est.BG.3.1.1. Diferencia la materia viva de la inerte partiendo de las características particulares de ambas	Establece comparativamente las analogías y diferencias entre célula procariota y eucariota, y entre célula animal y vegetal (Concepto de célula. Estructuras básicas: membrana plasmática, citoplasma y material hereditario. Diferencias entre célula procariota y eucariota: presencia o ausencia de núcleo y orgánulos membranosos. Diferencias entre célula eucariota vegetal y animal: cloroplastos, pared celular y centriolos)
		Est.BG.3.1.2. Establece comparativamente las analogías y diferencias entre célula procariota y eucariota, y entre célula animal y vegetal	

Tabla 3. Bloque, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje relativos (Departamento de Educación Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, 2016) y contenidos mínimos exigibles para la aprobación de la unidad didáctica.

En cuanto a la evaluación del aprendizaje del alumno como herramienta didáctica para conocer su progreso desde su situación inicial hasta finalizar el curso, según marca la ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, la misma debe ser:

- Continua: para constatar los progresos realizados por cada alumno.
- Formativa: debe servir para orientar al alumno en el proceso de aprendizaje para alcanzar los objetivos educativos.

- Integradora: teniendo en cuenta la consecución de los objetivos establecidos para la etapa, el desarrollo de las competencias y la evaluación de los aprendizajes en contextos significativos.

Para llevarla a cabo se utilizarán diversos procedimientos e instrumentos para evaluar a los alumnos, atendiendo a su diversidad, y coherentes con los criterios de evaluación y su concreción, los estándares de aprendizaje:

Instrumentos de evaluación	<i>Enlace carpeta drive con los instrumentos de evaluación utilizados.</i> https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1xM8HdY_dbu9FgG3bWz-E6tgzU86JRq	Competencias Clave
<i>Rúbrica de modelos expertos</i>	Evaluación <i>modelos expertos</i> construidos con fundamentación y apoyo bibliográfico. La misma no solo evaluará las producciones realizadas, sino que también dará cuenta del cambio conceptual logrado por los alumnos luego de la práctica.	CIEE CAA CSC CMCT
<i>Registro fotográfico y de videos</i>	<p>Registro fotográfico y de vídeo sobre modelos y procesos de modelización grupal.</p> <p>Modelos iniciales: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/12hqMCnuOE-k3Y4thWz2hW_MqApMLwzbg</p> <p>Modelos expertos: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1gQubxbKx7r9xqH-gh35BgvR9mBZyNj0N</p>	CLL CIEE CMCT
<i>Rúbrica de calificación oral individual</i>	Evaluación del aprendizaje de contenidos: concepto de célula, tipos de células y sus características comunes, las estructuras que las componen, los orgánulos y sus funciones en la dinámica celular	CLL, CMCT CAA CSC
<i>Informe grupal</i>	Confeccionados en forma grupal después de las explicaciones expertas y la reflexión comparativa sobre los modelos iniciales y finales.	CLL CMTT CD
<i>Diario de registro anecdótico</i>	Registro de clase llevado durante el desarrollo de la propuesta.	CLL CMCT CAA CSC
<i>Cuestionario individual de reflexión sobre la práctica</i>	Reflexión individual sobre el propio aprendizaje, el desempeño en el proceso de modelización colaborativa de células y la satisfacción con la práctica realizada. https://forms.gle/44oJu2TmVJFLCyux5	CAA CSC CLL CMCT

Tabla 4. Procedimientos e instrumentos de evaluación aplicados en la secuencia didáctica.

Criterios de calificación

Criterios estipulados para la presente unidad didáctica:

-70% La producción de modelos expertos (Modelos de célula procariota, eucariota vegetal y eucariota animal) y las pruebas orales registradas mediante las rúbricas individuales. Los contenidos y criterios de evaluación mínimos que se encuentran en la tabla 3 son la referencia para considerar aprobada la unidad didáctica y constituirán mínimamente el 50% de la calificación.

-10 % Cuaderno de clase en donde los alumnos toman apuntes y organizan las etapas de desarrollo de la actividad colaborativa de Modelización en grupos de Expertos.

-10% Informes grupales de la práctica.

-10% Registro de actividades, participación, disposición y desempeño de los alumnos recogido en: diario propio de prácticas, registro fílmico y fotográfico realizado durante el proceso de proceso modelización inicial y experta, y cuestionario de autorreflexión.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados en cuanto a la evaluación han sido muy positivos, pues el 100% de los alumnos han obtenido un aprobado en la calificación final, siendo la media de 1ºA un 7,33 y de 1ºB un 7,41 sobre 10. Las calificaciones han sido calculadas de acuerdo con los criterios de evaluación estipulados el apartado anterior a partir de las notas obtenidas mediante los instrumentos de evaluación descriptos. Cabe señalar que la prueba escrita final fue diseñada por la tutora y programada para la sesión siguiente a la finalización de la puesta en práctica de mi propuesta didáctica y cuya nota fue sumada a las calificaciones de las prácticas de modelación para definir la nota final de la Unidad: “La vida en la tierra” correspondiente a los contenidos relativos a la biología celular.

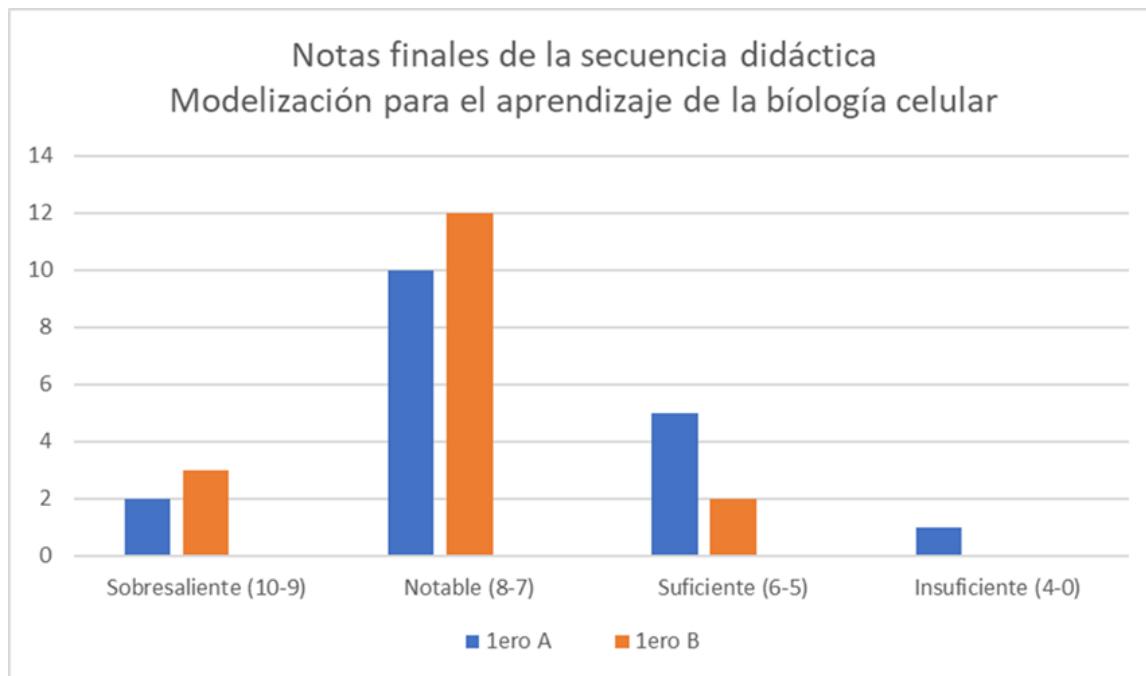
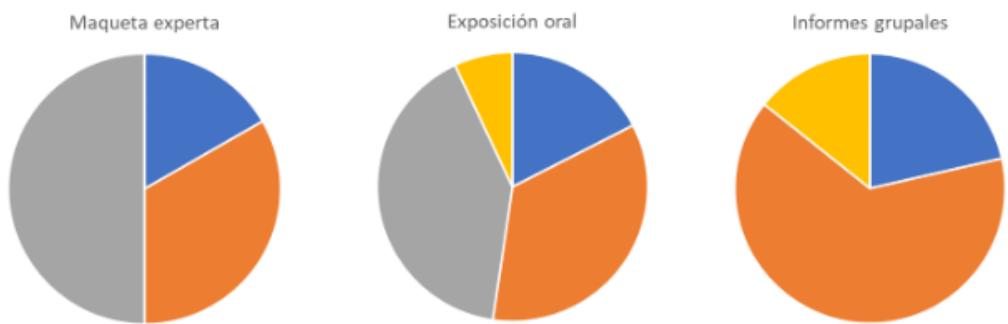


Tabla 5. Gráfico comparativo de notas finales entre 1ºA y 1ºB para la secuencia didáctica “La modelización para el aprendizaje de la biología celular”

En la tabla 6 se recogen las calificaciones de los alumnos de ambas clases discriminadas de acuerdo con las diferentes actividades desarrolladas durante la puesta en marcha de la secuencia didáctica. Como puede verse el desempeño en la creación de modelos expertos es altamente satisfactorio ya que en ambos cursos todos los alumnos han aprobado la actividad, siendo menor el rendimiento académico en las evaluaciones orales y bastante menor en realización de informes finales.

Calificaciones de 1ero A



Calificaciones de 1ero B

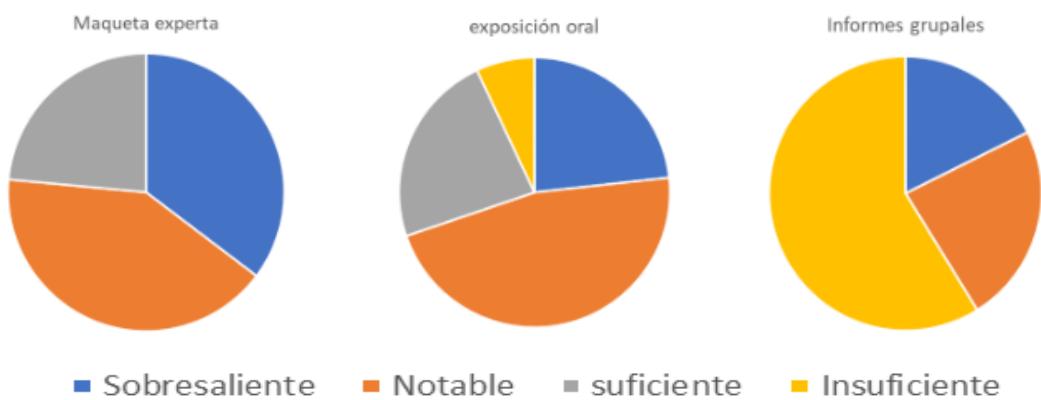


Tabla 6. *Calificaciones obtenidas en la secuencia didáctica “Modelización para el aprendizaje de la biología celular” por el alumnado de 1ºA y 1ºB. Se presenta un gráfico por cada uno de los tres instrumentos de evaluación y calificación. Las equivalencias numéricas para cada una de las categorías con las siguientes: insuficiente (0-4), suficiente (5-6), notable (7-8) y sobresaliente (9-10).*

En cuanto a los informes grupales, 1ero A tiene un mayor porcentaje de entrega que 1ero B debido a la necesidad de mayor tiempo de trabajo áulico que los alumnos de este curso necesitan para concretar actividades. Tal como me advirtió la tutora, ambos cursos tienen dificultades para completar informes de prácticas, raramente los entregan completos y muchos de ellos ni siquiera los suben al classroom especialmente cuando deben realizarlos en casa. Las respuestas han sido bastante más escuetas que las esperadas y muchas de ellas están incompletas. Incluso a pesar de haber invertido mucho tiempo de la sesión 3 pasándoles las fotos de sus modelos iniciales y expertos, se encuentran en el informe como una mera decoración ya que ni siquiera los han nombrado ni explicado. Con respecto a la noción de función que cumple cada uno de los orgánulos en el metabolismo celular los resultados no han sido los esperados ya que en su mayoría no han podido responder satisfactoriamente a las preguntas que se encuentran en apartado “Contrastación y comprobación de modelos” del informe de prácticas. Estos resultados sugieren que el aprendizaje estructura-función de la célula está desacoplado, es decir, tienen asimilada mejor la estructura y tipos de célula que sus funciones. Otros factores para considerar podrían ser: la escasa o nula preparación de información realizada en sus hogares antes de realizar la sesión 2, que la identificación de estructuras por sobre las funciones pueda deberse al condicionamiento que suponen las imágenes sobre células de los libros de textos, las cuales representan principalmente

estructuras y a la baja capacidad de abstracción que caracteriza a la franja etaria de los alumnos de 1ero de ESO.

Con respecto a los modelos realizados en grupos expertos se evidencia, tanto en 1ero A como en 1ero B, una evolución muy positiva en cuanto a detalle de estructuras, distinción de formas, nombres y ubicación de orgánulos. Incluso uno de los grupos expertos que modelizó la célula procariota utilizó distintos colores de plastilina para representar en forma de capas sucesivas, la cápsula, la membrana plasmática y el citoplasma en una estructura claramente tridimensional con una sección cortada que dejaba ver el ADN disperso dentro del citoplasma.

Como punto importante a destacar, la mayoría de los grupos de 1ero B han implementado de manera más organizada las etapas propuestas en la sesión de modelización experta, especialmente las referidas a la búsqueda y análisis de información, el uso de esquemas y listados de procedimientos previos a la modelización y el consenso grupal. Coincidiendo con la tutora, si bien en comparación con 1ero A son más más lentos en la concreción de tareas, al ser más aplicados y con menos factores de distracción logran compensar la diferencia de conocimientos detectados en el modelo inicial y realizar muy buenos modelos expertos. Otro punto para destacar es el buen desempeño que han tenido en su rol de expertos al regresar a sus grupos iniciales no solo en cuanto la claridad de las explicaciones sino también a la organización de conceptos y fundamentación de sus respuestas que fuera registrada en las evaluaciones orales que realicé en mi recorrida por los grupos.



Imagen 1. Modelos celulares realizados en grupos iniciales a partir de ideas previas



Imagen 2. Modelos celulares realizados en grupos expertos a partir preparación previa y consulta de fuentes bibliográficas

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

La implementación de la secuencia didáctica ha resultado una propuesta de innovación metodológica que ha evidenciado una mejora significativa no solo en cuanto a los contenidos conceptuales abordados sino también en cuanto al aumento de la participación, la motivación y la cohesión grupal.

En ambos cursos, el trabajo grupal ha resultado de gran expectativa y motivación para el desarrollo de la unidad didáctica, ya que, debido a las medidas de prevención impuestas por la pandemia COVID-19 fue la primera actividad grupal que realizaban desde el comienzo del año lectivo 2020-2021. En las respuestas colectadas en la encuesta individual, la mayoría de los alumnos señalan la realización de maquetas en forma grupal como aspecto positivo y diferenciador de la práctica. Enfatizan positivamente la organización de tareas y roles entre los miembros, el intercambio de información entre compañeros, la colaboración mutua para resolver dificultades y expresan que la actividad fue muy “chula”, que aprendieron a trabajar con compañeros que nunca lo habían hecho, que han podido comprender mejor los conceptos trabajados, que fue más divertida y dinámica. Incluso dos alumnas integrantes de 1ero B, que se distraían permanentemente, al ser separadas en grupos expertos demostraron un cambio radical en cuanto a su implicación, participación y calidad de producciones, expresando ellas mismas que al trabajar con compañeros más centrados en la tarea, también ellas lograban mejorar su rendimiento.



Tabla 3. Gráfico de porcentajes de satisfacción del alumnado con respecto a la propuesta didáctica.

Con respecto a la consecución de los objetivos planteados sería muy ambicioso pretender resultados profundos en la reestructuración de las concepciones alternativas con solo tres sesiones pero si considero que las actividades de modelación experta y la contrastación de modelos no solo ha contribuido a mejorar la comprensión del concepto de célula como sistema complejo estructural y funcional de los seres vivos, sino que ha servido para que los alumnos puedan constatar la evolución de sus propios modelos mentales y poner en práctica destrezas propias del trabajo científico como la observación, la argumentación y la extracción de conclusiones.

En cuanto a la tarea docente considero que hubiera sido necesario guiar de forma más pautada y controlada las etapas a desarrollarse en la sesión de modelización en grupos expertos a fin de que no se centren solo en las imágenes sino también en las funciones de cada estructura que van a representar. Para ello podría incorporarse una serie de preguntas que guíen la preparación individual experta que realizan en sus hogares, una puesta en común de forma oral con toda la clase e incluso la confección conjunta de esquemas y mapas conceptuales en una sesión anterior a la realización de los modelos en grupos expertos.

Otra opción para el abordaje de temáticas que requieren intervención docente como lo son la confección de informes, la búsqueda de información y la puesta en común de conclusiones, sería desarrollar las tres sesiones de la secuencia didáctica en forma alternada, es decir, la sesión de modelización inicial para identificar los conocimientos previos que los alumnos poseen de la EP, la sesión de modelización experta luego de desarrollar el tema en forma teórica y la tercera de como reflexión y cierre previo a la evaluación.

Otro aspecto que me hubiera gustado trabajar es la reflexión metacognitiva del proceso de aprendizaje y la coevaluación de pares, tan importantes para fomentar la autonomía y el proceso de aprender a aprender.

En cuanto a las imitaciones una de las mayores es la dificultad que se le presenta al docente en su desempeño diario para compaginar la retroalimentación continua de los alumnos, diseñar y aplicar herramientas para afrontar las problemáticas de motivación y participación en las aulas y llevar adelante un buen registro anecdotico que refleje el proceso de aprendizaje de cada grupo. Razón por la cual, para fomentar la investigación en acción en las aulas sería necesario contar con una pareja pedagógica.

Dado que las actividades de modelización inicial y de modelización en grupo de expertos debe hacerse en diferentes sesiones, sería sumamente necesario guardar los primeros modelos en un lugar donde no sufran daño ya muchos de ellos fueron rotos y la comparación de modelos puedo hacerse gracias al registro fotográfico que había tomado, de no ser así, se hubiera malogrado el desarrollo de la secuencia didáctica.

Otro punto importante para considerar es el tiempo insumido en la toma de registro fotográfico. La falta de dispositivos móviles hizo que tuviera que hacerlo yo misma y como consecuencia no pude tomarme el tiempo necesario para retroalimentar a cada grupo. Es así como, al hacerles preguntas de reflexión, no les di el tiempo suficiente para pensar y responder, influenciando las respuestas de muchos de ellos.

VII. CONSIDERACIONES FINALES.

A modo de conclusión y como valoración personal sobre el camino recorrido debo comenzar diciendo que considero una verdadera apuesta al futuro de la educación española la exigencia de formación académica y pedagógica que se establece con este Máster dado que la profesión docente es uno de los pilares fundamentales de la sociedad.

Me siento muy afortunada de haber participado de esta formación, la cual ha dado una nueva perspectiva a mi carrera docente por el hecho de haber llevado a la práctica todo lo aprendido, ya que, si bien tengo hechas infinidads de capacitaciones, la puesta a prueba de los conocimientos aprendidos en el aula hace la diferencia. La coordinación de prácticas en los Centros públicos no solo brinda la oportunidad de tomar un primer contacto a los futuros docentes sin experiencia, sino que es una fuente de renovación didáctica y de innovación metodológica en las aulas, además de constituirse en un apoyo pedagógico para los tutores que nos reciben.

En cuanto a mi experiencia durante el prácticum I y II debo decir que ha sido lo más interesante del Máster, en mi caso , no por la necesidad de experiencia y contacto con los alumnos sino por la oportunidad de interactuar y conocer el funcionamiento de una institución educativa referente TEA en donde se aborda la diversidad desde la etapa inicial hasta la secundaria a través de una trabajo integral al que adhiere toda la comunidad educativa, un claro enfoque que fomenta la convivencia y educación para la paz.

Dentro de toda la gama de actividades ofrecidas que han enriquecido mi perspectiva docente destaco temáticas como : la aplicación de metodologías activas y las corrientes pedagógicas de la nueva escuela vistas en la asignatura “Procesos y contextos educativos”, el exhaustivo y detallado trabajo de Programación Curricular realizado en “Diseño curricular e instruccional en ciencias experimentales”, las temáticas sobre didáctica de las ciencias vistas en “Fundamentos” , el análisis de estilos de pensamiento y herramientas metacognitivas llevado a cabo en la asignatura “habilidades del pensamiento”, la incorporación de diversas herramientas TIC desde la perspectiva del aprendizaje significativo abordadas en “Tecnologías de la comunicación para el aprendizaje”, las ideas de aplicación áulica aportadas por cada uno de los prácticos realizados en “Diseño de actividades aprendizaje de biología y geología” y los conceptos de innovación educativa puestos en práctica en “Innovación e investigación educativa en biología y geología”. Todas y cada una ellas me han provisto de nuevas perspectivas y recursos para abordar contenidos de manera más significativa considerando no solo las nuevas metodologías sino la dimensión emocional del aprendizaje.

Cerrando ya esta etapa, decir que se han cumplido mis expectativas, que ha sido muy enriquecedor para mi futuro profesional, que me ha permitido comenzar a conocer el funcionamiento de los Centros Públicos, las realidades sociales que involucran los actos educativos en las Instituciones, las debilidades y fortalezas del Sistema Educativo Español, y, por sobre todo, renovar mi compromiso docente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2010). *Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos*. Recuperado de <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/2774>
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(3). Recuperado de <https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7551>
- Aragón Núñez, L., Jimene Tenorio, N., Oliva Martínez, J. M., & Aragón Méndez, M. delM. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: Criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32(2), 193-206.
- Bravo, B., & Jiménez, M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas?: Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (63), 19-25.
- Bravo, B., & Jiménez-Aleixandre, M. (2014). *¿Qué circula en las cadenas tróficas? Modelización del flujo de energía por alumnado de 4º de ESO*.
- Bravo, B., Mazas, B., Aragüés, A., Sáenz, M. J., & de Echave, A. (2016). *¿Cómo trabajar con modelos en clase de ciencias? Ideas de los maestros en formación sobre el papel de la modelización en la enseñanza de las ciencias*. Zaguan, Repositorio Institucional de la Universidad de Zaragoza (udz.oai.zaguan.unizar.es.56310). Recuperado de <http://zaguan.unizar.es/record/56310>
- Caballer, M. J., & Giménez, I. (2006). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 172. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4665>

- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4085>
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 18(1), 112-137. <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>
- Fernández Tilve, M. D., & Malvar Méndez, M. L. (2007). *La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿cómo abordarla?* Recuperado de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/7066>
- Fidalgo-Blanco, Á., & Sein-Echaluce, M. L. (2018). Método MAIN para planificar, aplicar y divulgar la innovación educativa. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 83-101. <https://doi.org/10.14201/eks201819283101>
- Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: Tres décadas de investigación. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (48), 64-77.
- Galagovsky, L. R., Quintero, N. O., & Merino, G. (2017). La célula real vs. el modelo de célula: Una tensión epistemológica con implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (0), 3873-3880.
- Galindo, A. A. G., Puig, N. S. i., & Villalonga, R. M. P. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(3), 325-340.
- Gavilán Bouzas, P., & Alario Sánchez, R. (2011). Gavilán Bouzas, P. y Alario Sánchez, R. (2010). Aprendizaje cooperativo. Una metodología con futuro. Principios y aplicaciones. Madrid: CCS. 260 páginas. *Estudios sobre Educación*, 21, 240-240.

- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 173-184.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=220556>
- Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular [Text.Serial.Journal]. Recuperado 27 de enero de 2021, de Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias website: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3852>
- Muñoz Pérez, J. Á., Muñoz Muñoz, A., & Peña Martínez, J. (2017). Aprendizaje de la célula en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria: La influencia del contexto socio-económico familiar en tiempos de crisis. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 16(3), 483-501.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 2019 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Oliva, J. M., Aragón, M. del M., Jiménez, N., & Aragón, L. (2018). La modelización como enfoque didáctico y de investigación en torno a la educación científica. *International Journal for 21st Century Education* 5(1), 3-18 (2018). Recuperado de <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/20057>
- Quílez, M. J. G., & Peña, M. B. M. (2013). Conocer lo pequeño para comprender lo grande. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (73), 36-43.
- Vilches Peña, A., & Gil Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: Una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada. *Vilches Peña, Amparo Gil Pérez, Daniel 2011 El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia*

imprescindible pero aún infrautilizada Alambique 69 73 79. Recuperado de

<https://roderic.uv.es/handle/10550/60185>

IX. ANEXO I

Práctica de Modelización de células

EVALUACIÓN INICIAL

Tema: La célula

El siguiente cuestionario es para recabar información sobre los conceptos que recuerdas. Es anónimo y no será calificado ni contará como nota para el trimestre. Tómate tu tiempo y responde responsablemente.

¡Gracias!

Contesta las siguientes preguntas sin consultar ninguna fuente bibliográfica, solamente con lo que sabes y recuerdas sobre el tema.

1) ¿Todos los animales están formados por células?

2) ¿Todos los vegetales están formados por células?

3) De las cosas citadas a continuación di cuáles tienen o son células:

Corcho, carbón, moho de pan, hueso, trigo, coral, col, huevo, lechuga, higuera, mejillón, rosal, tiburón, alga, caballo, Hígado.

4. Señala con una “X” los conceptos que consideres que son seres vivos o no

	Ser vivo	Objeto sin vida
Familia		
Coche		
árbol		
mesa		
Fuego		

5. ¿Qué crees que es una célula?

6. ¿Qué forma o aspecto crees que tienen las células? (puedes ayudarte poniendo un ejemplo)

7. ¿Qué tipos diferentes de células conoces?

8. Contesta si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y explica por qué.

Las células respiran:

Las células se alimentan:

Las células se reproducen:

9. Algunas plantas como los geranios se plantan en los jardines mediante trozos de tallos que se ponen en el suelo. ¿Cómo es posible que, a partir de esos trozos constituyentes, vuelva a desarrollarse un geranio entero?

10. Cuando los niños son pequeños, sus huesos son de pequeño tamaño. A medida que se hacen mayores, los huesos van creciendo. Explica cómo es el mecanismo del crecimiento de los huesos.