



U.N.L.P.

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Trabajo Final de Integración

**División celular. Estrategias para su enseñanza en el
nivel medio**

Para acceder al título de

Especialista en Educación en Ciencias Exactas y Naturales

Autora: Analía Francia

Directora: Dra. Teresa Inés Legarralde

Codirector: Dr. Alfredo Martín Vilches

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
AGRADECIMIENTOS	6
1. Introducción	7
1.1 Motivaciones para la selección del tema.....	7
1.2 Contenidos complejos, aprendizaje significativo e importancia del uso de problemáticas socio-científicas	8
1.3 El impacto de los avances en la genética y su vinculación con el derecho a la identidad de las personas.....	10
1.4 Principales referentes teóricos que dan sustento a la propuesta didáctica	11
2. Objetivos de la propuesta didáctica	14
2.1 Objetivos de enseñanza	14
2.2 Objetivos de aprendizaje	14
2.2.1 Objetivos generales	14
2.2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Desarrollo de la experiencia	16
3.1 Marco metodológico.....	16
3.2 Población destinataria y contexto.....	16
3.3 Secuencia didáctica	18
3.4 Descripción de la propuesta didáctica	18
3.4.1 Actividades realizadas y propuestas de abordaje	18
3.4.2 Las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como dispositivos para los procesos de enseñanza y de aprendizaje	28
3.4.3 Evaluación de la secuencia didáctica	29
4. Análisis de resultados y discusión	33
4.1 Análisis e interpretación de los datos obtenidos	33
4.1.1 Encuestas de indagación inicial y final	33
4.1.2 Cuestionario de indagación basado en el audiovisual “99,99 %, La Ciencia de las Abuelas”	43
4.1.3 Rubricas de las producciones audiovisuales	47
5. Discusión general	54
6. Conclusiones	57

7. Referencias bibliográficas.....	60
8. Anexos.....	71
8.1 Anexo I.....	71
8.2 Anexo II.....	73

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Integración para acceder al título de Especialista en Educación en Ciencias Exactas y Naturales consiste en el diseño, implementación y evaluación de una propuesta desarrollada con 32 estudiantes en el marco de la asignatura Biología, correspondiente al 3° año (14 años de edad) del Bachillerato de Bellas Artes, “Profesor Francisco A. de Santo”, institución de pregrado dependiente de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). El propósito de la intervención que se presenta fue contribuir a una comprensión adecuada del proceso de división celular (mitosis y meiosis) tendiente a favorecer aprendizajes adecuados en estudiantes de nivel medio, a través de un abordaje alternativo a los enfoques tradicionales de enseñanza utilizados para el tratamiento de estos contenidos. La propuesta se fundamenta en la identificación de diversas dificultades asociadas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de estos contenidos, considerados complejos por distintos/as autores, quienes los sitúan entre los didácticamente más conflictivos dentro de la biología celular en general y la genética en particular. En este sentido, se propuso el desarrollo de diferentes estrategias que habilitaran la construcción de relaciones interdisciplinarias para enriquecer el abordaje de estas temáticas de forma conjunta y desde diversos campos de conocimiento, además de la incorporación de actividades lúdicas, prácticas de laboratorio y situaciones disparadoras reales que permitieran generar debates o controversias socio-científicas consideradas herramientas didácticas basadas en la argumentación, las cuales permiten relacionar las temáticas que irrumpen en la realidad social con la literatura científica. El diseño, implementación y evaluación en el marco de esta propuesta surge como alternativa para renovar la práctica áulica y en este sentido, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyeron dispositivos potentes en la promoción del aprendizaje, posicionando a los/las estudiantes en un rol activo y participativo en la construcción de conocimiento, propiciando la formación de estudiantes autónomos.

Palabras clave: contenidos complejos, mitosis, meiosis, problemáticas socio-científicas, procesos de enseñanza y de aprendizaje.

ABSTRACT

This Final Integration Project to obtain the title of Specialist in Education in Exact and Natural Sciences consists of the design, implementation, and evaluation of a proposal developed with 32 students within the scope of the Biology discipline for the 3rd year (14 years of age) of the Bachelor of Fine Arts, “Profesor Francisco A. de Santo”, an undergraduate institution dependent on the National University of La Plata (UNLP), Argentina. Its purpose is to contribute to an improved understanding of the cell division process (mitosis and meiosis) that fosters learning in high school students, as an alternative to traditional approaches to teaching these topics. The proposal is based on the identification of various difficulties related to the teaching and learning processes of these complex topics, considered by different authors to be among the most contentious didactically within cell biology in general and genetics in particular. In this sense, the development of different strategies was proposed to enable the construction of interdisciplinary relationships to enrich the approach to these topics jointly and from various fields of knowledge, besides the incorporation of playful activities, laboratory practices and real triggering situations; these prompted socio-scientific debates or controversies considered teaching tools based on argumentation, which allow relating the themes that emerge in social reality with scientific literature. The design, implementation, and evaluation within the framework of this proposal arise as an alternative to renew the classroom practice and, in this sense, Information and Communication Technologies (ICT) functioned as powerful tools in the promotion of learning, positioning the students in an active and participatory role in the construction of knowledge, promoting the development of autonomous students.

KEY WORD: Complex contents, mitosis, meiosis, socio-scientific problems, teaching and learning processes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera mencionar que este trabajo es el resultado del apoyo, aporte y acompañamiento de muchas personas. Entre todas ellas quisiera agradecer especialmente:

A Teresa Legarralde y a Alfredo Vilches quienes dirigieron este TFI con suma responsabilidad, aportando desde el primer momento sugerencias, comentarios y correcciones detalladas y precisas, pero por sobre todas las cosas me han acompañado con palabras cálidas en momentos complejos. Gracias siempre por su apoyo, paciencia y acompañamiento.

Al equipo docente de la Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales de la FaHCE (UNLP), que me brindaron valiosos saberes en estos maravillosos campos de conocimiento.

Al equipo de Gestión y al Departamento de Ciencias Exactas y Naturales del Bachillerato de Bellas Artes (UNLP), por el apoyo y acompañamiento en todas las propuestas que desarrollé y desarrollé allí. También a mis colegas, de quienes aprendo trabajando en equipo todos días, especialmente a las docentes del Área de Biología Carolina Rosenberg y Verónica Corona, con las que construimos hermosos y valiosos proyectos.

A todos/as mis estudiantes de pregrado y especialmente al grupo con el que se realizó la propuesta para este TFI. Gracias siempre por haber compartido esta experiencia y mostrar siempre gran interés y compromiso en todas las actividades propuestas.

A la Dra. Mariela Cordeiro de Castro por su valiosa colaboración en la traducción del resumen de este aporte.

A mi familia y amigos/as por la paciencia, el amor y la comprensión frente a los tiempos y la dedicación que requiere un trabajo de estas características. Un enorme y amoroso gracias siempre a Camila y Santiago.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Motivaciones para la selección del tema

El sustento de esta propuesta se vincula directamente con las diferentes experiencias transitadas con estudiantes de educación media, que han puesto en evidencia la dificultad existente tanto en los procesos de enseñanza como en los de aprendizaje, relacionados con la comprensión de los mecanismos implicados en los procesos de división celular (mitosis y meiosis). En este sentido, a partir de la revisión bibliográfica realizada, se han relevado numerosos aportes que sostienen que la enseñanza de ciertos conceptos relacionados con la Biología Celular y la Genética, en particular los procesos de división celular (mitótica y meiótica) y los contenidos de genética mendeliana y no mendeliana, son de los que resultan didácticamente más conflictivos (Ayuso y Banet, 2002; Barros y Carneiro, 2005; Bugallo Rodríguez, 1995; Gallarreta, 2002; Diez de Tancredi y Caballero, 2004; Dikmenli, 2010; Gailhou, Ercoli, Tello Alvial y Wajncer, 2008; Klautau, Dulce, Silviene, Helena y Correia, 2009; Legarralde, Vilches y De Andrea, 2014; Legarralde y Vilches, 2015; Legarralde, de Andrea y Vilches, 2019; Pérez Martín y Aquilino, 2015; Rosenberg, Legarralde y Vilches, 2014; Ruiz González, Banet y López Banet, 2017).

Numerosas contribuciones ponen en consideración que el origen de las dificultades para el aprendizaje de ciertos aspectos de la Biología Celular y la Genética, tanto a nivel medio como superior, puede vincularse a múltiples factores, como la naturaleza de los conceptos de estas disciplinas, las ideas previas de los/las estudiantes, las estrategias didácticas implementadas y las características de los libros de texto utilizados para enseñar y para aprender estos contenidos complejos (Azeglio Montañez, Mayoral Nouveliere y Sara, 2015; Barra et al., 2020; Diez de Tancredi y Caballero, 2004; Dikmenli, 2010; Fijini y De Micheli, 2005; Legarralde, Gallarreta, Vilches, Menconi, 2014; Legarralde y Vilches, 2015; Ocelli et al., 2017; Rodríguez Gil, Fradkin y Nitxin Castañeda-Sortibránd, 2018; Rosenberg, 2014; Rosenberg y Legarralde, 2016; Todd y Kenyon 2015, entre otras).

Es por ello que, desde un punto de vista más general, consideramos que abordar contenidos complejos desde diferentes estrategias didácticas habilita la construcción de relaciones interdisciplinarias, seleccionando un tema o problemática que se resuelve en forma conjunta desde diversas disciplinas y campo de conocimiento, que van desde las afines con la Biología, como la Genética y la Biotecnología, así como las vinculadas con el Arte y las del campo de las Ciencias Sociales. Durante las actividades propuestas en este Trabajo Final de Integración (TFI) se

utilizaron diversos recursos, tales como: laminas con imágenes explicativas, textos diversos, audiovisuales, modelos didácticos materiales, juegos, materiales de laboratorios, entre otros. Es importante resaltar que, para la elaboración de los materiales y producciones se priorizó la accesibilidad y el uso de plataformas y programas de acceso libre, cuestiones que permiten garantizar la replicación de la propuesta.

1.2 Contenidos complejos, aprendizaje significativo e importancia del uso de problemáticas socio-científicas

De acuerdo a Ausubel, Novak y Hanesian (1983), el aprendizaje de contenidos es producto de la superposición de conceptos adquiridos previamente. Por tanto, los conceptos se estructuran en forma de árboles de conocimiento que van creciendo, interactuando y generando relaciones entre contenidos. Ausubel (1963 citado en Moreira y Greca, 2003) señala que el aprendizaje significativo busca generar procesos activos de aprendizaje, en los que el conocimiento previo influye en el aprendizaje. Es decir, sólo podemos aprender a partir de aquello que ya conocemos, por ello para alcanzar una evolución conceptual, es necesario trabajar las concepciones alternativas, pues estas y el nuevo conocimiento conviven en un entramado durante la escolaridad (Fiore Ferrari y Leymoní, 2007).

A lo largo de los años, diversas investigaciones han dado diferentes denominaciones a las concepciones previas o alternativas de los/as estudiantes: ideas intuitivas, representaciones, errores conceptuales, preconcepciones, preconceptos, entre otras (Mahmud y Gutiérrez, 2010). Cada una de estas denominaciones lleva consigo ciertas implicancias teóricas, pero de manera general se refieren al mismo planteamiento. Al respecto, Pozo y Gómez Crespo (2006), señalan que las concepciones alternativas son de algún modo, el resultado del sentido común aplicado a la predicción y control de los fenómenos que nos rodean y no errores conceptuales. Asimismo, es importante tener en cuenta las ideas previas o alternativas al momento de plantear las temáticas y la forma de abordarlas, ya que cambiar las concepciones alternativas requiere modificar los principios en los que está basado el conocimiento (Moreira y Greca, 2003).

De forma general, Guerrero (2020) señala que el aprendizaje significativo busca asociar, acomodar y reconstruir los nuevos conceptos a partir de procesos significativos y para ello el/la estudiante debe incorporar los nuevos conocimientos a los esquemas mentales ya existentes a través de procesos voluntarios e intencionales de recepción y asimilación; integrar de forma permanente la actividad constructivista y la interacción recíproca con las otras personas

participantes en el proceso de enseñanza y de aprendizaje; participar activamente en el desarrollo de su aprendizaje; y además, el espacio del aula debe constituirse en un ambiente motivador, que estimule la observación e investigación.

Históricamente la sociedad ha estado atravesada por diversas problemáticas producto de tensiones sociales entre los derechos individuales, intereses económicos y decisiones políticas, a las que los conocimientos y avances en el campo de las Ciencias Biológicas aportaron al desarrollo de profundos y polémicos debates (López Cruz, 2019; Reis, 2014). Sin dudas las aulas no deben estar ajenas a estas situaciones, ya que de esta manera se favorecen procesos de alfabetización científica, involucrando a las y los estudiantes en problemáticas de relevancia social permitiendo la incorporación de conocimientos científicos actualizados (Ayuso y Banet, 2002; Díaz Moreno, 2017).

En este sentido, en el marco de ciertos lineamientos generales, los fines de la educación en ciencias se actualizan permanentemente atendiendo a preocupaciones que surgen tanto de las demandas sociales como de las realidades presentes en las aulas. Por ello, es fundamental la formación de ciudadanos/as comprometidos/as con su entorno social y su ambiente, preparados/as para comprender las dinámicas sociales que los/as interpelan para actuar de manera crítica frente a ellas. La utilización en el aula de situaciones problemáticas causadas por la relación entre ciencia y sociedad en contextos reales, genera debates profundos que se conocen como controversias socio-científicas (CSC) que pueden utilizarse para la alfabetización científica (Ayuso y Banet, 2002; Doménech-Casal, 2017; Ruiz González, Banet y López Banet 2017). Estas son estrategias educativas englobadas en la Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que permiten relacionar en el contexto escolar las temáticas que irrumpen en la realidad social con la literatura científica, y constituyen una de sus estrategias de mayor potencial (Solbes, 2013).

La Biología, como asignatura de nivel medio de educación, representa una versión escolar de un campo disciplinar que posee su propios conocimientos y métodos, maneras particulares de construir conocimiento y comunicarlo. En este sentido, Lee y Yang (2019) y López Cruz (2019) sostienen que las controversias socio-científicas son herramientas didácticas basadas en la argumentación, que suponen una reestructuración de la dinámica de las clases porque requiere que las/os estudiantes sean capaces de expresar sus conocimientos, experiencias y puedan negociar y debatir para establecer consensos sobre la controversia. Una ventaja del uso de las controversias socio-científicas, además de estimular la argumentación, es que favorece la integración de habilidades lectoras, científicas, sociales, matemáticas y artísticas, además de proporcionar

experiencias reales, en las cuales el debate es esencial en la construcción del conocimiento (Zeidler y Nichols, 2009).

1.3 El impacto de los avances en la genética y su vinculación con el derecho a la identidad de las personas

Los avances científicos y técnicos en el desarrollo de herramientas moleculares han hecho posible su aplicación en el campo de la genética forense, situación que sin dudas a generado un gran impacto social (Álvarez Cubero et al., 2010). En este sentido, Pellegrino y Crespillo Márquez (2021) señalan que dichos avances permitieron que el conocimiento del genoma humano no solo tuviera efecto en lo estrictamente médico, sino también en procesos legales por paternidad, en la identificación de restos de personas desaparecidas y cuerpos no identificados recuperados en el marco de catástrofes naturales, atentados y guerras. Además, los mismos autores mencionan que en los últimos años se han hecho enormes esfuerzos en el campo de la genética para lograr descubrir nuevos marcadores en nuestro genoma, que faciliten la resolución, en particular, de los casos forenses: marcadores autosómicos, de ADN mitocondrial y cromosoma Y.

Por su parte, en el marco de los contenidos abordados en la secuencia didáctica del TFI que aquí se presenta, y en vinculación a la búsqueda de nietos y nietas, dada la vulneración del Derecho a la Identidad que implicó el plan sistemático de apropiación de niñeces durante la última dictadura cívico militar en nuestro país, debemos mencionar el impacto del desarrollo de una técnica revolucionaria que provocó un salto tecnológico en la biología molecular conocida como PCR (*polymerase chain reaction* o reacción en cadena de la polimerasa). Con esta técnica es posible generar un alto número de copias de la zona genética de interés (STR) y de esta manera, partiendo de muestras muy pequeñas de ADN, se obtiene una gran amplificación del material genético (Pellegrino y Crespillo Márquez, 2021). Otra técnica, desarrollada casi en paralelo, permite la identificación que establece la probabilidad del parentesco entre abuelas y nietas/os que se vincula con la herencia presente en el ADN mitocondrial. Este método, conocido como Índice de abuelidad, es el que permitió y permite analizar el vínculo biológico entre una abuela y sus nietos/as, salteando una generación, que, en el caso de las Abuelas de Plaza de Mayo, esa generación, era la de sus hijos e hijas desaparecidos/as durante la última dictadura cívico-militar (Chiaramoni, 2022).

La enseñanza de la genética en el discurso docente es muchas veces reduccionista y determinista, alejando a los/las estudiantes a establecer conexiones entre lo aprendido en el aula y

su vida cotidiana (dos Santos et. al, 2020; Gonçalves, Teixeira y Costa, 2019) y aunque la escuela no es el único espacio en donde nuestros/as estudiantes construyen su identidad, sin duda es un ámbito propicio para reflexionar respecto de lo que piensan. En este sentido, Leiva Soto y Llancaqueo Henríquez (2023) postulan a partir de sus investigaciones, que en general los/as estudiantes no identifican la trascendencia del ADN ya que se enseña como una simple molécula que contiene y expresa información, sin vincularla con la historicidad de una población. Por ello, consideramos que la forma de abordar estos contenidos debe invitar a los/as estudiantes a pensar en la identidad a nivel individual y grupal, entendida en su carácter de Derecho Humano y en relación a la importancia de respetarnos como seres únicos y sujetos de derecho. Promover el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas en los/as estudiantes, les permite cuestionar supuestos, analizar diferentes perspectivas y evaluar la relevancia de los conocimientos científicos (Molina-Andrade, 2017).

1.4 Principales referentes teóricos que dan sustento a la propuesta didáctica

La ciencia es una actividad humana en constante construcción, que trae consigo importantes cambios en todos los ámbitos de la sociedad (Martínez Carmona et al., 2024). En particular, la Genética ha experimentado avances con repercusiones globales de importancia en la generación de conocimientos para la alfabetización científica de la sociedad en general. Sin embargo, su relevancia académica evidencia falencias que constituyen obstáculos para comprender los conceptos fundamentales de esta disciplina científica (Chapman et al., 2019). En este sentido, Mero Briones et al. (2023) plantean que esta situación es crítica para la didáctica de la Genética, siendo objeto de análisis a nivel mundial. Estos/as autores mencionan en particular para América Latina los recientes aportes de Silva et al. (2019) y Mondragón (2020) en los que se explicitan las dificultades en los/as estudiantes para la comprensión de los contenidos de este campo de conocimiento y otros vinculados, caracterizados por su naturaleza abstracta y su complejidad.

Algunos de los diversos factores que afectan los procesos de enseñanza y de aprendizaje de contenidos tanto en el campo de la Genética como en relación a la Biología Celular, se vinculan a la persistencia de preconcepciones, las cuales están sujetas a errores conceptuales o concepciones alternativas que no son detectadas ni consideradas en las planificaciones didácticas (Bugallo Rodríguez, 1995; Gupta, 2019). En este sentido, numerosas contribuciones (Argento 2013; Dikmenli, 2010; Flores Camacho et al. 2017; Íñiguez Porras y Puigcerver Oliván, 2013; Lewis y

Kattmann, 2004; Mills Shaw, Van Horne, Zhang y Boughman, 2008) han detectado múltiples concepciones alternativas y aspectos confusos entre estudiantes de nivel medio y superior relacionadas con los mencionados contenidos, entre ellos podemos enumerar:

- No todos los seres vivos están formados por células.
- No todos los seres vivos tienen genes y cromosomas.
- Algunos organismos pueden tener cromosomas, pero no genes.
- La información hereditaria solo se encuentra en las células sexuales.
- Cada célula posee la información genética necesaria para su propia función.
- Los cromosomas sexuales solo se encuentran en los gametos.
- Se evidencia dificultad al identificar o relacionar correctamente la estructura y la función de los cromosomas.
- Se evidencia dificultad al diferenciar términos básicos como cromátides/cromosomas, cromosomas replicados/cromosomas no replicados, ploidía, entre otros.
- No relacionan la complejidad y estructura del material hereditario: genes, cromosomas y ADN.
- En particular la meiosis supone una importante dificultad durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la herencia biológica, y los/las estudiantes no la relacionan con el proceso de formación de gametos ni con la resolución de problemas de genética.
- Son evidentes las dificultades en cuanto a relacionar el material hereditario con la biosíntesis proteica y la expresión de la información genética.
- Dificultad en la diferenciación de procesos como duplicación (replicación), emparejamiento y separación (disyunción), al igual que determinar en qué momento del ciclo celular ocurren.

En este contexto, diversos aportes (Ayuso, Banet y Abellán, 1996; Bugallo Rodríguez, 1995; Caicedo et al., 2017; Legarralde, 2020; Perales y Jiménez, 2002; Rosenberg, Legarralde y Vilches, 2014; Vojíř y Rusek, 2019) coinciden en señalar que las concepciones alternativas y las dificultades en el aprendizaje de estos contenidos pueden atribuirse a múltiples factores. Entre ellos, se destacan el uso ambiguo o incorrecto de la terminología científica y la confusión derivada de ello; la forma en que se establecen relaciones entre conceptos cuando el tratamiento de los temas carece de contexto; la resolución de problemas sin un manejo adecuado de herramientas matemáticas ni de habilidades analíticas; y la realización de trabajos prácticos que, por sus

requerimientos temporales, muchas veces resultan difíciles de integrar al cronograma escolar. A esto se suma el papel de los libros de texto, cuyas propuestas, tanto a nivel textual como visual (esquemas, ilustraciones e imágenes), pueden interferir significativamente con la comprensión de los contenidos, afectando tanto la enseñanza como el aprendizaje. En esta misma línea, Pérez Martín y Aquilino (2015) advierten que muchos libros presentan dibujos atractivos, pero poco realistas, o emplean microfotografías excesivamente complejas, lo que puede resultar confuso. En lugar de ello, sugieren mostrar con mayor claridad los cambios en los niveles de condensación del ADN a lo largo del ciclo celular, ya que este criterio resulta clave para la identificación de las distintas fases de la mitosis y/o la meiosis.

Esta situación pone en evidencia la necesidad de reflexionar sobre la práctica docente y los procesos didácticos para el abordaje de estos contenidos. En esta línea, Dikmenli (2010) plantea una serie de recomendaciones para superar los conceptos erróneos sobre la división celular identificados en estudiantes de profesorado de biología, utilizando estrategias vinculadas a la utilización de dibujos combinados con el desarrollo de entrevistas. Por su parte, otros autores señalan que la implementación de recursos educativos tecnológicos e innovadores en conjunto con estrategias de investigación colaborativa, tiene efectos favorables para la comprensión de conceptos abstractos (Herrera y Occelli 2021; McKnight et al., 2021). Por su parte, Martínez Carmona et al. (2024) proponen como alternativa la implementación de un *BreakoutEDU*, un tipo de gamificación en la que los/as estudiantes se enfrentan al desafío de abrir una caja y para lograrlo deben resolver una serie de retos durante los cuales adquieren o refuerzan aprendizajes sobre los contenidos elegidos. También podemos mencionar el estudio realizado por Susantini y Durán (2018) que destacan el uso de estrategias de metacognición y el aprendizaje colaborativo como una opción innovadora a los procesos tradicionales utilizados para la enseñanza de Genética.

Podemos decir entonces que, frente a contenidos complejos se requiere utilizar recursos que permitan hacer más accesible el conocimiento a los/as estudiantes, brindar nuevos conocimientos, modelos e interpretaciones científicas por medio de diferentes estrategias que permitan a los estudiantes (re)construir el mundo a través de observarlo, interpretarlo, comprenderlo y también transformarlo (Quintanilla, Rodríguez y Romero, 2008; Sanmartí, 2002).

Sobre esta base, atendiendo las miradas de los autores consultados y considerando los factores que inciden tanto en los problemas de enseñanza como en los de aprendizaje de contenidos referidos a la división celular, se formulan los objetivos que orientan el desarrollo de este Trabajo Final de Integración (TFI).

2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

2.1 Objetivos de enseñanza

- Diseñar e implementar una propuesta de enseñanza que contribuya al aprendizaje de los mecanismos de división celular mitótico y meiótico.
- Contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los procesos de división celular (mitosis y meiosis).
- Evaluar la intervención didáctica desarrollada y su impacto en los aprendizajes de los estudiantes.

2.2 Objetivos de aprendizaje

2.2.1 Objetivos generales

- Comprender los procesos de división celular implicados en la reproducción y en la continuidad genética de la vida.
- Interpretar las particularidades, funciones e importancia biológica de los mecanismos de reproducción celular mitótica y meiótica.
- Reconocer la importancia de la aplicación de conocimientos biológicos y del análisis del material genético para la identificación de restos humanos y el establecimiento de lazos de parentesco.

2.2.2 Objetivos específicos

- Reconocer las características propias del ciclo celular y de los procesos de división celular mitótica y meiótica.
- Identificar y comparar las diferentes etapas de los procesos reproductivos celulares a partir de experiencias de laboratorio y análisis de imágenes que favorezcan el logro de aprendizajes adecuados sobre división celular.
- Identificar los fenómenos de replicación del ADN y meiosis en la formación de gametas para la perpetuación de la especie a través de la reproducción.
- Diseñar y producir un material audiovisual de los procesos de división celular tendientes a representar externamente las nociones construidas por los estudiantes.
- Valorar el concepto de identidad y contribuir a la construcción de la memoria colectiva como procesos esenciales para el desarrollo social y personal de los estudiantes.

- Desarrollar un pensamiento autónomo que les permita a los alumnos de nivel medio construir una perspectiva personal sobre el valor de los conocimientos biológicos y sus aplicaciones y que los habilite a la toma de decisiones o posturas como individuos reflexivos y críticos de la realidad.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

3.1 Marco metodológico

En este trabajo centramos la mirada en un contenido particular, indagamos su complejidad y proponemos e implementamos algunas estrategias de enseñanza para su abordaje en el nivel medio tendientes al logro de aprendizajes adecuados. En este marco, partimos de la idea de que la construcción del conocimiento científico escolar debe establecerse a partir de prácticas que permitan a los/as estudiantes reconstruir conocimientos desde sus saberes previos, a partir de la utilización de estrategias de enseñanza asociadas a la problematización de contenidos que habiliten espacios para la lectura crítica a partir de la consulta de diferentes fuentes de información (multimedia, textos académicos y de divulgación, graficas, etc.), el desarrollo de argumentaciones, la producción de diversos recursos y el uso de herramientas informáticas en las actividades de enseñanza y aprendizaje.

El recorte de contenidos propuesto fue abordado de forma guiada, pero a través del trabajo grupal y colaborativo, el cual permite la construcción de conceptos y estrategias de pensamiento científico a partir de la exploración, debate y acuerdos logrados entre las/os participantes a partir de los plenarios o puestas en común que se propuso. Dikmenli (2010) señala que las actividades centradas en los/as estudiantes son buenas estrategias para generar un cambio conceptual; por otro lado, el empleo de recursos educativos, como las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Çepni, Taş y Köse, 2006; Yesilyurt y Kara, 2007) y los modelos (Chamizo y García Franco, 2010; Clark y Mathis, 2000; López Mota y Moreno Arcucci, 2014; Pashley, 1994; Rosenberg y Legarralde, 2016), para la enseñanza de contenidos pueden favorecer la comprensión de conceptos abstractos tales como los incluidos en esta propuesta. En esta línea, la argumentación posibilita el desarrollo de capacidades para sostener posturas necesarias para llevar a cabo actividades centradas en problemáticas socio-científicas, dado el papel controversial de las mismas (Ruiz-González, Banet y López-Banet, 2017). En esta propuesta la argumentación es entendida como elemento sustancial para darle sentido a explicaciones y opiniones sobre una problemática social, y el aula se considera un espacio de comunicación donde se construyen significados a través del lenguaje.

3.2 Población destinataria y contexto

Desde el punto de vista institucional, este trabajo se enmarca en el nivel medio de la educación, particularmente en el pregrado del Bachillerato de Bellas Artes (BBA) “Prof. Francisco

A. De Santo” de la Universidad Nacional de La Plata; establecimiento de educación secundaria especializado en arte. Su Plan educativo (Plan 2012) consiste en articular los conocimientos de las Ciencias Humanas y Naturales con los saberes específicos de los lenguajes artísticos de la Música y de las Artes Visuales. En el campo de la Formación General se inscriben las materias referentes a las Lenguas (castellana y extranjeras) y la Literatura, las Ciencias Exactas, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. En el campo de la Formación Específica se articulan las materias referentes al conocimiento de los procesos de producción, interpretación y contextualización de la Música y de las Artes Visuales, junto con las asignaturas de integración de lenguajes artísticos y otras disciplinas artísticas pertenecientes a la contemporaneidad.

Según su propuesta Académica y de Gestión 2018-2022 y su continuación 2022-2026 (Aguerre, 2018; 2022), las diversas configuraciones que conforman el diseño curricular del Bachillerato de Bellas Artes establecen una interrelación dinámica y flexible, donde las distintas formas de conocimiento generan una traza única y diferente en la construcción subjetiva de los/as estudiantes. En este sentido, se proponen grandes líneas de acción cuyos propósitos consisten en la profundización de procesos de democratización, generación de espacios de encuentro y diálogo entre pares para fortalecer las relaciones interpersonales y grupales, y mejoras de las condiciones de enseñanza y aprendizaje. En particular desde el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales se piensa el conocimiento científico alejado de los dogmas, con margen para la imaginación y la crítica, que no olvida la historia como elemento fundamental del conocimiento. Se posiciona a los/as estudiantes en un rol participativo, como sujetos activos en el proceso de apropiación y creación del conocimiento, incentivando la búsqueda de caminos alternativos, habilitando la confrontación de ideas y el diálogo para la construcción del conocimiento.

Teniendo en cuenta lo expuesto, la implementación de la propuesta diseñada se llevó a cabo durante el ciclo lectivo 2022 con un grupo de estudiantes de 3° año de la Educación Secundaria Básica (ESB), en el marco de la asignatura Biología. Esta materia se dicta de manera anual, con una carga horaria de 2 horas cátedra semanales (80 minutos).

La elección de las estrategias y el enfoque para abordar los contenidos propuestos en esta secuencia didáctica se enmarcan en la orientación artística de la institución, y también responde a la historia particular del Bachillerato de Bellas Artes. Esta escuela ha sido profundamente atravesada por las consecuencias de la última dictadura cívico-militar en Argentina, con estudiantes y docentes detenidos/as, desaparecidos/as y asesinados/as. En este contexto, resulta fundamental destacar que la comunidad educativa mantiene viva su memoria colectiva, a través

de diversos dispositivos y espacios, como la Comisión por la Memoria del BBA, sostenidos por la participación activa de docentes y estudiantes.

En relación a los recursos y los espacios físicos disponibles, el BBA es un establecimiento educativo que cuenta con un laboratorio de Biología completamente equipado y con todos los insumos necesarios para el desarrollo de la intervención que a continuación se detalla.

3.3 Secuencia didáctica

Como se expuso, la presente propuesta surge como alternativa para renovar la práctica áulica vinculada al abordaje de los contenidos relacionados con los procesos de división celular (mitosis y meiosis). Su marco de referencia consiste en entender el aprendizaje de las ciencias como una construcción de conocimientos a partir de la utilización de diferentes estrategias de enseñanza complementarias como el juego, la argumentación y el debate, la práctica de laboratorio y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), partiendo de las concepciones alternativas de los estudiantes para lograr un aprendizaje significativo (Azeglio Montañez, Mayoral Nouveliere y Sara, 2015; Çepni, Taş y Köse, 2006; Clark y Mathis, 2000; Dikmenli, 2010; Klautau et al., 2009; Pashley, 1994; Pozo y Gómez Crespo, 2006; Pozo, 2010; López Mota y Moreno Arcucci, 2014; Yesilyurt y Kara, 2007).

La secuencia didáctica tiene como propósito contribuir a la comprensión adecuada de los procesos de división celular a través de la utilización de estrategias complementarias de trabajo que funcionen como mediadores en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, como el juego, la argumentación y el debate, la práctica de laboratorio y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

En el punto 2 del presente trabajo se enunciaron los objetivos de la propuesta didáctica; allí se discriminó entre objetivos de enseñanza y de aprendizaje. A continuación, se presenta el desarrollo de la intervención realizada.

3.4 Descripción de la propuesta didáctica

3.4.1 Actividades realizadas y propuestas de abordaje

Sobre la base de lo propuesto por Íñiguez Porras y Puigcerver Oliván (2013) la secuencia didáctica contempló las siguientes características:

1. Instancias de exploración de las ideas de los/as alumnos/as, con espacios de socialización y debate.

2. Propuesta de actividades factibles de crear conflictos cognitivos. Siguiendo a Crippa y Moreno (2015), las actividades se enmarcan en producciones que involucren conocimientos trabajados y también actividades desafiantes que permitan dar cuenta de las potencialidades cognitivas de los estudiantes a partir de la mediación del docente, de sus pares, de la utilización de textos, imágenes y diferentes tecnologías.
3. Uso de modelos tridimensionales de células eucariotas, de la estructura de los cromosomas, de la mitosis y la meiosis.
4. Uso de ejemplos y referencias que sean significativas para los estudiantes, especialmente en lo que se refiere a la genética humana.
5. Estudio de la mitosis y la meiosis como dos procesos integrados en la transmisión de la información hereditaria.
6. Evaluación continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La secuencia de actividades contempló tres etapas fundamentales en función de los objetivos planteados, con un total de siete clases (14 horas cátedra, 560 minutos) requeridas para su realización. A continuación, se detalla cada una de estas etapas de modo general, sintetizando sus características más relevantes. Cabe mencionar que los tiempos propuestos en el diseño original de esta secuencia tuvieron que ser modificados durante la implementación, información que será detallada en el desarrollo de cada momento. Por otra parte, el tiempo estimado por clase fue de 80 minutos (2 horas cátedra).

Se destaca además que en las clases previas a la implementación de esta secuencia didáctica se abordaron contenidos como célula eucariota y procariota, estructura y tipos de ácidos nucleicos, ciclo celular (principalmente interfase), duplicación del ADN. Esto permitió que se genere un contexto previo y oportuno para el posterior desarrollo de la intervención programada.

3.4.1.1 Primera etapa: Actividades de apertura e indagación inicial

Para el desarrollo de esta primera etapa de la propuesta se requirieron dos clases, equivalentes a cuatro horas cátedra (160 minutos). En la primera clase se realizó una indagación inicial respecto de los contenidos abordados en las clases anteriores y un rastreo de las ideas previas de los/as estudiantes; ello se logró a partir de la resolución de un breve cuestionario inicial creado en línea a partir de una plantilla en la aplicación Google Forms (Formularios de Google es un software de administración de encuestas que se incluye como parte del conjunto gratuito Google Docs Editors basado en la web que ofrece Google). Esta actividad se complementó con el uso de

la estrategia denominada *semáforo de evaluación*, herramienta que contribuye a los propósitos de la evaluación formativa y sirve de guía a los/as estudiantes para su autoevaluación, permitiéndoles reflexionar sobre su propio aprendizaje (Pinzón, Gómez y Romero, 2015). En el marco de esta secuencia didáctica, el procedimiento implicó la selección de sentencias estructuradas en función de los objetivos de aprendizaje (modificado de Rosenberg y Francia, 2023).

Se procedió luego a la observación y análisis de un audiovisual titulado “99,99 %, La ciencia de las Abuelas” (Capítulo 1)¹. Este documental, producción de CePIA (Centro de Producción e Investigación en Artes, organismo de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) y transmitido durante el año 2012 por la TV Pública, rescata la importancia de los avances en Genética, que fueron la herramienta esencial en la recuperación de identidades y en el restablecimiento de lazos familiares luego de la última dictadura cívico-eclesiástico-militar. El primer capítulo aborda el robo de bebés y el surgimiento de la organización Abuelas de Plaza Mayo, las primeras búsquedas de nietos/as y la necesidad del desarrollo de un método específico de filiación, la histocompatibilidad y los valiosos aportes de genetistas como Fred Allen, Marie Claire King y el Hospital General de Agudos "Carlos G. Durand" (CABA, Argentina). Finalmente, se presenta la resolución judicial del primer caso de una nieta recuperada: Paula Eva Logares.

A partir de este material audiovisual se invitó a los y las estudiantes a debatir sobre la base de una serie de preguntas disparadoras; las mismas se trabajaron en grupo de cinco o seis estudiantes (Figura 1 A y B) y sus respuestas se explicitan en un apartado posterior de este escrito.

Las cuestiones planteadas fueron:

- a) ¿Ustedes creen que el ácido desoxirribonucleico (ADN) está presente en todas las células de un organismo o sólo en algunas?
- b) ¿En qué lugar de las células eucariotas les parece que está localizado este material que llamamos ADN o material genético?
- c) ¿Qué función les parece que tiene el ADN?
- d) ¿Podrían mencionar la idea que Uds. poseen respecto a los modos o mecanismos en que se transmite la información almacenada en el material genético?

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=-p2aNVhoRxI>

- e) ¿Piensan que un estudio de ADN permitiría verificar lazos de parentesco entre personas?
Justificar la respuesta.
- f) ¿Qué información que no conocían les aportó el material audiovisual que observaron?

Finalmente, cada grupo socializó las respuestas consensuadas y luego, se debatió respecto de las diferentes resoluciones obtenidas por cada equipo. Además, aquí se incluyó una discusión guiada y orientada por la docente a cargo del curso, acerca de la importancia que tiene la ciencia básica, como generadora de conocimiento, y la aplicada, vinculada al impacto directo de estos conocimientos en la sociedad, mejorando los sistemas existentes y satisfaciendo demandas particulares y de interés común.

El desafío de esta actividad fue la vinculación de contenidos científicos como la división celular en células eucariotas y la noción del ADN como molécula fundamental presente en la estructura de toda célula y su herencia, con conceptos vinculados con la identidad de las personas. Analizar la temática desde el aporte de la ciencia en la reivindicación social relacionada con la identidad, los derechos humanos y la justicia social habilita su abordaje como controversia socio-científica sobre la cual intervenir y elaborar conclusiones a través del debate, análisis de datos promoviendo el aprendizaje significativo crítico de lo/as estudiantes expresado a través de la argumentación en el aula. La historia compartida es fundacional para la construcción de la identidad de un pueblo, es por ello que hechos como los vinculados con la última dictadura cívico-militar forman parte de nuestra propia historia. En este sentido, los conceptos vinculados con la identidad y la defensa de los derechos humanos adquieren gran importancia y requieren su abordaje en las aulas, ya que constituyen pilares sobre los que se asienta la memoria colectiva.

3.4.1.2 Segunda etapa: Actividades de investigación guiada

Para el desarrollo de esta etapa se destinaron tres clases, equivalentes a seis horas cátedra (120 minutos). En esta segunda fase, correspondiente a la tercera clase de la secuencia didáctica, se retomaron los contenidos trabajados en encuentros anteriores, con el objetivo de articularlos y profundizar en el estudio de la división celular (mitosis y meiosis) como parte del ciclo celular. Posteriormente, los/as estudiantes consultaron bibliografía y diferentes audiovisuales (brindados por la docente) relacionados con las fases de la división mitótica en eucariotas a fin de caracterizar e identificar cada una de ellas. Como actividad de cierre se compartieron imágenes de (microfotografías) de las fases de la mitosis de células eucariotas animales obtenidas al microscopio óptico (MO), para que, de forma grupal y colaborativa se reconozca la fase a la que

corresponde cada imagen (Figura 2). Para incentivar el trabajo colaborativo, se adelantó que de cada grupo sería seleccionado al azar quien debería entregar la actividad resuelta.

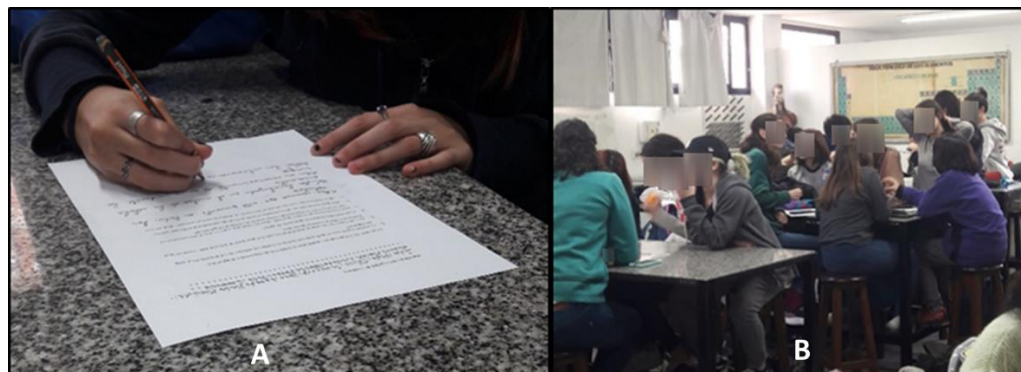


Figura 1. A) Cuestionario inicial y B) Resolución del cuestionario en equipos de trabajo.

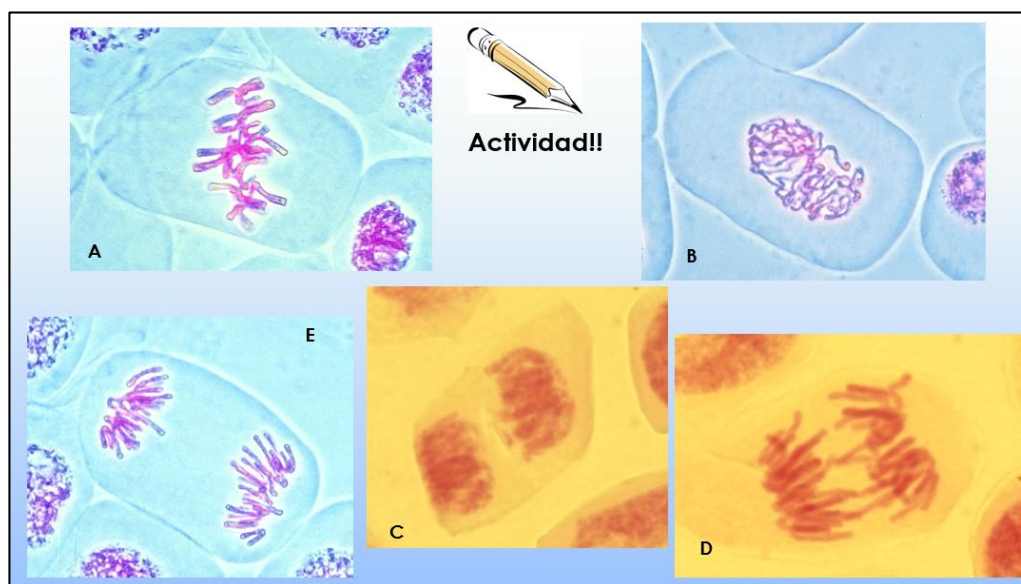


Figura 2. Imágenes utilizadas en la actividad de la segunda etapa de la secuencia didáctica.

En el siguiente encuentro (clase 4) se concretó una práctica de laboratorio (Anexo I) con la finalidad de observar al microscopio óptico preparados histológicos de células eucariotas vegetales, particularmente las localizadas en los ápices de raíces de cebollas en crecimiento, zonas donde las divisiones mitóticas son abundantes y conspicuas. Para ello, se utilizaron bulbos de cebolla (*Allium cepa*), que fueron colocados con antelación (una semana antes) en frascos con agua (uno por grupo de trabajo) para que se produzca el crecimiento radicular (Figura 3A); como tarea asociada, cada equipo realizó el control de cada preparación, el registro fotográfico y el registro

de notas al respecto. Cabe aclarar que se utilizaron cebollas ya que desarrollan raíces rápidamente en contacto con el agua, constituyendo un buen modelo para el estudio de la mitosis, pudiéndose elaborar preparados con las mismas y luego identificar sus fases (Figuras 3 B y C).

Paralelamente a la observación de las muestras al microscopio óptico (MO), se invitó a los/as estudiantes a navegar con sus dispositivos móviles (teléfonos celulares), a través del microscopio *virtual Histology Guide* (Brelje y Sorenson, 2005-2023)² de acceso libre y gratuito. Esta propuesta no solo se materializó para la observación y análisis de las imágenes allí compartidas, sino también como estrategia para familiarizar a los/as estudiantes en el uso de otras herramientas (en este caso virtuales) muy útiles para este tipo de estudios. Siguiendo a Moreira Szokalo et al. (2020), el microscopio virtual es un novedoso recurso tecnológico didáctico complementario que favorece el aprendizaje y la adquisición de experticia. En este sentido, la intencionalidad en su uso se encuentra vinculada también a asegurar la accesibilidad, ya que proporciona acceso a colecciones de imágenes de alta calidad y su integración a la educación formal potencia el aprendizaje significativo.

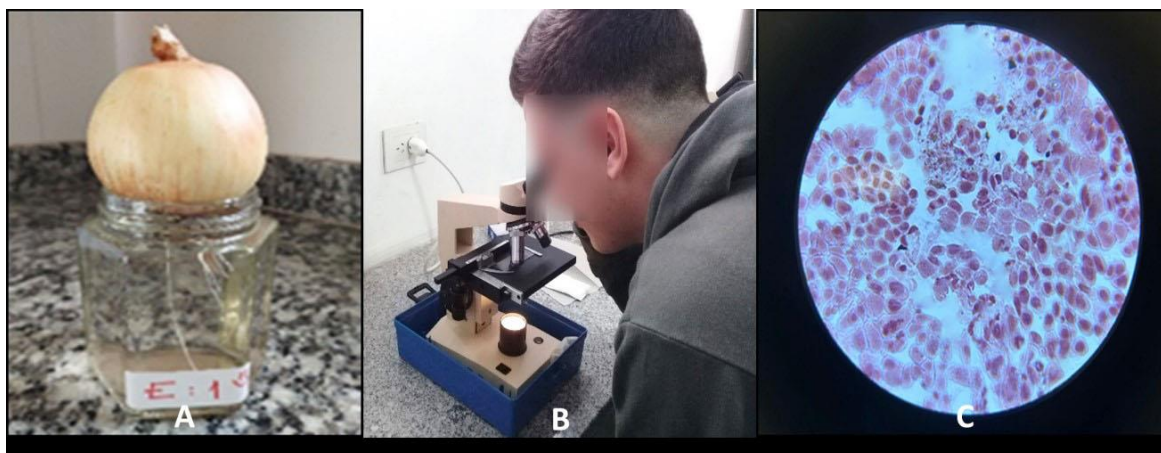


Figura 3. A) Bulbo de cebolla (*A. cepa*) en agua, con evidente crecimiento radicular; B) Registro visual de la observación al MO; y C) Micrografía de preparado histológico de células eucariotas de raíces de cebolla, obtenidos en el marco de la secuencia didáctica.

² <https://histologyguide.com/>

En la clase 5 se replicó lo realizado en la primera clase (de la segunda etapa), pero en dicha ocasión los/as estudiantes consultaron bibliografía y diferentes audiovisuales (aportados por la docente) relacionados con las fases de la división meiótica a fin de caracterizar e identificar cada una de ellas.

Como actividad de cierre, se realizó un análisis grupal y colaborativo de microfotografías obtenidas con microscopio óptico (MO), correspondientes a las distintas fases de la meiosis en células eucariotas animales (Curtis et al., 2016). Cada grupo tuvo la tarea de identificar y reconocer la fase a la que pertenecía cada imagen.

3.4.1.3 Tercera etapa: Actividades de cierre e indagación final

En el primer encuentro de esta etapa (clase 6) se invitó a los grupos de trabajo a participar de un espacio lúdico en el cual aplicaron los conocimientos construidos en el marco de los contenidos abordados durante toda la secuencia, a partir de la manipulación de material didáctico (célula eucariota animal, cromosomas y estructuras asociadas a la división celular) realizado en Goma Eva (etileno-vinil-acetato) y cartulina, a fin de interactuar y simular la secuencia ordenada de fases en cada una de las divisiones celulares (Figuras 4. A y B).



Figura 4. A) Material didáctico realizado en Goma Eva y cartulina y B) Manipulación del material didáctico durante la tercera etapa de la secuencia didáctica.

Posteriormente, se propuso a los grupos de trabajo la realización de un audiovisual (de estrategia/metodología libre) para representar la división celular (mitosis/meiosis) en células eucariotas a partir del material didáctico brindado por la docente y producido especialmente para esta etapa de la secuencia didáctica. Luego, los grupos compartieron sus producciones

audiovisuales en una muestra virtual colaborativa construida a través de la plataforma Padlet³, una empresa de tecnología educativa que proporciona un software libre y gratuito como servicio basado en la nube, que aloja una plataforma web colaborativa en tiempo real en la que los usuarios pueden cargar, organizar y compartir contenido en tableros de anuncios virtuales llamados "padlets" (Figura 5). Si bien hay varios recursos con estas características, se seleccionó esta plataforma por ser fácil de usar y por su potencial interactivo que permite crear un espacio de aprendizaje para almacenar y compartir recursos multimedia.

En la última clase se realizó la actividad de cierre de la secuencia didáctica con la socialización de la muestra virtual colaborativa construida con la participación de todos los grupos de estudiantes, asimismo se proyectaron las producciones audiovisuales realizadas por los diferentes grupos de trabajo. Luego de la visualización de cada audiovisual se promovió una instancia de debate y argumentación dentro y entre los equipos de trabajo, lo cual permitió un espacio para la coevaluación y autoevaluación respecto de las producciones obtenidas, permitiéndoles ser hacedores de su propio aprendizaje de manera metacognitiva.

³ <https://es.padlet.com/>

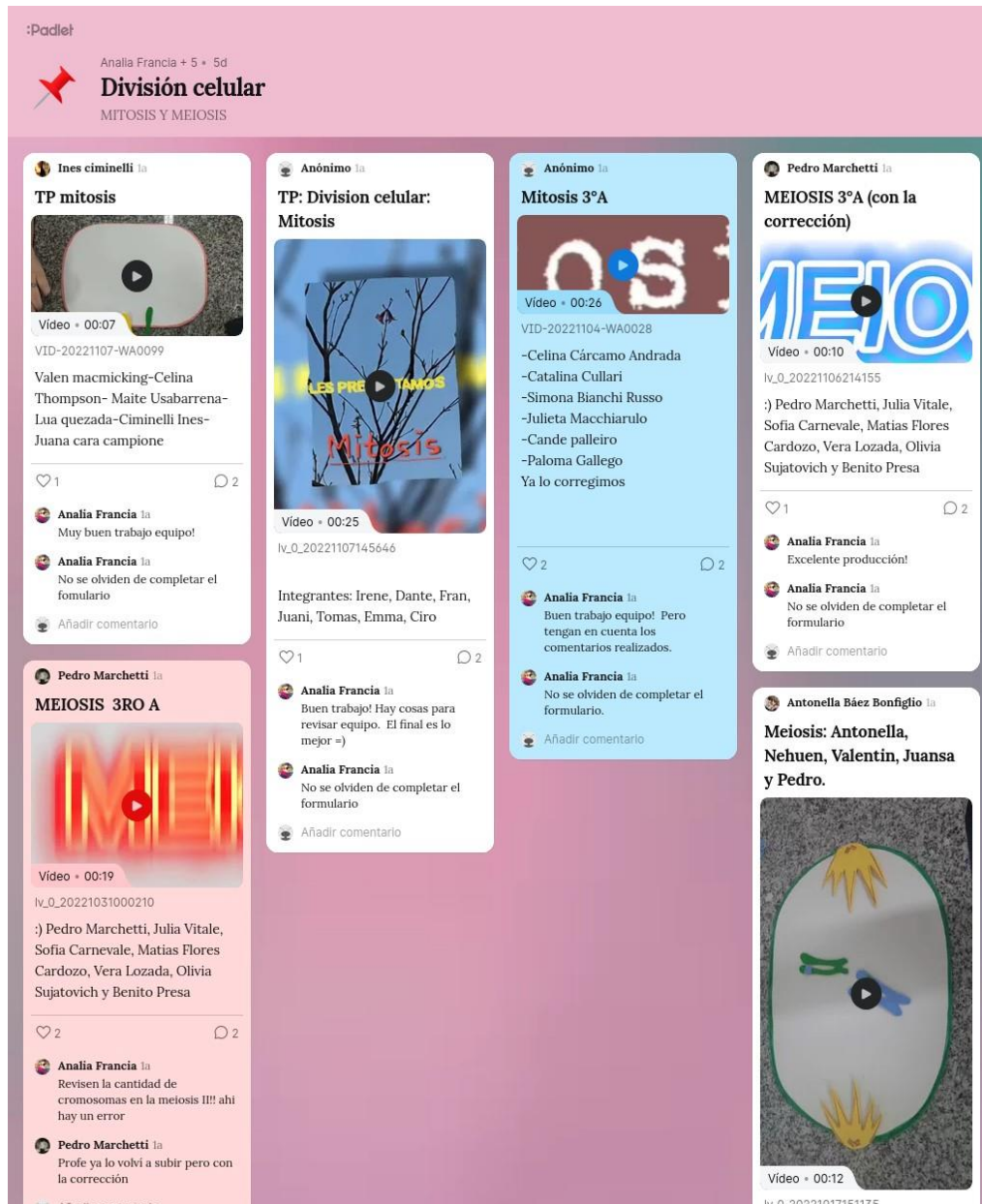


Figura 5. Muestra virtual colaborativa construida por los/as estudiantes en la plataforma Padlet.

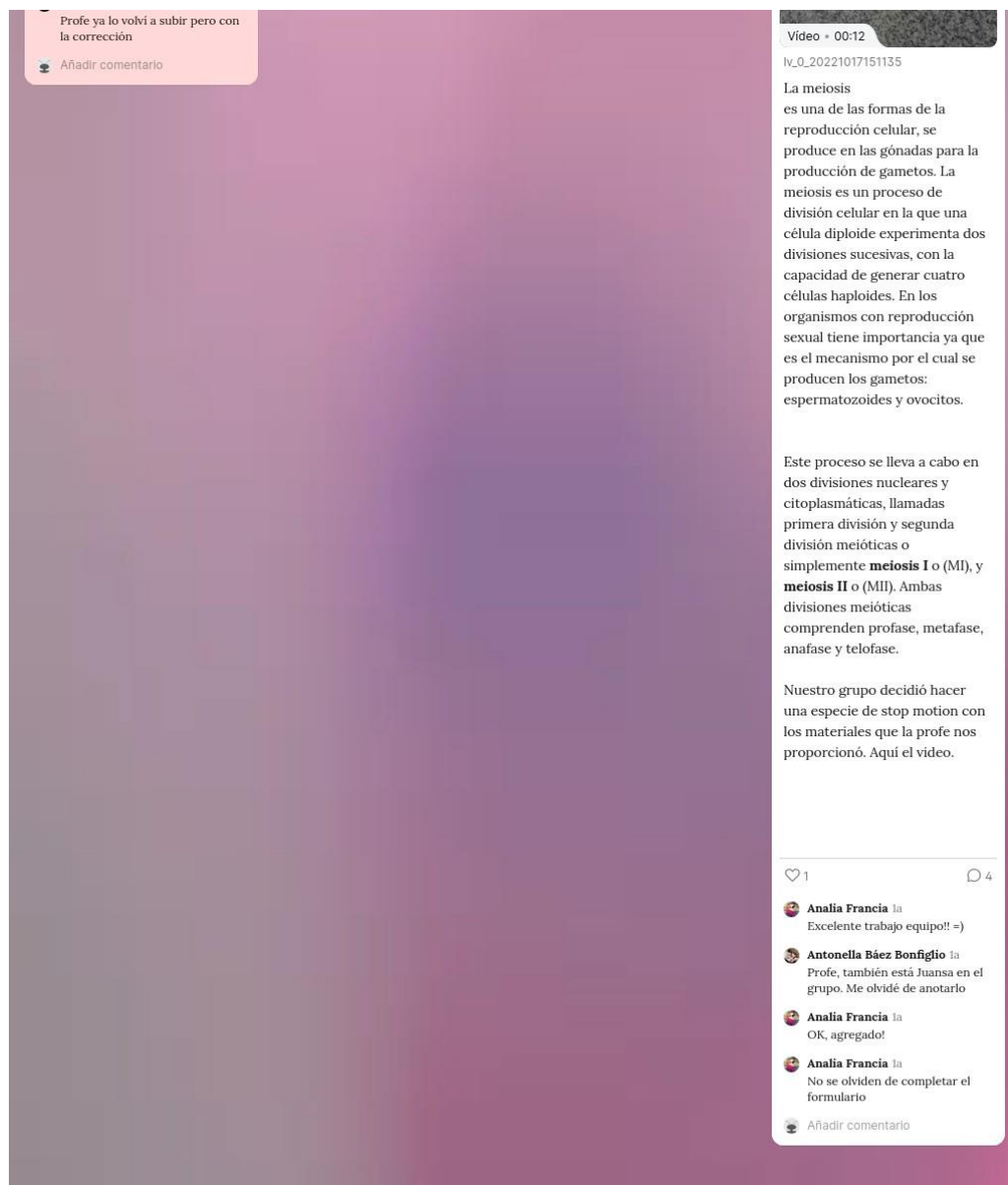


Figura 5. Registro de la muestra virtual colaborativa construida por los/as estudiantes en la plataforma Padlet (continuación).

La muestra virtual construida colaborativamente, sirvió como dispositivo para reflexionar respecto de las características inherentes a la construcción de modelos, resaltando, particularmente en esta comunidad educativa, la posibilidad de aplicar los conocimientos artísticos junto a los conocimientos de la propia disciplina científica, además de la importancia del desarrollo de un trabajo verdaderamente colaborativo. Se destacó que los modelos no son únicos sino diversos, y en ese sentido siempre podrán ser revisados, modificados y actualizados. En términos de Halloun (2007), el objetivo de estas actividades que posicionan a los/as estudiantes en un rol activo, reside en habilitar un ambiente de aprendizaje que promueva la capacidad de análisis y el

cuestionamiento de las producciones construidas, para su posible modificación o su eventual reemplazo.

Para la evaluación de las producciones audiovisuales se implementó una rúbrica que fue socializada previamente con los/as estudiantes, favoreciendo así la formulación de criterios de evaluación públicos y accesibles (Anexo II).

Para el cierre de la secuencia didáctica se llevó a cabo la indagación final respecto de los conocimientos o saberes construidos, para lo cual respondieron un cuestionario de resolución individual, anónima y voluntaria. Para la implementación de esta instancia se utilizó la misma herramienta de autoevaluación inicial, un cuestionario creado en línea a partir de una plantilla en la aplicación *Google Forms* (Formularios de Google es un software de administración de encuestas que se incluye como parte del conjunto gratuito *Google Docs Editors* basado en la web que ofrece Google).

3.4.2 Las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como dispositivos para los procesos de enseñanza y de aprendizaje

Siguiendo la perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que sostiene que la diversidad es un concepto aplicable a todo grupo humano, incluso en relación a la forma en que cada persona aprende (Pastor et al., 2014), ofrecer distintas alternativas para el acceso al conocimiento permite incorporar diversas actividades mentales y favorecer la autogestión en el proceso de aprendizaje (Francia et al., 2021). En este sentido, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituyen dispositivos potentes en la promoción del aprendizaje, que favorecen el aprendizaje multisensorial y posicionan a los/las estudiantes en un rol activo y participativo en la construcción de conocimiento, propiciando la formación de estudiantes autónomos. En esta línea, Sinker (como se citó en Buckingham, 2005) señala que las formas de producción multimedia representan un "aprendizaje a través del hacer" y es interdisciplinario. Este enfoque activo posiciona a las/os estudiantes como generadores de información y comunicadores de conocimientos, capaces de argumentar y reconocer las limitaciones, así como las utilidades de la ciencia.

Al respecto, cabe mencionar que sería un error pensar que la mera incorporación y uso de las TIC en educación asegura una mejora en las prácticas educativas. Sin embargo, como señala Gibelli (2013), estas tecnologías en general y en particular ciertas aplicaciones, tienen características específicas que abren nuevas posibilidades a los procesos de enseñanza y de

aprendizaje y son plausibles de generar dinámicas de innovación muy difíciles de obtener sin ellas. Asimismo, Almeida y Lopes (2019) enfatizan que la adopción de tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias hace que el contenido de aprendizaje sea más interesante e interactivo. De hecho, diversas investigaciones indican que actividades, como juegos y videos educativos, son efectivas en particular para la enseñanza de la Genética (Brão y Pereira, 2015; dos Santos et. al, 2020).

Retomando a Gibelli (2013), las TIC pueden funcionar como herramientas susceptibles de mediar los procesos inter e intra-psicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje, mediando las relaciones entre estudiantes, docentes y el contenido, y contribuyendo a conformar el contexto de actividad en el que tienen lugar estas relaciones conectadas entre sí.

3.4.3 Evaluación de la secuencia didáctica

La evaluación, entendida como proceso colectivo, se desarrolló de forma continua. Se priorizaron espacios para la auto y coevaluación, procesos mediante los cuales los/as estudiantes realizan un análisis y valoración de sus actuaciones y/o producciones y las de sus pares. Para ello, se propusieron actividades específicas de regulación del aprendizaje tales como cuestionarios de autoevaluación relacionados con los contenidos abordados en la secuencia didáctica, actividades grupales con instancias de socialización y reflexiones sobre el proceso de aprendizaje en las diferentes instancias de producción.

De acuerdo con la secuencia de trabajo planteada en esta propuesta didáctica y tal como lo plantea Anijovich (2018), se propusieron diferentes instancias de evaluación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que permitan obtener información e insumos tanto para la docente como para cada estudiante. La información para la evaluación global incluyó instrumentos cualitativos y cuantitativos. En esta línea, se utilizó la técnica cualitativa de observación participante (Marradi et al., 2007); y encuestas y rubricas como instrumentos cuantitativos, basadas en un sistema de valoración con criterios claros y compartidos. Además, se registraron y analizaron instancias de producción escrita y audiovisual, participación continua en coloquios, debates y resolución de las diferentes actividades mencionadas en los apartados correspondientes.

La evaluación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje se desarrolló con sentido prospectivo y constructivo, para favorecer el aprendizaje autodirigido, el autorreflexión y la autoevaluación (Canaval y Margalef, 2017). En este sentido, en la evaluación de los aprendizajes desde este enfoque de evaluación como aprendizaje, las prácticas de retroalimentación fueron

consideradas la base fundamental y se definieron como espacios de intercambio de carácter sistemático entre docente y estudiante o grupo de estudiantes, pero también tuvo lugar entre pares y en los procesos de auto-evaluación. Como señala Anijovich (2010), todos estos aspectos inciden indudablemente en la formación de estudiantes autónomos.

Cabe mencionar además que entre los criterios tenidos en cuenta en estas instancias de evaluación se incluyó:

- a) El grado de cumplimiento y calidad en la realización de las actividades propuestas con la consiguiente presentación en término de las mismas.
- b) La participación activa en la contribución de ideas y colaboración en los trabajos y producciones grupales (trabajo colaborativo).
- c) El alcance y significación de los contenidos abordados y su transferencia a la resolución de actividades y realización de producciones.
- d) La capacidad de utilizar un vocabulario acorde a las temáticas abordadas para argumentar, debatir y comunicar opiniones, siempre con una actitud de respeto.
- e) La capacidad de autoevaluación y coevaluación.

En el marco de lo expuesto, la metodología vinculada al proceso de evaluación de los aprendizajes se dividió en dos etapas de indagación: i) inicial y ii) final. La primera se dividió en dos instancias, una de carácter grupal a partir de preguntas disparadoras vinculadas a un audiovisual y otra de carácter individual vinculada con el rastreo de los conocimientos o saberes de los/as estudiantes a través de la realización de un cuestionario anónimo y voluntario. En este último caso se utilizó un formulario de Google sobre conocimientos y posibilidad de comunicación, mediante la herramienta *semáforo de evaluación* (ver el apartado 3.6.1.1), en la que las/os estudiantes pueden dar una de cinco posibles respuestas: 1) es correcto y puedo explicarlo, 2) es correcto, pero no puedo explicarlo, 3) es incorrecto y puedo explicarlo, 4) es incorrecto, pero no puedo explicarlo y 5) no sabe/no contesta (Tabla 1).

Para determinar independencia (prueba de independencia de atributos) entre la indagación al inicio y al final de la actividad, y las variables de respuestas para cada indicador, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para tablas de contingencia. Esta prueba se acepta si no hay más del 20 % de las casillas en las que el valor de la frecuencia esperada es menor a cinco, en este caso se calculó la prueba exacta de Fisher.

Tabla 1. Ítems e indicadores para la indagación al inicio y al final de la actividad (modificado de Rosenberg y Francia, 2023).

Ítems	Indicadores
Todos los seres vivos están formados por células	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
Todos los seres vivos tienen genes y cromosomas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
La información genética está presente en todas las células de un ser vivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
Durante el ciclo celular el ADN se condensa para formar los cromosomas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
Cada organismo tiene un número característico de cromosomas propio de su especie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
Las células somáticas atraviesan las siguientes fases: interfase, mitosis o cariocinesis y citocinesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
Las células sexuales o gametas tienen un número de cromosomas diferente al de las células somáticas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
En toda célula diploide cada cromosoma tiene su par	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
La mitosis da como resultado 2 células hijas con el mismo número de cromosomas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta
La meiosis es un tipo de división reduccional, vinculada con la formación de gametas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es incorrecto, pero no puedo explicarlo 2. Es correcto, pero no puedo explicarlo 3. Es incorrecto y puedo explicarlo 4. Es correcto y puedo explicarlo 5. No sabe/No contesta

Por otro lado, el instrumento de evaluación para los audiovisuales producidos por los/as estudiantes consistió en una rúbrica construida con el *software libre iRubric*⁴, una potente herramienta para el diseño de rúbricas en línea, gratuita y de fácil manejo (Gatica-Lara y Uribarren-Berrueta, 2013).

Finalmente, es importante destacar que al cierre de la propuesta se habilitó un espacio de entrevistas en el que se invitó a los/as estudiantes a compartir sus opiniones sobre el abordaje general de los contenidos y la metodología de trabajo implementada en la asignatura Biología. Esta instancia tuvo como eje central otorgar voz a los/as estudiantes, con el fin de conocer sus preferencias, percepciones y valoraciones. La información recabada constituye un valioso insumo para reflexionar tanto sobre esta propuesta en particular como sobre el tratamiento general de los contenidos a lo largo de las clases. Los resultados son discutidos en el apartado correspondiente a la discusión general de este trabajo.

⁴ <http://goo.gl/dqyFA>

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de los datos obtenidos

En el contexto educativo actual, uno de los grandes desafíos es ofrecer recursos adecuados y diversos que permitan a los/as estudiantes apropiarse de aprendizajes, ideas y experiencias que favorezcan una construcción activa y comprometida del conocimiento. La complejidad inherente a la toma de decisiones en los procesos de enseñanza impide pensar en soluciones únicas o recetas preestablecidas (Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol, 2007). No obstante, el diseño y la implementación de propuestas con enfoques variados que introduzcan nuevas estrategias metodológicas para abordar temáticas didácticamente complejas pueden resultar sumamente enriquecedoras.

4.1.1 Encuestas de indagación inicial y final

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la comparación entre las encuestas de indagación aplicadas al inicio (n=32) y al final (n=29) de la secuencia didáctica. Las encuestas se realizaron mediante un cuestionario en línea (elaborado con *Google Forms*) basado en la herramienta *semáforo de evaluación*. El análisis (que se profundiza más adelante) muestra que, en general, al finalizar la secuencia se evidenció un cambio significativo en las respuestas a la mayoría de las afirmaciones planteadas, incluso considerando que la cantidad de respuestas fue levemente menor en la instancia final.

A continuación, se presentan y analizan algunos de los resultados obtenidos en el marco de esta experiencia. Al indagar, antes de iniciar la secuencia didáctica, si los/as estudiantes comprendían que “*todos los seres vivos están formados por células*”, la mayoría respondió que esta afirmación es correcta (93,8 %); sin embargo, solo el 50 % manifestó poder explicarla, mientras que el 43,8 % indicó que no podía hacerlo. Al finalizar la secuencia, se observó un aumento significativo en la proporción de estudiantes que afirmaron que la afirmación es correcta y que, además, podían explicarla (79,3 %), junto con una disminución en aquellos que, si bien consideraban la afirmación correcta, no podían explicarla. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa (Test exacto de Fisher, p-valor = 0,013) (Figura 6).

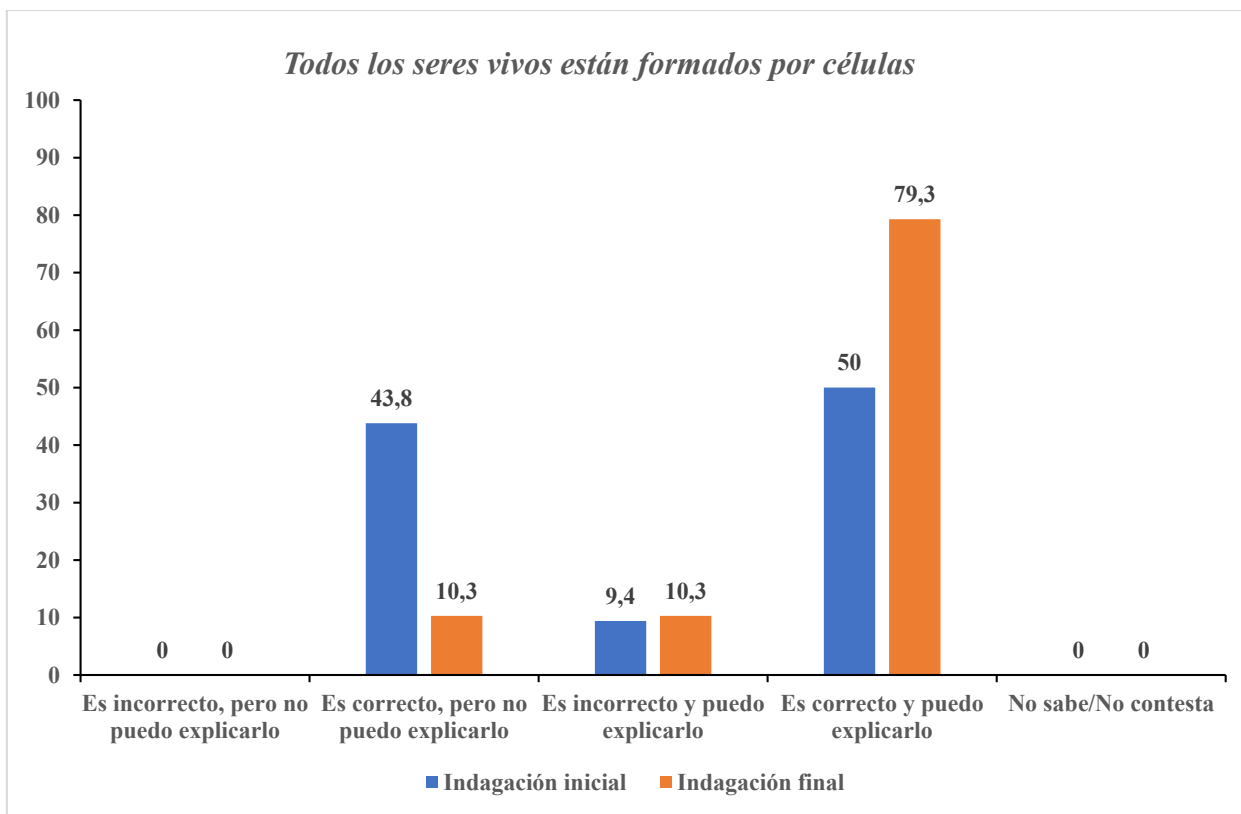


Figura 6. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del primer ítem “*todos los seres vivos están formados por células*”.

En relación con el segundo ítem, “*todos los seres vivos tienen genes y cromosomas*” (Figura 7), los resultados de la indagación inicial muestran que un porcentaje considerable de estudiantes (37,5 %) expresó que comprende la afirmación, pero no puede explicarla. Asimismo, se registró un elevado número de respuestas en la categoría “No sabe/No contesta” (34,4 %), mientras que solo el 15,6 % indicó que la afirmación es correcta y que puede explicarla. Resultados similares se observaron en la opción “Es incorrecto, pero no puedo explicarlo”. En contraste, los datos obtenidos al finalizar la secuencia evidencian un aumento en la proporción de estudiantes que reconocen la afirmación como correcta y que pueden justificarla, así como un leve incremento en quienes la consideran correcta, aunque no pueden explicarla. Además, se registra una disminución significativa de las respuestas “No sabe/No contesta”, diferencia que resultó estadísticamente significativa (Test exacto de Fisher, p -valor = 0,002).

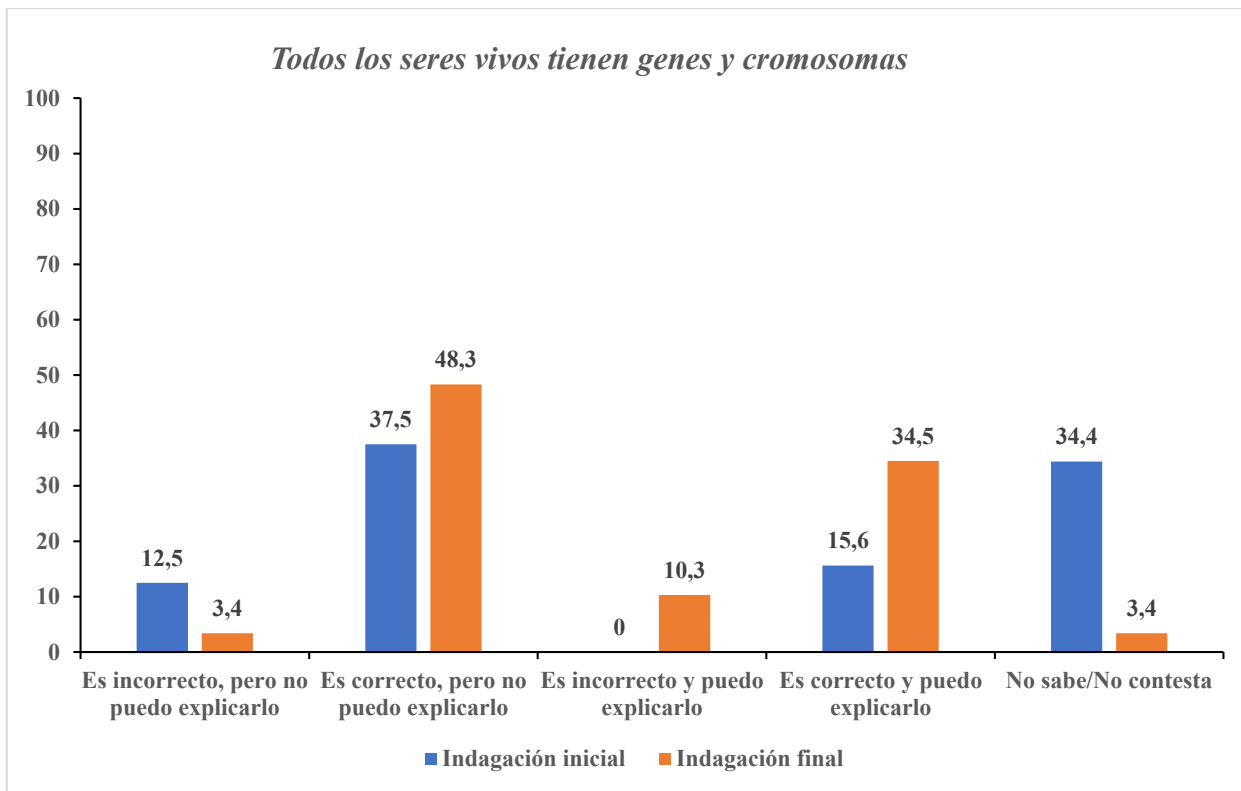


Figura 7. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del segundo ítem “*todos los seres vivos tienen genes y cromosomas*”

Los resultados que refieren a la indagación inicial del tercer ítem “*la información genética está presente en todas las células de un ser vivo*” (Figura 8) señalan que más de la mitad de la muestra (56,3 %) indica que es correcto, sin embargo, hay un porcentaje mayor de estudiantes que no pueden explicitar por qué (37,5 %) frente a un 18,8 % que sí lo puede hacer. Los mismos valores porcentuales (21,9 %) se observan en quienes se inclinan por el indicador “es incorrecto, pero puedo explicarlo” y “No sabe/no contesta”. Los datos provenientes de la indagación final muestran un aumento significativo en el porcentaje de estudiantes que comprenden este concepto y además pueden explicarlo (44,8 %), con una caída importante en el porcentaje de quienes no saben/no contestan (3,4 %) (Test exacto de Fisher p-valor=0,010).

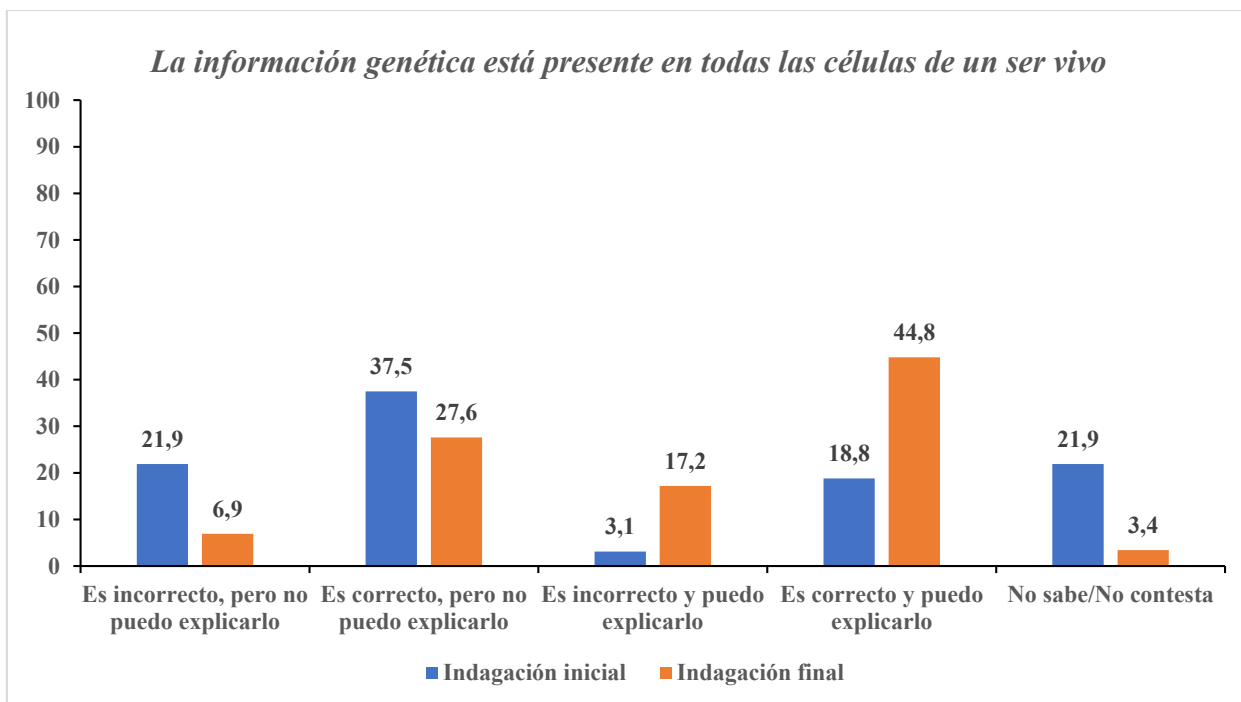


Figura 8. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del tercer ítem “*la información genética está presente en todas las células de un ser vivo*”

Siguiendo con otro de los conceptos importantes en el marco del abordaje de estas temáticas vinculados con el ADN y su comportamiento durante el ciclo celular, observamos que en relación al ítem “*durante el ciclo celular el ADN se condensa para formar los cromosomas*” (Figura 9), la mayoría de las respuestas vinculadas a la indagación inicial son “No sabe/No contesta” (68,8 %), en tanto que un 25 % indica que el enunciado es correcto, sin embargo, lo puede explicar el 9,4 %. En comparación, al final de la secuencia didáctica hay un incremento muy significativo en su comprensión, sin embargo, la cantidad de estudiantes que optaron por no saber/no contestar continúa siendo alto, aunque con tendencia a la baja en comparación con la encuesta inicial (Test exacto de Fisher P-valor=0,037).

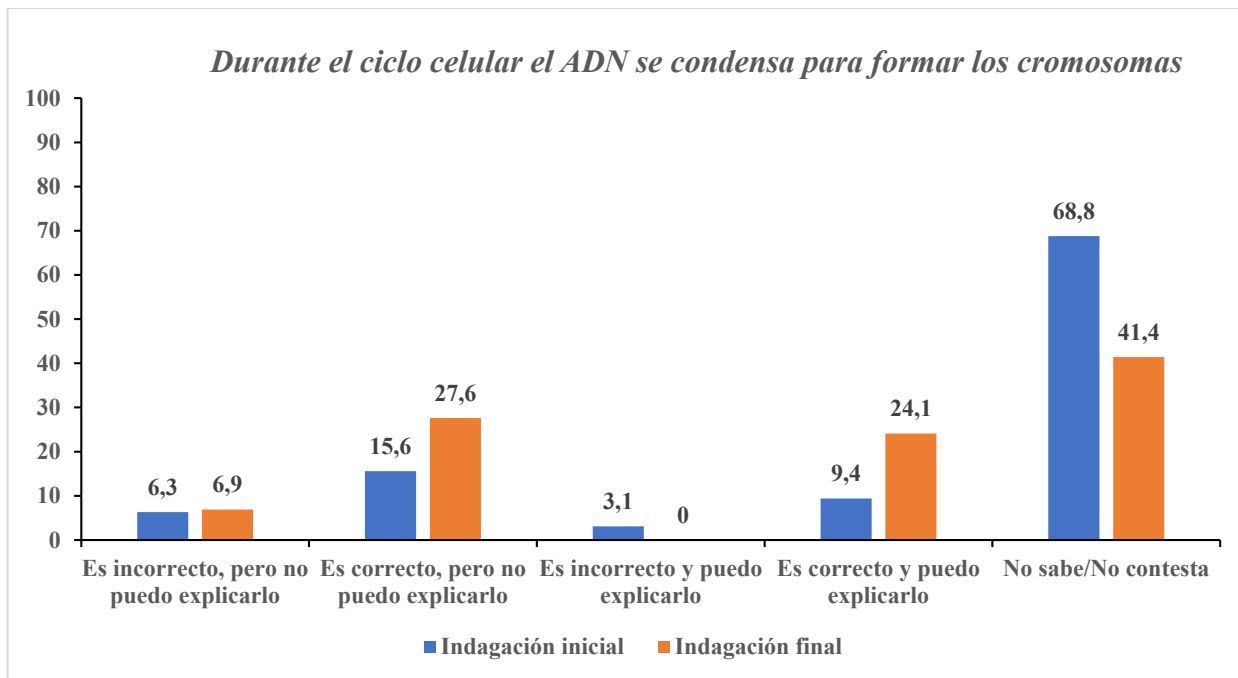


Figura 9. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “durante el ciclo celular el ADN se condensa para formar los cromosomas”

En cuanto al ítem “cada organismo tiene un número característico de cromosomas propio de su especie” (Figura 10), los resultados de la indagación inicial muestran un alto porcentaje de estudiantes (43,8 %) que consideraron que la afirmación es correcta, aunque no pudieron explicarla. Solo un 12,5 % indicó que era correcta y pudo fundamentarlo, mientras que un 9,4 % consideró que era incorrecta sin poder justificarlo. Además, el 34,4 % optó por la opción “No sabe/No contesta”.

Al finalizar la secuencia, los resultados de la segunda indagación evidencian un aumento tanto en las respuestas que afirman que la sentencia es correcta pero no pueden explicarla (55,2 %), como en aquellas que señalan que es correcta y pueden fundamentarlo (31 %). A su vez, se observa una disminución significativa de las respuestas “No sabe/No contesta” (6,9 %), con una diferencia estadísticamente significativa (Test exacto de Fisher, p-valor = 0,034).

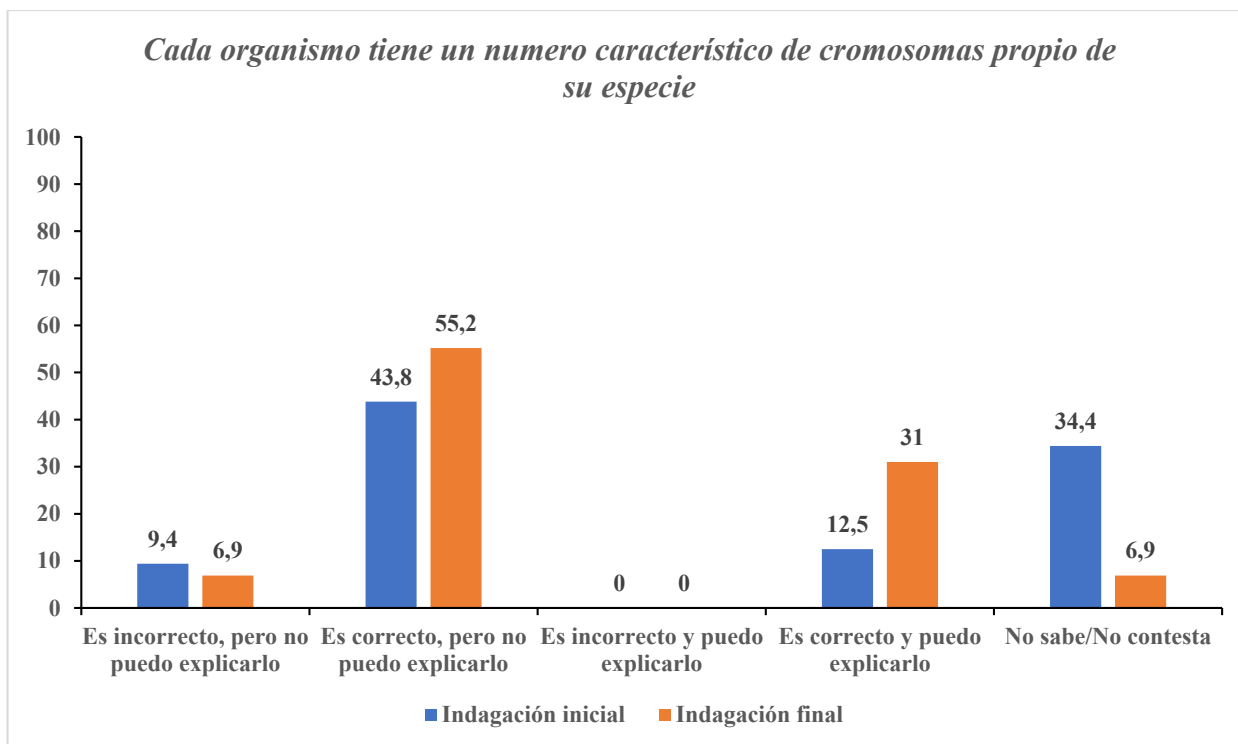


Figura 10. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “*cada organismo tiene un numero característico de cromosomas propio de su especie*”.

Los resultados del análisis de las dimensiones referidas a conceptos específicos sobre células somáticas y sexuales evidencian avances en los aprendizajes. En relación con el ítem “*las células somáticas atraviesan las siguientes fases: interfase, mitosis o cariocinesis y citocinesis*” (Figura 11), la indagación inicial mostró que cerca del 70 % de las respuestas correspondieron a la opción “No sabe/No contesta”, mientras que un 25 % indicó que el enunciado era correcto, aunque no podían explicarlo, y solo un 6,3 % lo consideró incorrecto y pudo justificarlo.

Al finalizar la secuencia didáctica, se observa un avance significativo en el reconocimiento del enunciado como correcto (62,1 %), según lo evidencia el Test exacto de Fisher (p -valor = 0,000). Dentro de este grupo, predominaron quienes no pudieron explicitar los fundamentos (34,5 %) por sobre quienes sí lograron hacerlo (27,6 %). También se destaca que, aunque un 37,9 % de estudiantes consideró el enunciado incorrecto, esta proporción representa poco más de la mitad de quienes lo identificaron como correcto.

El incremento en las respuestas incorrectas al finalizar la secuencia, en comparación con la alta proporción de “No sabe/No contesta” al inicio, podría atribuirse a la complejidad conceptual y terminológica de los procesos involucrados.

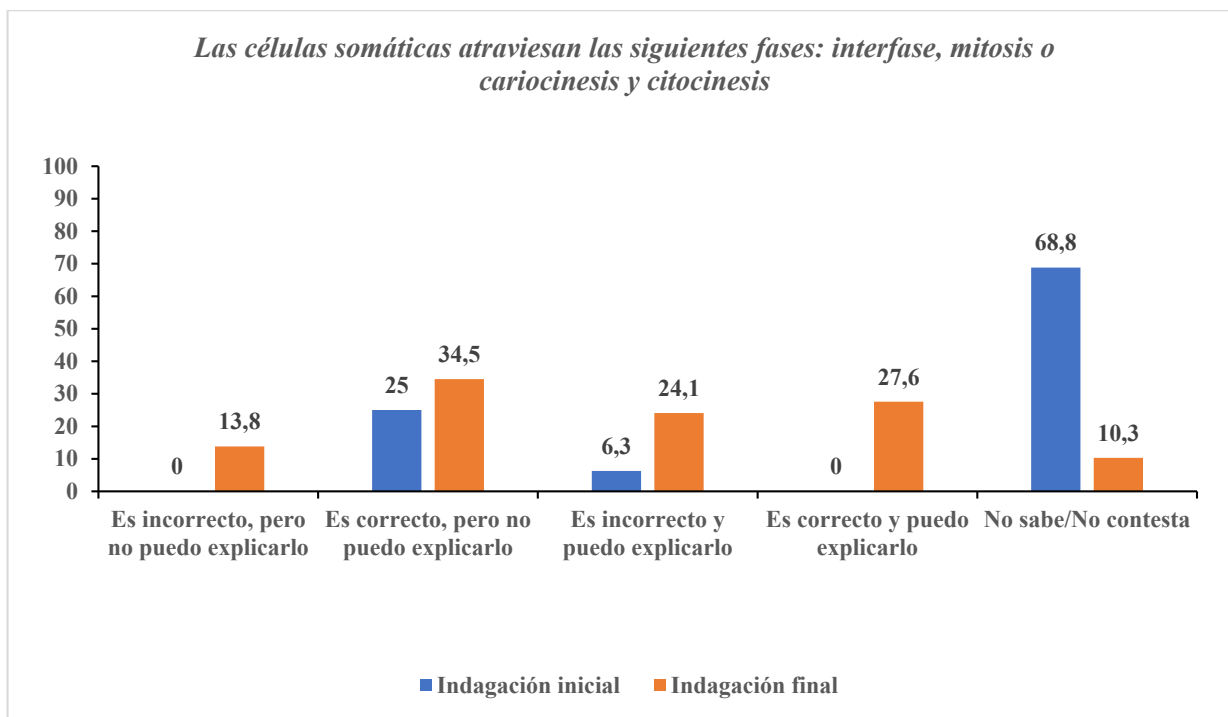


Figura 11. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “*las células somáticas atraviesan las siguientes fases: interfase, mitosis o cariocinesis y citocinesis*”

En relación con el ítem “*las células sexuales o gametas tienen un número de cromosomas diferente al de las células somáticas*”, los resultados de la indagación inicial evidencian altos porcentajes en los indicadores “Es correcto, pero no puedo explicarlo” (43,8 %) y “No sabe/No contesta” (43,8 %), mientras que se registraron bajos valores en la opción “Es correcto y puedo explicarlo” (Figura 12). En cambio, los resultados de la indagación final muestran un incremento significativo en las respuestas correctas totales (75,9 %), de las cuales un 34,5 % afirman que pueden justificar su respuesta. Asimismo, se destaca una importante disminución en las respuestas “No sabe/No contesta”, que descendieron al 6,9 % (Test exacto de Fisher, p-valor = 0,002).

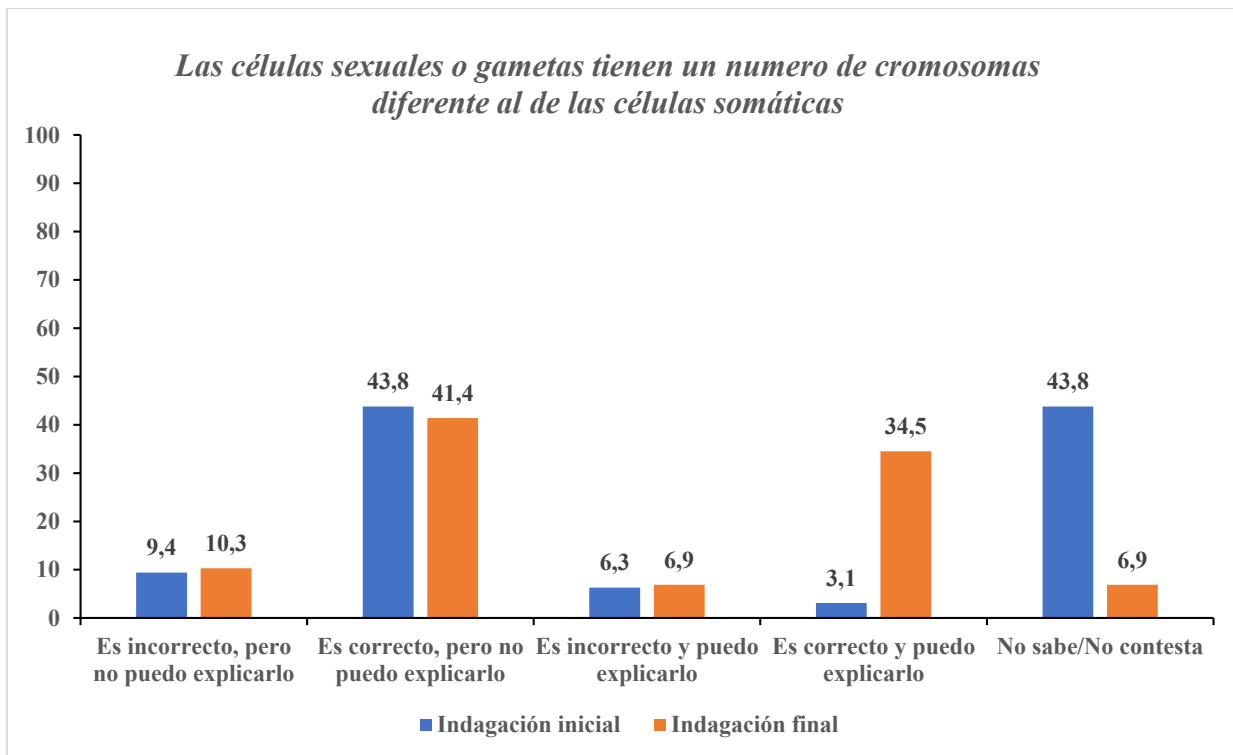


Figura 12. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “*las células sexuales o gametas tienen un número de cromosomas diferente al de las células somáticas*”

Respecto al ítem “*en toda célula diploide cada cromosoma tiene su par*” (Figura 13), los resultados de la encuesta inicial muestran un alto porcentaje de respuestas en la categoría “No sabe/No contesta” (53,1 %). Además, aunque el 43,8 % consideró que el enunciado era correcto, solo el 12,5 % pudo justificar su respuesta, mientras que el 31,3 % no logró explicarla. Tras la intervención didáctica, se observó un cambio significativo: el 86,2 % de los estudiantes indicó que el enunciado es correcto, y el 62,1 % fue capaz de explicarlo, lo que sugiere una mejor comprensión de estos conceptos, considerados complejos. También se registró una disminución significativa de las respuestas “No sabe/No contesta” (Test exacto de Fisher, p-valor = 0,000).

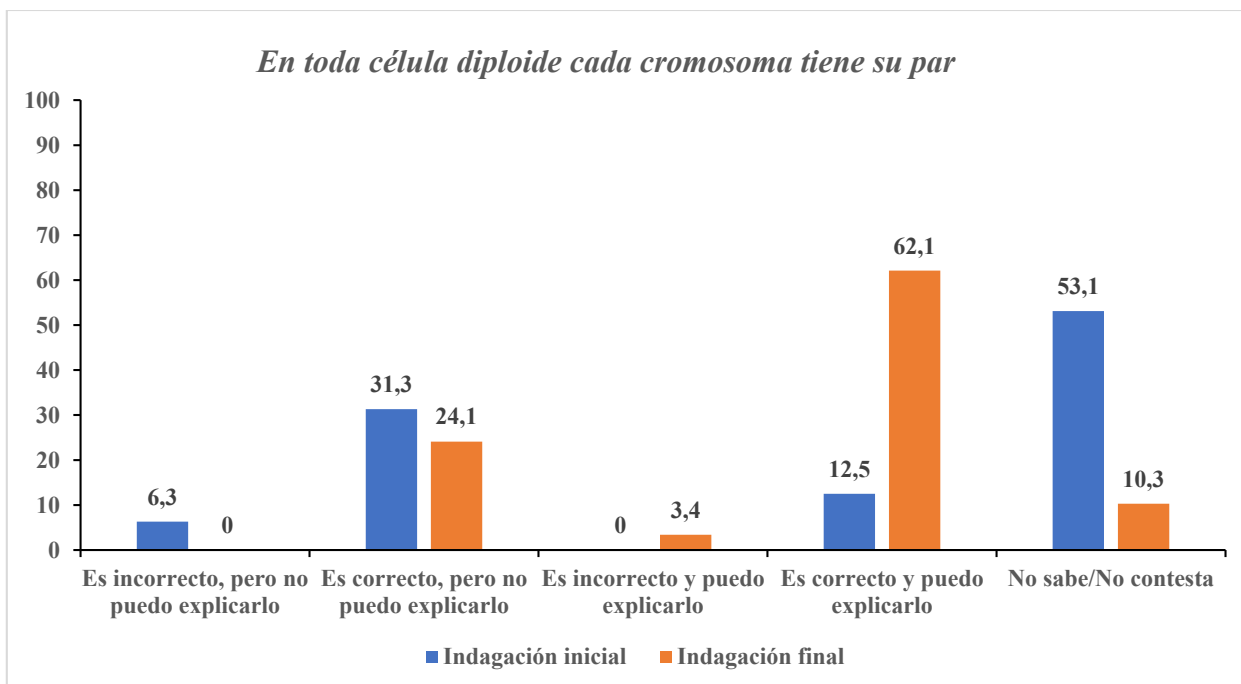


Figura 13. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “*en toda célula diploide cada cromosoma tiene su par*”.

Finalmente, en los dos últimos ítems vinculados específicamente con los contenidos de división celular, mitosis y meiosis, se mantiene una tendencia similar a la observada en el análisis global. En relación con el ítem “*la mitosis da como resultado 2 células hijas con el mismo número de cromosomas*” (Figura 14), los resultados de la indagación inicial muestran un alto porcentaje de respuestas “No sabe/No contesta” (62,5 %). Por otro lado, el 34,4 % de los/as estudiantes considera que el enunciado es correcto, aunque solo el 9,4 % logra explicitar por qué, mientras que el 25 % restante no puede hacerlo.

Los datos obtenidos en la indagación final reflejan un incremento significativo en quienes afirman que el enunciado es correcto y pueden justificarlo (44,8 %), así como una disminución considerable de las respuestas “No sabe/No contesta” (6,9 %). Además, se registra un aumento en el porcentaje de respuestas que consideran incorrecto el enunciado y pueden fundamentar su respuesta, lo cual también resulta estadísticamente significativo (Test exacto de Fisher, p-valor= 0,000).

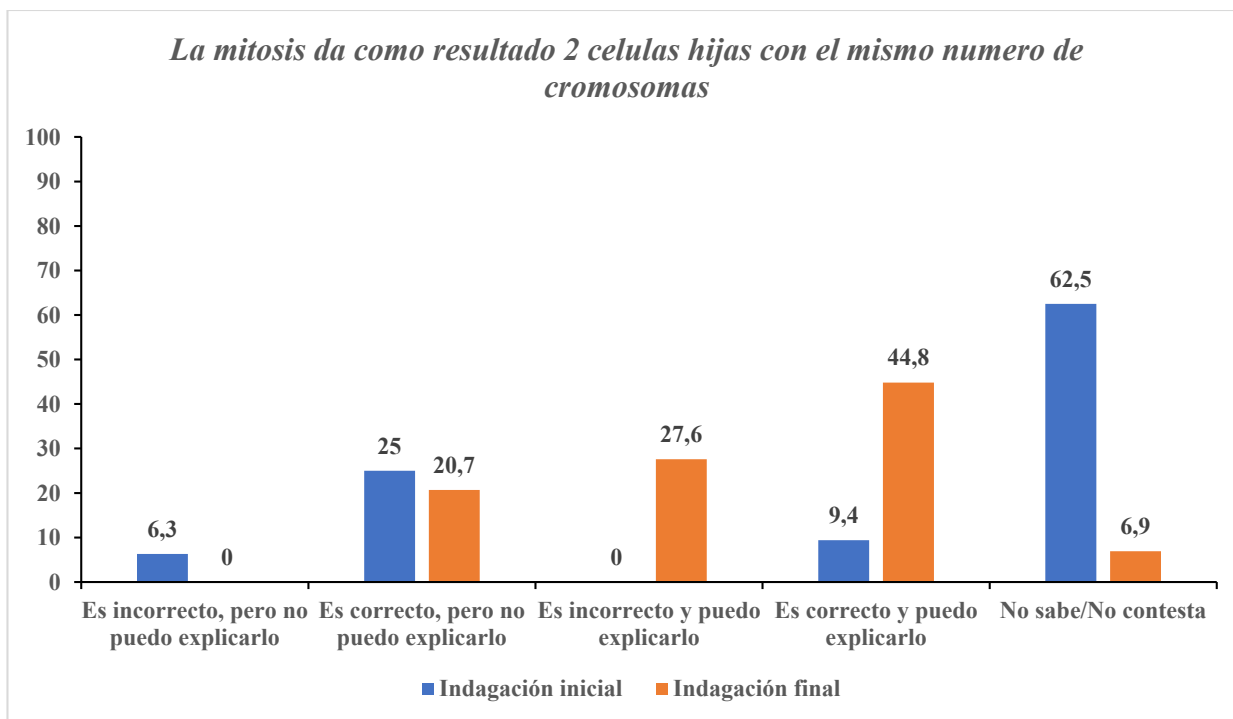


Figura 14. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “*la meiosis es un tipo de división reduccional, vinculada con la formación de gametas*”.

Para el caso de la dimensión “*la meiosis es un tipo de división reduccional, vinculada con la formación de gametas*” (Figura 15) los valores observados de la indagación inicial muestran valores altos de respuesta “No sabe/No contesta” (68,8 %) siendo más bajos aquellos que indican que es correcto pero no pueden dar una explicación (25 %). Los resultados provenientes de la indagación final indican un aumento significativo de respuestas que dicen que el enunciado es correcto y además pueden explicar por qué, del mismo modo se produce un descenso de respuestas que indican es correcto pero no pueden dar una explicación (10,3 %) y “No sabe/No contesta” (41,4 %) aunque este último indicador se mantiene en alto porcentaje (Test exacto de Fisher P-valor=0,000).

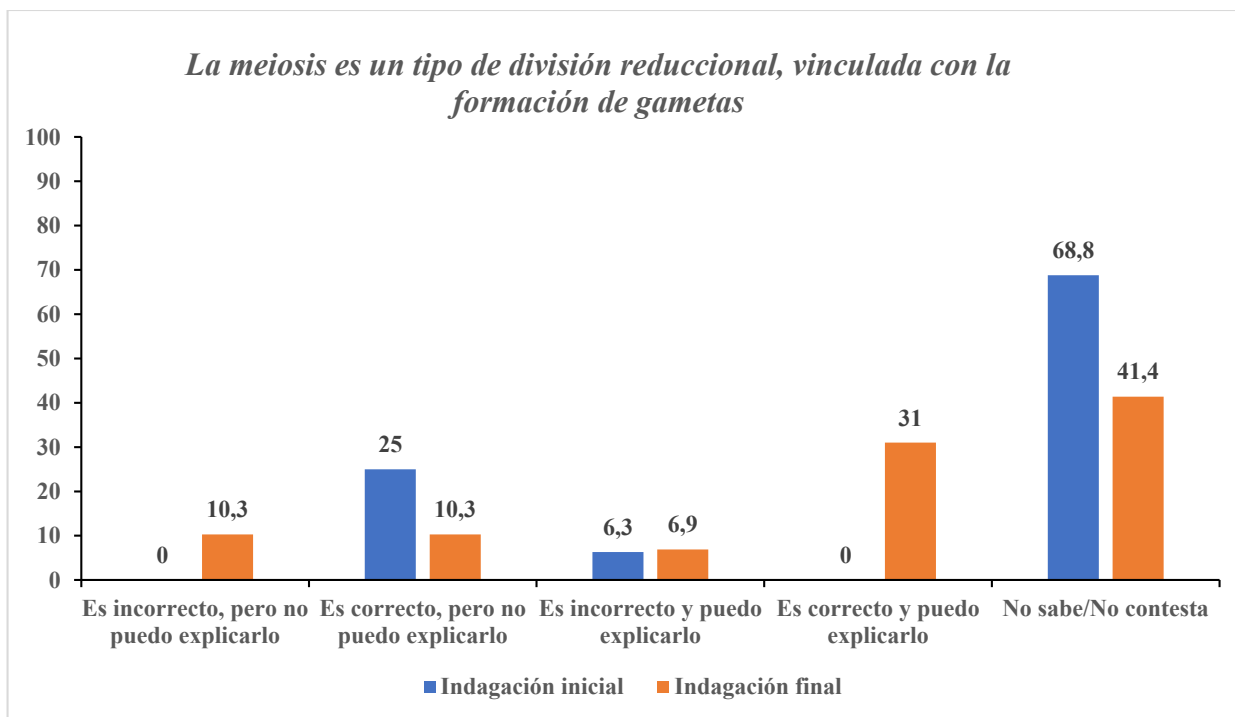


Figura 15. Frecuencias relativas porcentuales de respuestas obtenidas en la indagación inicial y final respecto del cuarto ítem “la meiosis es un tipo de división reduccional, vinculada con la formación de gametas”.

4.1.2 Cuestionario de indagación basado en el audiovisual “99,99 %, La Ciencia de las Abuelas”

Como se mencionó previamente, en el primer momento de la secuencia didáctica, además de invitar a los/as estudiantes a completar una encuesta inicial de forma individual, se propuso la observación y posterior resolución grupal de un cuestionario basado en el audiovisual “99,99 %, La Ciencia de las Abuelas” (capítulo 1). Esta actividad de apertura, llevada a cabo en equipos de entre 5 y 6 integrantes, permitió explorar tanto contenidos ya trabajados como ideas previas, utilizando el audiovisual como recurso didáctico y preguntas de tipo inferencial, evaluativa y creativa (Wilson y Chalmers, 1988).

Las preguntas propuestas estuvieron orientadas al desarrollo de estrategias comunicativas. En este sentido, Sarda, Bargalló y Sanmartí (2006) destacan que las preguntas evaluativas y creativas requieren habilidades de justificación y argumentación, mientras que las preguntas inferenciales implican un nivel más profundo de comprensión, ya que exigen establecer relaciones y construir nuevos conocimientos.

En la Tabla 2 se presentan las preguntas del cuestionario correspondientes a este apartado, mientras que en las Figuras 16, 17 y 18 se muestran las respuestas elaboradas por tres equipos de trabajo (1, 3 y 4). La selección de estos grupos se debe a que fueron los únicos que entregaron la actividad de forma completa. Las producciones, realizadas de manera grupal, fueron compartidas con el resto de los/as compañeros/as durante la clase, en una instancia de debate e intercambio de ideas.

Tabla 2. Cuestionario de indagación basado en el audiovisual “99,99 %, La Ciencia de las Abuelas”

1. Preguntas del cuestionario
1. ¿Ustedes creen que el ácido desoxirribonucleico (ADN) está presente en todas las células de un organismo o sólo en algunas?
2. ¿En qué lugar de las células eucariotas les parece que está localizado este material que llamamos ADN o material genético?
3. ¿Qué función les parece que tiene el ADN?
4. ¿Podrían mencionar la idea que Uds. poseen respecto de los modos o mecanismos en que se transmite la información almacenada en el material genético?
5. ¿Piensan que un estudio de ADN permitiría verificar lazos de parentesco entre personas? Justificar la respuesta.
6. ¿Qué información que no conocían les aportó el material audiovisual que observaron?

En relación con la primera pregunta, referida a la presencia de material genético en las células, todos los grupos mencionaron correctamente al ADN en sus respuestas. Del mismo modo, respecto de la segunda pregunta, se observa que los grupos lograron identificar y señalar adecuadamente la presencia del ADN, así como su ubicación en el núcleo de las células eucariotas; incluso uno de los equipos hizo referencia a la existencia de ADN mitocondrial (Figura 16).

En relación con la tercera pregunta, las respuestas de los grupos de trabajo 3 y 4 mostraron algunas confusiones sobre la función del ADN, lo cual también quedó reflejado en sus respuestas posteriores (Figuras 16 y 17). En cambio, el grupo de trabajo 1 fue capaz de expresar, con sus propias palabras, ideas claras y conceptos clave sobre el rol del ADN como portador de la información genética (Figura 18).

En las respuestas dadas por los grupos de trabajo 1 y 4, al indagar respecto de los modos en que se transmite la información almacenada en el material genético (pregunta 4), la/os estudiantes reconocen como mecanismo a la división celular e incluso hacen referencia al tipo de reproducción sexual. Sin embargo, debe mencionarse que el grupo de trabajo 1, utiliza el concepto de “mezcla de células” que puede inferirse que lo hicieron para referir a la fusión de gametas o células sexuales en ese tipo de reproducción. Por otro lado, el grupo de trabajo 3 no contestó esta pregunta.

En relación a la pregunta 5, todos los grupos de trabajo expresan con sus propias palabras ideas relevantes y conceptos clave refiriendo la posibilidad de identificar lazos de parentesco con estudios de ADN, en el caso del grupo de trabajo 4, además reafirman la presencia de ADN en todas las células del cuerpo (Figura 18).

Finalmente, respecto de las informaciones nuevas que pudieron explicitar a partir de la observación del documental correspondiente a la pregunta 6, podemos mencionar que las respuestas dadas por todos los equipos de trabajo muestran que, si bien son capaces de seleccionar aquellas informaciones que les son novedosas y relevantes en el contexto de la temática abordada, también valoran como significativas informaciones anecdóticas.

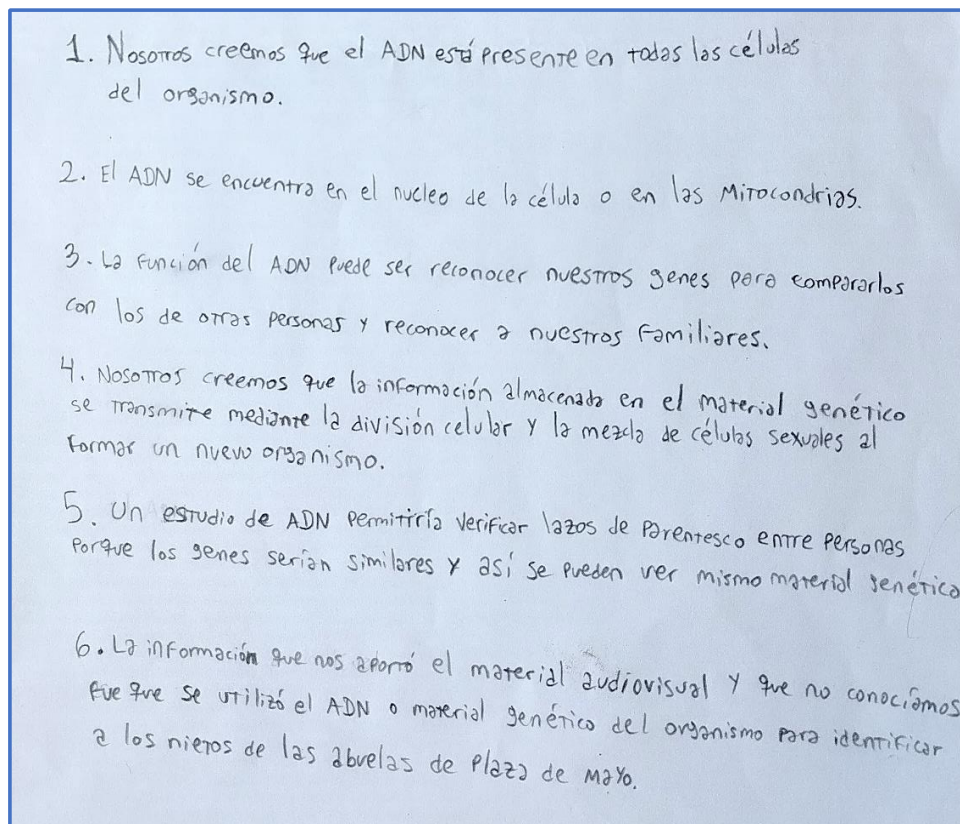
- 
1. Nosotros creemos que el ADN está presente en todas las células del organismo.
 2. El ADN se encuentra en el núcleo de la célula o en las Mitochondrias.
 3. La función del ADN puede ser reconocer nuestros genes para compararlos con los de otras personas y reconocer a nuestros familiares.
 4. Nosotros creemos que la información almacenada en el material genético se transmite mediante la división celular y la mezcla de células sexuales al formar un nuevo organismo.
 5. Un estudio de ADN permitiría verificar lazos de parentesco entre personas porque los genes serían similares y así se pueden ver mismo material genético.
 6. La información que nos aportó el material audiovisual y que no conocíamos fue que se utilizó el ADN o material genético del organismo para identificar a los nietos de las abuelas de Plaza de Mayo.

Figura 16. Respuestas consensuadas a las preguntas del audiovisual realizadas por el grupo de trabajo 1.

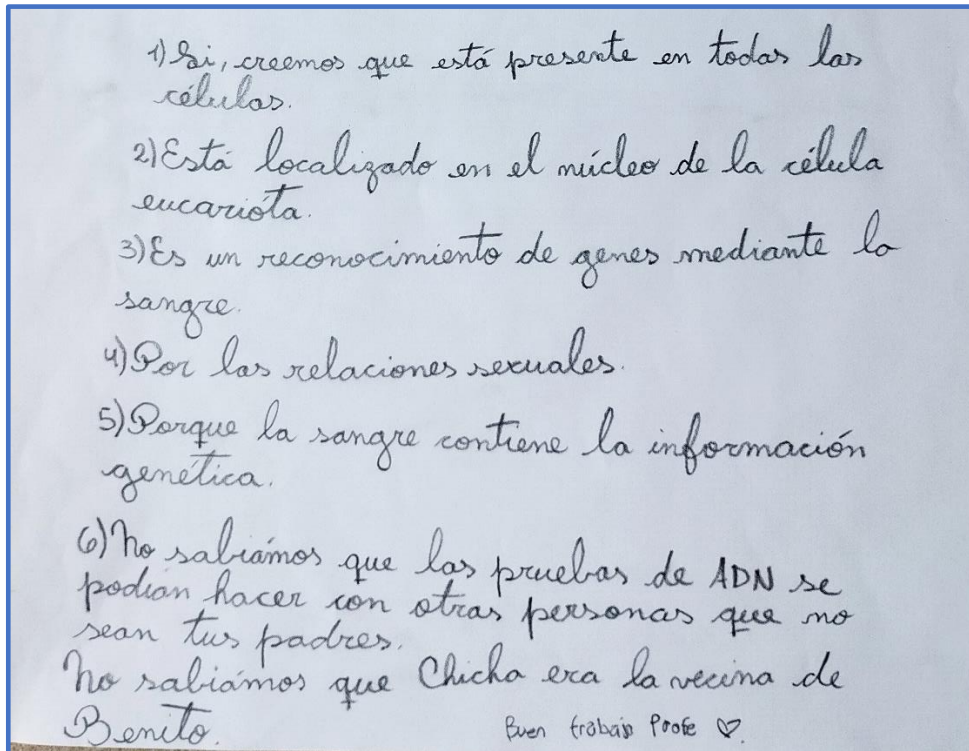


Figura 17. Respuestas consensuadas a las preguntas del audiovisual realizadas por el grupo de trabajo 3.

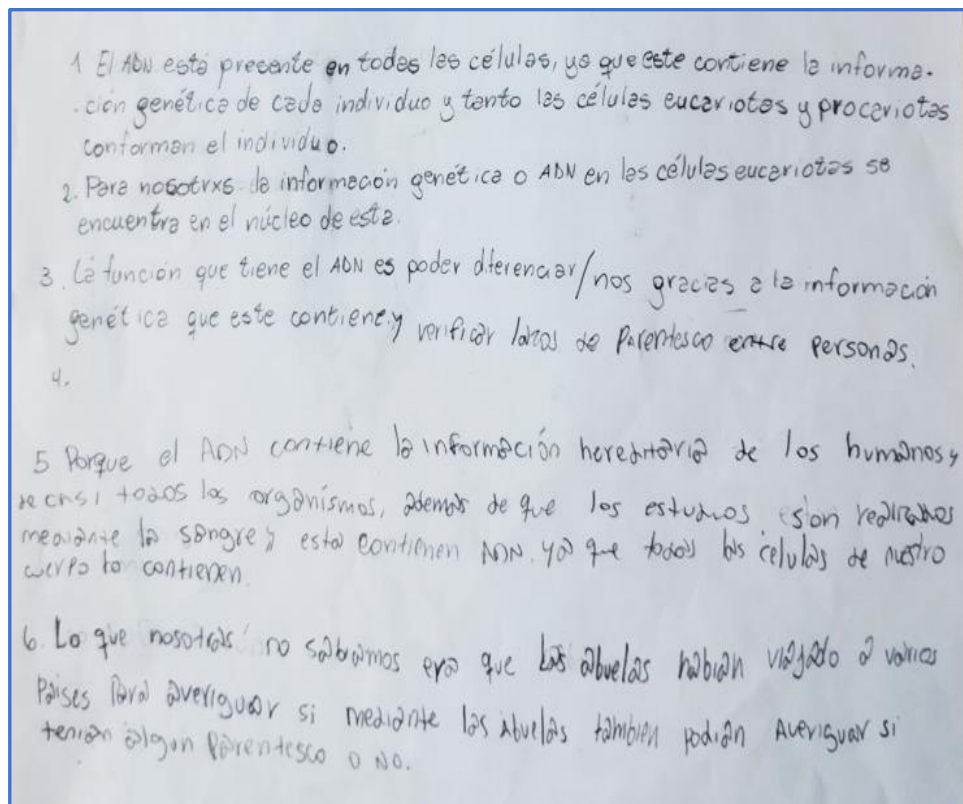


Figura 18. Respuestas consensuadas a las preguntas del audiovisual realizadas por el grupo de trabajo 4.

Algunos de los aspectos que se desprenden del análisis general coinciden con muchas aportaciones que dan cuenta de que, a pesar de los grandes avances en el campo de la Genética, en general las explicaciones de muchos de los fenómenos hereditarios son construcciones socialmente compartidas y muy conservadas que se basan en conocimientos de la vida cotidiana, lo que podría constituir un obstáculo para la comprensión de la genética en el contexto escolar (Klautau et al., 2008). En este sentido, como señalan estos/as autores al analizar las respuestas obtenidas en vinculación con las relaciones de parentesco entre miembros de una familia, estas son descriptas por conexión sanguínea, ya que prevalece la idea de que los caracteres genéticos están en la sangre. De igual manera, a pesar de que el proceso de fertilización es en gran medida conocido, la naturaleza y comportamiento del material hereditario no es ampliamente comprendido.

Al respecto, Pozo y Gómez Crespo (2006) dan sustento a la idea de que las concepciones alternativas son de algún modo, el resultado del sentido común aplicado a la predicción y control de los fenómenos que nos rodean y no “errores conceptuales”. De todas formas y más allá de la interpretación propuesta para estas ideas, lo interesante es que constituyen insumos valiosos al momento de plantear las temáticas y la forma de abordarlas, ya que cambiar esas concepciones requiere algo más que sustituir ideas de las/os estudiantes por otras científicamente aceptables, se debe modificar los principios en los que está basado de modo implícito ese conocimiento. Este proceso no implica abandonar los principios del sentido común sino trascenderlos o superarlos.

Por otro lado, en las respuestas analizadas puede identificarse que los/as estudiantes desarrollan los contenidos generales vinculados con el ADN utilizando en forma apropiada los recursos lingüísticos, reconociendo y explicitando de forma correcta su presencia y en particular su ubicación en una célula eucariota.

4.1.3 Rubricas de las producciones audiovisuales

Para la valoración de las producciones audiovisuales se utilizó una rúbrica (Anexo II), cuyos criterios fueron consensuados y compartidos desde el momento en que se presentó la consigna. A continuación, se presentan las rúbricas de valoración acordadas entre docentes y estudiantes (Tablas 3, 4, 5, 6 y 7). Asimismo, en la Figura 19 se incluyen los gráficos radiales correspondientes a cada producción audiovisual, las cuales fueron compartidas en la plataforma Padlet y socializadas en clase, tal como se detalla en el desarrollo de la secuencia didáctica.

Es importante señalar que, durante la instancia de socialización, los grupos debieron explicitar y fundamentar las decisiones tomadas en relación con la construcción de la producción

final, la elección de estrategias y la asignación de roles dentro del trabajo colaborativo. Las devoluciones y la retroalimentación se desarrollaron tanto antes como durante la defensa de las producciones, en espacios donde el debate y el intercambio de saberes constituyeron la base para el análisis y la revisión crítica de cada propuesta.

Tabla 3. Rúbrica para la evaluación del audiovisual del grupo 1 sobre el proceso de mitosis.


			
1. Rúbrica para la valoración de audiovisuales			
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?		X	
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?		X	
Trabajo colaborativo			X
Argumentación y comunicación ¿El análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?			X
Originalidad		X	
Impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso		X	

Tabla 4. Rúbrica para la evaluación del audiovisual del grupo 2 sobre el proceso de mitosis.


			
2. Rúbrica para la valoración de audiovisuales			
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?		X	
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?		X	
Trabajo colaborativo			X
Argumentación y comunicación ¿El análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?			X
Originalidad		X	
Impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso			X

Tabla 5. Rúbrica para la evaluación del audiovisual del grupo 3 sobre el proceso de mitosis.


			
3. Rúbrica para la valoración de audiovisuales			
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?		X	
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?		X	
Trabajo colaborativo			X
Argumentación y comunicación ¿El análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?			X
Originalidad		X	
Impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso		X	

Tabla 6. Rúbrica para la evaluación del audiovisual del grupo 4 sobre el proceso de meiosis.



4. Rúbrica para la valoración de audiovisuales				
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos	
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?			X	
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?		X		
Trabajo colaborativo			X	
Argumentación y comunicación ¿El análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?			X	
Originalidad		X		
Impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso			X	

Tabla 7. Rúbrica para la evaluación del audiovisual del grupo 5 sobre el proceso de meiosis.

			
5. Rúbrica para la valoración de audiovisuales			
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?			X
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?			X
Trabajo colaborativo			X
Argumentación y comunicación ¿El análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?			X
Originalidad		X	
Impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso			X

Para un adecuado análisis comparativo de las rubricas de cada grupo de trabajo, se construyeron graficas radiales bidimensionales entre los criterios de evaluación y su valoración cuantitativa, en estos esquemas los datos se trazan y se conectan para formar un polígono (Figura 19).

En primer lugar, podemos identificar que tanto el desarrollo de un verdadero trabajo colaborativo, como la comunicación y argumentación obtuvieron la máxima valoración en todos los equipos de trabajo. En este sentido, la Biología como asignatura del nivel secundario, representa una versión escolar de un campo disciplinar que posee objetos de conocimiento y métodos propios, maneras particulares de pensar y comunicar, lo que la constituye en un espacio no sólo conceptual sino también discursivo, por lo tanto, argumentativo. En esta propuesta, la argumentación es entendida como elemento sustancial para darle sentido a explicaciones y opiniones y el aula se considera un espacio de comunicación donde se construyen significados a través del lenguaje.

Por su parte, a pesar de que todas las producciones construidas respondieron a la consigna establecida por la docente, los/as estudiantes consideraron que hubo una homogeneidad en las estrategias seleccionadas para su materialización, por tanto, ninguno de los equipos de trabajo obtuvo la máxima valoración en relación a la originalidad. Sin embargo, no todas las producciones tuvieron el mismo impacto social, siendo la producción de los grupos de trabajo 2, 4 y 5, las de mayor repercusión en el resto de los/as estudiantes del curso.

Finalmente, en relación al contenido, puede observarse que todos los grupos de trabajo evidenciaron una buena comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados. Situación que obtuvo la máxima valoración (excelente) en el caso del grupo de trabajo 5, el cual, además consiguió la mejor performance general, secundado por el grupo de trabajo 4 (Figura 19).

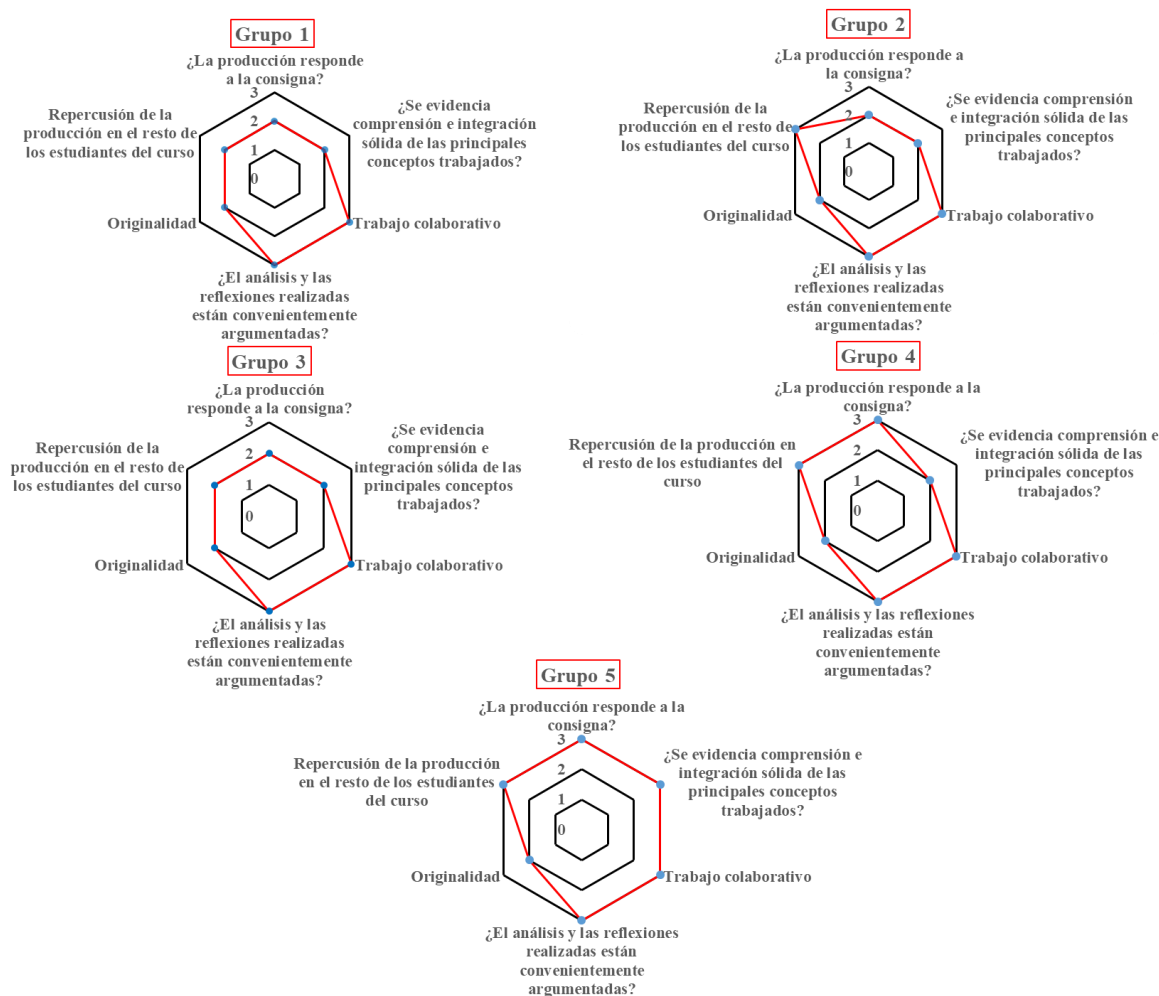


Figura 19. Graficas radiales obtenidas a partir de datos de las rubricas de los cinco grupos de trabajo.

5. DISCUSIÓN GENERAL

Numerosos estudios han demostrado que la enseñanza tradicional y la falta de innovación en las clases de Biología pueden contribuir al desinterés por parte del estudiantado, observándose dificultades para relacionar los conceptos propios de este campo de conocimiento con los de la vida cotidiana (Soto y Llancaqueo Henríquez, 2023). La presente propuesta didáctica plantea estrategias a partir de la identificación de diferentes dificultades relacionadas con los procesos de enseñanza y aprendizaje de la división celular (mitosis y meiosis).

En términos generales, el análisis de los resultados obtenidos a partir de las diferentes instancias de evaluación en proceso, permite considerar que las actividades propuestas en el marco de esta propuesta han tenido un impacto positivo en las concepciones previas de los estudiantes, con avances en los aprendizajes de los contenidos abordados en vinculación con el proceso de división celular (mitosis y meiosis) y, probablemente su potencial reside en considerar a la evaluación como proceso concebido para favorecer el aprendizaje y para aprender (Ravela, 2014; Anijovich y Cappelletti, 2017). La valoración de instancias de retroalimentación, entendida como un dialogo que impacta en la mejora de los aprendizajes de los/las estudiantes, como así también la formulación y construcción de criterios de evaluación públicos y transparentes, fueron cuestiones centrales.

Por otro lado, se destaca la importancia de las interacciones entre docente-estudiantes y estudiantes entre sí, como promotores/as de los procesos de aprendizaje, lográndose construir un espacio en el que la ciencia y el arte contribuyeron en los procesos creativos, de reflexión e intercambio. En este sentido, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación trascendieron lo meramente instrumental y favorecieron la intersubjetividad ya que una persona que produce, se comunica, participa, es escuchada, valorada y tenida en cuenta (Larraburu et al., 2016). La participación activa en todas las instancias puso en evidencia el gran interés de los/as estudiantes para todas las actividades propuestas.

Consideramos interesante incluir en esta discusión también las respuestas obtenidas en la indagación general realizada a los/as estudiantes al finalizar el dictado de la materia Biología, ya que fue relevada información trascendente en el marco de los objetivos y propósitos de esta propuesta de trabajo particular. Por ejemplo, cuando se indagó respecto de las clases con la siguiente pregunta: *¿Consideras que las clases fueron interesantes, las explicaciones claras y adecuado el modo de abordar las temáticas?* El total de los/as estudiantes afirmaron que sí. Por

su parte, cuando se invitó a dejar un comentario en relación a si consideraron que fueron adecuados e interesantes los recursos utilizados como complemento para las clases (audiovisuales, imágenes, PowerPoint, lecturas, etc.), entre las respuestas se registraron los siguientes comentarios: “Yo opino que si fueron adecuados e interesantes ya que es otro método de enseñanza que puede ser entretenido”; “Si, me divertieron y me hicieron comprender mejor la materia”; “Si, creo que es una forma más dinámica de trabajo”; “Me parece que los materiales sirven mucho para explicar el tema y que son mejores antes que un texto difícil de entender”; “Me parece que fueron muy interesantes porque me ayudaron a entender el tema”; “Me encantaron. Una muy buena forma de aprendizaje”; “fueron interesantes, sobre todo en algunos casos donde los ejemplos gráficos servían para entender el tema. Por ej. Mitosis y Meiosis”; “me parecieron muy creativos y entretenidos, me parece que encontraste la manera de cautivarnos con los temas del año y captar nuestra atención e interés”; “Sí, destaco mucho eso, ya que las clases y los materiales presentados fueron muy interesantes, lo cual no es muy usual últimamente y aporta mucho”.

Finalmente, también se les consultó respecto de su percepción en relación a los espacios de debates con la siguiente pregunta: *¿Crees que en el abordaje de los contenidos hubo espacio para la reflexión, intercambio de ideas y construcción de conocimientos?* Siendo afirmativa la respuesta para el total de los/as estudiantes. Cuando se indagó respecto de sus intereses en relación a la materia en general con la siguiente pregunta: *¿Qué fue lo que más te gustó de la materia?*, hubo estudiantes que hicieron los siguientes comentarios: “La actividad sobre mitosis y meiosis y el método de evaluación”; “Hacer trabajos en grupo”; “la tarea en la que usamos los microscopios”; “hacer los trabajos y poder compartirlos en voz alta”; “Hacer un vídeo y usar las cartulinas”; “la forma diferente de ver la biología, con trabajos muy interesantes y divertidos. Y la actividad que más me gustó fue el video de mitosis”; “Los trabajos con experiencias, como el uso del microscopio. Y el espacio para generar trabajos que no sean escritos como el trabajo de Mitosis y Meiosis haciendo material audiovisual”; “El TP de mitosis”; “poder intercambiar nuestras opiniones y aprender a respetar al otro”; “Las puestas en común y el intercambio entre compañeres”; “El abordaje de los temas me pareció interesante. Yo siempre odié biología, pero este año me gustó”; “en general todo, me gustó mucho en principio del año cuando usamos los microscopios, y muy interesantes las clases”; “me gustó mucho, que no sea todo teórico, me gustó que hagamos cosas grupales, el que no sea leer y escribir, que sea más dialogado y con actividades más dinámicas y divertidas”; “La forma en la que evaluaron las cosas que no eran solo una hoja de examen para completar”; “Las exposiciones”; “Que sea un ambiente en el que se pueda

conversar y cambiar ideas”; “La forma en la que presentaste los temas y lo variadas que eran las formas de trabajo en el aula”.

6. CONCLUSIONES

Atender la enseñanza en la contemporaneidad, reclama un esfuerzo de comprensión del impacto que implica el contexto, el avance acelerado de la información, el conocimiento en las ciencias, los lenguajes artísticos, las tecnologías y su incidencia en las subjetividades de nuestros/as estudiantes (Edelstein, 2011; 2016). Coincidimos con Soto y Llancaqueo Henríquez (2023), en que la enseñanza de las ciencias requiere innovaciones en las prácticas pedagógicas, como el aprendizaje situado, diverso y sensible. Además, la incorporación en el aula de situaciones reales como disparadores que permitan generar debates o controversias socio-científicas, permite relacionar aquellas temáticas que irrumpen en la realidad social con la literatura científica, favoreciendo la alfabetización científica en el contexto escolar (Ruiz González, Banet y López Banet, 2017).

Asimismo, teniendo en cuenta que la abstracción y complejidad de los contenidos disciplinares en el área de la Biología resultan muchas veces en un obstáculo para la comprensión de los mismos, considerar la utilización de diferentes estrategias puede ser una interesante alternativa. Como señalan Mancini y Rosenberg (2015), la modelización es una actividad con gran potencial para implicar a los/as estudiantes en el quehacer científico, constituyendo un recurso que resulta ser efectivo e innovador; según estas autoras son recursos que constituyen el núcleo central del conocimiento científico y pueden ser recreados en la ciencia escolar para construir y utilizar ese conocimiento, comprendiendo además el papel que juegan en las explicaciones del mundo. Los modelos son representaciones del mundo, basadas generalmente en analogías y realizadas con un propósito específico (Chamizo y García Franco, 2010).

Consideramos entonces que un enfoque que habilita la construcción de relaciones interdisciplinarias permite enriquecer el abordaje de contenidos en forma conjunta desde diversos campos de conocimiento, que pueden ir desde los afines a la Biología y la Genética hasta los artísticos y de las Ciencias Sociales. En este sentido, el Bachillerato de Bellas Artes es una institución educativa orientada en los lenguajes artísticos, que permite imaginar y materializar otras maneras posibles de enseñar y aprender, favoreciendo sin dudas el desarrollo de las actividades realizadas.

Desde esta perspectiva, el diseño e implementación de la propuesta surge como alternativa para renovar la práctica áulica vinculada al abordaje de los contenidos relacionados a los procesos de división celular (mitosis y meiosis) y en este sentido, las TIC constituyeron dispositivos

potentes en la promoción del aprendizaje, posicionando a los/las estudiantes en un rol activo y participativo en la construcción de conocimiento, propiciando la formación de estudiantes autónomos. Como señalan Burbules y Callister (2006), las tecnologías de la información y la comunicación constituyen un espacio que deviene en territorio potencial de colaboración, que además habilita una comunidad de prácticas en la que todos aprendemos, porque el aprendizaje es social y compartido.

El marco de referencia propuesto considera el aprendizaje de las ciencias como una construcción de conocimientos a partir de la utilización de estrategias de enseñanza complementarias a partir de prácticas que permitan a los/as estudiantes reconstruir conocimientos desde sus saberes previos. Los propósitos y objetivos planteados se orientaron en favorecer el desarrollo de herramientas que permitan a nuestros/as estudiantes desenvolverse en el mundo que nos rodea y esto supone, sin dudas, conectar la ciencia escolar con el mundo y las problemáticas sociales que nos atraviesan como comunidad.

El abordaje de los contenidos se realizó de forma guiada y a través del trabajo grupal y colaborativo, lo que permitió la construcción de conceptos y estrategias de pensamiento científico a partir de la exploración, el debate y la puesta en común de los diversos saberes. Este enfoque fomentó la participación activa de los/as estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo y la construcción de un espacio en el que la ciencia y el arte contribuyeron en los procesos creativos, de reflexión e intercambio. Consideramos que el compromiso, la creatividad, la gran participación en la realización de las diferentes actividades y el desarrollo conceptual de las argumentaciones, pone en evidencia una comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados, que exceden solamente a aquellos vinculados particularmente con la división celular y que pudieron ser evidenciados durante la evaluación continua de los saberes construidos en el marco de esta propuesta.

Finalmente, consideramos que a partir de la valoración general que tuvo la propuesta didáctica por parte de los/as estudiantes, queda claro que animarse a nuevos formatos de trabajo ante contenidos complejos supone cierto riesgo, pero también es cierto que pensar otras maneras, otros formatos, tiempos y estrategias, permite reflexionar respecto de los diversos modos en que se aprende. Fomentar la integración de diferentes formas de conocimiento y reconocer los aportes y perspectivas de diversas disciplinas, habilitando un diálogo abierto entre ellas, resulta sin dudas enriquecedor. Significa poner en juego nuevas formas de pensar, actuar y entender respecto de lo que acontece en el aula. Adoptar esta perspectiva implica el desafío de reflexionar y cuestionar las

propias prácticas y avanzar hacia la exploración de otras alternativas didácticas que pongan en tensión los modos de enseñar y de aprender.

Esperamos que este trabajo haya contribuido en este sentido, colaborando con propuestas y nuevas formas de entender los procesos de enseñanza y de aprendizaje de un modo más acorde con los diversos contextos actuales y las demandas de nuestros/as estudiantes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguerre, A. (2018, 2022). Propuesta Académica y de Gestión 2018-2022/2022-2026, Bachillerato de Bellas Artes “Prof. A. de Santo” UNLP, La Plata, Buenos Aires. Recuperado de https://www.bba.unlp.edu.ar/gestion_2018_2022
- Almeida, C. M. M. y Lopes, P. T. C. (2019). Sequência didática eletrônica com testes adaptativos para o ensino de Ecologia do Ensino Fundamental numa plataforma de ensino. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 1-18. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>
- Álvarez-Cubero, M. J., Martínez-González, L. J., Saiz, M; Álvarez, J. C. y Lorente, J. A. (2010). Nuevas aplicaciones en identificación genética. *Cuadernos de medicina forense*, 16 (1-2). Recuperado de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062010000100002
- Anijovich, R. (2010). La retroalimentación en la evaluación. En R. Anijovich (Ed.), *La Evaluación significativa* (pp. 129-143). Buenos Aires: Paidós.
- Anijovich, R. (septiembre, 2018). *Evaluación*. Instituto Nacional de Formación Docente, Buenos Aires. <https://www.youtube.com/watch?v=guIAN3J8piY>
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. L. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Argento, D. (2013). *Estudio exploratorio sobre preconcepciones en el área de Genética en alumnos de secundaria italianos y españoles* (Tesis de Máster inédita). Universidad internacional de La Rioja, Madrid, España.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ayuso E., Banet, E. y Abellán, T. (1996). Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 127-142.
- Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 133-157.
- Azeglio Montañez, L., Mayoral Nouvelière, L. y Sara, C. (2015). Concepciones alternativas de genética básica y división celular en estudiantes de secundaria. En *Actas del IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas

- y Naturales. Universidad Nacional de La Plata. Ensenada, Argentina. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8046/ev.8046.pdf
- Barra, R.; Bornemann, C., Fernández, J. y Legarralde, T. (2020). Combinación de materiales didácticos y actividades de laboratorio para la enseñanza de contenidos biológicos complejos. El abordaje de los procesos de reproducción. En Actas del 3° *Jornadas de Prácticas Docentes en la Universidad Pública*. Dirección de Capacitación y Docencia y Especialización en Docencia Universitaria, Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad Nacional de La Plata.
- Barros, M. y Carneiro, M. (2005). Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, *Atlas do V E.N.P.E.C*, 5: 1-12.
- Brão, A. F. S. y Pereira, A. M. T. B. (2015). Biotecnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 55-76.
- Buckingham, D. (2005). *Educación en medios. Alfabetización, aprendizaje y cultura contemporánea*. Buenos Aires: Paidós.
- Bugallo Rodríguez, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 379-385.
- Burbules, N. y Callister, T. (2006). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Barcelona: Granica.
- Caicedo, L., Valverde, L. y Estupiñán, I. (2017). Estrategia didáctica para la enseñanza de Biología y Química en la enseñanza media. *Polo del Conocimiento*, 1175 - 1186.
- Canaval, C. y Margalef, L. (2017). *La retroalimentación: La clave para una evaluación orientada al aprendizaje*. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 149-170.
- Çepni, S., Taş, E. y Köse, S. (2006). The effect of computer- assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*, 46, 192-205.
- Chamizo, J. y García Franco, A. (2010). *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. México: Universidad Autónoma de México.
- Chapman, R., Likhonov, M., y Selita, F. (2019). New literacy challenge for the twenty-first century: genetic knowledge is poor even among well educated. *Journal of Community Genetics*, 73-84. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s12687-018-0363-7>

- Chiaramini, N. (2022). Genética forense: la receta amorosa de las Abuelas. *Agencia Nacional de Noticias Científicas*, Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de <https://agencia.unq.edu.ar/?p=2374>
- Clark, D.C. y Mathis, P. M. (2000). *Modeling mitosis and meiosis, a problem-solving activity*. *The Am. Bio. Teach.*, 62(3): 204-206.
- Crippa, A. y Ressia de Moreno, B. (2015). Las tareas de enseñar y evaluar: algunas reflexiones. En proceso de revisión para su publicación.
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. y Massarini, A. (2016). *Invitación a la Biología en contexto social*. Madrid: Editorial medica Panamericana.
- Díaz Moreno, N., y Jiménez Liso, M. R. (2017). Las controversias socio-científicas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 9(1), 54-70.
- Diez de Tancredi, D. y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de investigación*, 56, 91-121.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5(2), 235-247.
- Doménech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(3), 601-620.
- Dos Santos, F. S., Ferraz, D. F., Klein, A. I., de Francisco, A. C., Miquelin, A. F. (2020). Secuencia didáctica fundamentada en neurociencia para la enseñanza de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 359-383.
- Edelstein, G. (2011). *Formar y formarse en la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.
- Edelstein, G. (2016). La profesionalización de la enseñanza en las universidades. Un desafío del presente con mirada hacia el futuro. En Ponencias desarrolladas en *Diplomatura en Educación para Profesionales de la Salud*, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional De Cuyo.
- Figini, E. y De Micheli, A. (2005). La Enseñanza de la Genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, extra (VII Congreso), 1-5.

- Fiore E. y Leymonié, J. (2007). *Didáctica practica para la enseñanza para la educación media y superior*. Montevideo: Magrò.
- Flores Camacho, F., García-Rivera, B. E., Báez-Islas A. y Gallegos-Cázares, L. (2017). Diseño y Validación de un Instrumento para Analizar las Representaciones Externas de Estudiantes de Bachillerato sobre Genética. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(2), 151-169. Recuperado de <https://doi.org/10.15366/riee2017.10.2.008>
- Francia, A., Aspromonte, F., Azurabarrena, C., Candile, M.D. y Ciancio, M.R. (2021). Materiales educativos accesibles sobre paleontología. Experiencia de un equipo de extensión multidisciplinario de la UNLP. *Revista de Educación en Biología*, Número Especial, 699-701. Recuperado de: <https://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/issue/view/3>
- Gailhou, C., Ercoli, P., Tello Alvial, V. y Wajncer, Y. (2008). Herencia Biológica: Obstáculos Didácticos vinculados con las Concepciones Alternativas de los alumnos de Escuela Secundaria Básica sobre Herencia Biológica y Genética. En actas de *VIII Jornadas Nacionales y III Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Gallarreta, S. (2002). Concepciones postinstruccionales sobre ADN, cromosomas, genes y alelos en el nivel universitario: determinación y análisis en estudiantes de Ciencias Veterinarias. *Educación en Biología*, 5 (2), 56-60.
- Gatica-Lara, F. y Uribarren-Berrueta, T. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Inv. Ed. Med.*, 2(1): 61-65.
- Gibelli, I. T. (2013). *Estrategias de aprendizaje y autorregulación en contextos mediados por TIC* (Tesis de Magíster en Tecnología Informática aplicada a la Educación). Facultad de Informática, UNLP.
- Gómez Galindo, A. A., Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la Escuela Primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 25(3), 325-340.
- Gonçalves, R., Teixeira, M. y Costa, A. (2019). *Encuesta y análisis del uso de experimentos en la enseñanza de las ciencias en contextos de investigación* *Revista Educación, Umarama*, (9),7-28.
- Guerrero, J. (2020). Aprendizaje significativo: definición, características y ejemplos. *Docentes al Día*. Recuperado de https://docentesaldia.com/2019/05/26/aprendizaje-significativo-definicion-caracteristicas-y-ejemplos/#google_vignette

- Gupta, P. K. (2019). Teaching genetics in India: Problems and possible solutions. *Indian J. Genet*, 326-339.
- Halloun, I. A. (2007). Mediated Modeling in Science Education. *Science & Education*, 16, 653-697. DO - 10.1007/s11191-006-9004-3.
- Herrera, S., y Ocelli, M. (2021). Aplicaciones móviles como potenciales herramientas para la enseñanza de genética. *Revista de Educación en Biología*, 420-422.
- Íñiguez Porras, F. J. y Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327.
- Klautau, N., Oliveira S. F., Akimoto, A., Hiragi, C., Barbosa, L. S., Rocha D. M. S. y Correia, A. (2008). Combinar e recombinar com os dominós. *Genetica Na Escola* 03.02, 1-7. ISSN 1980-3540.
- Klautau, N., Aurora, A., Dulce, D., Silviene, S., Helena, H. y Correia, A. (2009). Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2267-2270. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2267-2270.pdf>
- Larraburu, R., Chapani, D. T., García Romano, L. y Farré, A. (2016). Las políticas públicas y la implementación de las TIC en las clases de Ciencias Naturales. *Revista Aula Universitaria* 18, 20-28.
- Lee, H. y Yang, J. (2019). Science Teachers Taking their First Steps toward Teaching Socioscientific Issues through Collaborative Action Research. *Research in Science Education*, 49(1), 51-71.
- Legarralde, T. (2020). Conceptos centrales del campo de la Genética: Los saberes de los futuros profesores en Ciencias Biológicas y su abordaje en los textos destinados a la Enseñanza Superior (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Memoria Académica. <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1857/te.1857.pdf>
- Legarralde, T., Vilches, A. y De Andrea, P. (2014). Percepción sobre la enseñanza de la Genética en futuros Profesores de Biología. En actas de las *XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. General Roca, Río Negro. Argentina.

- Recuperado de <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/schedConf/presentations>
- Legarralde, T., Gallareta, S., Vilches, A. y Menconi, F. (2014). Representaciones sobre el concepto de “gameta” en futuros profesores de Biología. El papel de los libros de texto. *Revista de Educación en Biología*, 17(1), 55-69. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22416>
- Legarralde, T. y Vilches, A. (2015). El abordaje de conceptos básicos sobre herencia en libros de texto universitarios. En actas de las *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Ensenada, Argentina. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8105/ev.8105.pdf
- Legarralde, T., De Andrea, P. y Vilches, A. (2019). Algunos aspectos clave de la diversidad genética. Representaciones externas en estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas. En actas del *X Congreso Iberoamericano de Educación Científica Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate*. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <http://www.cieduc.org/2019/areas.html>
- Leiva Soto, K. y Llancaqueo Henríquez, A. (2023). *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 22(3), 386-404.
- Lewis, J. y Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship. *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Lewis, J., y Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195-206. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072782>
- Lopez Cruz, J. A. (2019). *El uso de las controversias socio científicas (CSC) en el aprendizaje de la genética* (Tesis de Maestría) Universidad de Jaén. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10953.1/11700>
- López Mota, A. y Moreno Arcucci, G. (2014). Sustentación teórica y descripción metodológica del proceso de obtención de criterios de diseño y validación para secuencias didácticas basadas en modelos: el caso del fenómeno de la fermentación. *Biografía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 7(13), 109-126.
- Mahmud, M. C. y Gutiérrez, O. A. (2010). Estrategia de enseñanza basada en el cambio conceptual para la transformación de ideas previas en el aprendizaje de las ciencias. En actas del *Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021*, Buenos Aires, Argentina.

- Mancini, V. y Rosenberg, C. (2015). El uso de los modelos en la Didáctica de las Ciencias Naturales: una propuesta evaluativa con modelos nutricionales. En actas de las *II Jornadas Internacionales "Problemáticas en torno a la enseñanza en la Educación Superior. Diálogo abierto entre la didáctica general y las didácticas específicas"*. Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina.
- Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Emecé Editores.
- Martínez-Carmona, M., Plaza Grinan, A., Ayuso Fernandez, E., Fernandez Diaz, M. y Goyena Salgado, M. (2024). Un *BreakoutEDU* para evaluar contenidos de expresión genética en 4 ESO. Diseño, aplicación y evaluación de las emociones de su puesta en práctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(1), 1205.
- McKnight, L., Pearce, Á. y Young, M. (2021). Apoyar a los maestros a usar la genómica como contexto en el aula: una evaluación de los recursos de aprendizaje para la biología de la escuela secundaria. *Jornal Comunidad Genética*, 653-662. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs12687-021-00550-3>
- Mero Briones, N. V., Bernal Álava, Á. F. y Cedeño García, C. M. (2023). Estrategia didáctica de investigación dirigida para alcanzar aprendizaje significativo sobre herencia biológica. *Dominio de Las Ciencias*, 9(1), 93-116. Recuperado de <https://doi.org/10.23857/dc.v9i1.3110>.
- Mills Shaw, K. R., Van Horne, K., Zhang, H. y Boughman, J. (2008). Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *Genetics*, 178(3), 1157-1168. Recuperado de <https://doi.org/10.1534/genetics.107.084194>
- Molina-Andrade, A. (2017). Algunas aproximaciones a una perspectiva intercultural: Entre discursos generales de la educación y específicos centrados en la naturaleza de lo que se quiere enseñar. *Tecné Episteme Didaxis TED*, (42), 7-21.
- Mondragón, J. C. (2020). *Diseño e implementación de un EVA para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genética en el grado noveno del Colegio Técnico Menorah IED*. Trabajo de Tesis de Maestría en Educación en Tecnología Virtual, Universidad Distrital, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/items/8449bc5e-ec5e-43ab-8c96-d0faa384f00a/full>

- Moreira, M. A., y Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, 9(2), 301-315. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274157>
- Moreira Szokalo, R.A.; Romero, D. J.; Carballo, M. A. y Favale, N. O. (2020). Microscopio Virtual, una contribución a la enseñanza de la microscopía remota: la herramienta que crea el puente entre las prácticas de laboratorio y las nuevas tecnologías; Universidad de Buenos Aires; *Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior* 18; 10-2020; 1-15.
- Occelli M.; Garcia-Romano, L.; Valeiras, N. y Willging, P.A. (2017). Animar la división celular (mitosis): una propuesta didáctica con la técnica de slowmation. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 398-409. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/19225>
- Pashley, M. (1994). A chromosome model. *Journal of Biological Education*, 28(3), 157-161.
- Pastor, C. A., Sánchez, J. M. y Zubillaga, A. (2014). *Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) Pautas para su introducción en el currículo*. Recuperado de http://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf.
- Pellegrino, J. A. y Crespillo-Márquez, M. (2021). El genoma humano y el desarrollo de la genética forense. *Revista de la Asociación Médica Argentina*, 134(2). Recuperado de file:///C:/Users/piky/Downloads/Rev-2-2021_pag-21-25_Pellegrino.pdf
- Perales, F. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Pérez Martín, J. M. y Aquilino Amez, M. (2015). Nuevas estrategias en la enseñanza de la mitosis. Jornadas sobre investigación y didáctica en ESO y Bachillerato. En *Actas del III Congreso de Docentes de Ciencias. Santillana*. ISBN 974-84-680-3013-5.
- Pinzón, A., Gómez, P. y Romero, I. (2015). Esquema de los semáforos: una estrategia de evaluación formativa para compartir metas. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 1(1) ISSN 2500-5251 (En línea) <http://ojs.asocolme.org/index.php/RECME>
- Pozo, J. I. (2010). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Quintanilla, M., Rodríguez, E. y Romero, M. (2008). Las tecno-ciencias en un mundo globalizado. Algunas reflexiones para una nueva cultura docente y ciudadana de las finalidades de la ciencia. En las actas del *XIV Congreso Nacional y III Iberoamericano de Pedagogía* (pp. 405-414).

- Ravela, P. (marzo, 2014). Evaluación formativa y situaciones auténticas. Conferencia presentada en *Herramientas para la evaluación en el aula*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa, Montevideo. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=EaU6RbvePQQ>
- Ravela, P., Picaroni, B., y Loureiro, G. (2017). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula? Reflexiones y propuestas de trabajo para docentes*. Montevideo: Grupo Magro editores.
- Reis, P. (2014). Promoting students' collective socio-scientific activism: Teachers' perspectives. En: S. Alsop y L. Bencze (Eds.), *Activism in science and technology education*. London: Springer.
- Rodríguez Gil, S. G., Fradkin, M. y Nitxin Castañeda-Sortibránd, A. (2018). Conceptions of meiosis: misunderstandings among university students and errors, *Journal of Biological Education*, DOI: 10.1080/00219266.2018.1469531.
- Rosenberg, C. (2014). *Estrategias para mejorar la comprensión del proceso de replicación del ADN en alumnos de la Escuela Secundaria*. Trabajo Final de Integración de la carrera de Especialización en Educación en Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación; Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. En Memoria Académica, Colección Tesis de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Recuperado de <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?e=d-10000-00---off-0tesis--00-2----0-10-0---0---0direct-10----4-----0-11--10-es-Zz-1---100-about---00-3-1-00-00--4----0-0-01-00-0utfZz-8-00&a=d&c=tesis&cl=CL3.11>
- Rosenberg, C., Legarralde, T. y Vilches, A. (2014). Estrategias para mejorar la comprensión del proceso de replicación del ADN en alumnos de la Escuela Secundaria. En *Actas de las XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. 9, 10 y 11 de octubre. General Roca, Río Negro, Argentina.
- Rosenberg, C. y Legarralde, T. 2016. Imágenes de la replicación del ADN en los libros de texto: ¿cuáles prefieren los estudiantes? En *Actas de las XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. CABA. Buenos Aires, Argentina. <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/BAIRES16/Jneb2016/schedConf/presentations>
- Rosenberg, C. y Francia, A. (2023). Salud, ambiente y soberanía alimentaria: una propuesta áulica desde la pedagogía del conflicto ambiental. En *Actas de las I Jornadas de Intercambio de*

- Experiencias e Investigaciones Educativas en Salud y Ambiente*, Universidad Nacional de Misiones, Misiones, Argentina. ISBN 978-950-766-228-7
- Ruiz González, C., Banet, E. y López Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 550-569. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3246/3191>
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Sardá, A. Márquez, C. y Sanmartí, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART5_Vol5_N2.pd
- Silva, C., Hiléia, M., y Castro, P. (2019). Investigando los obstáculos para el aprendizaje de la genética básica en estudiantes de secundaria. *Educación Telemática Digital*, 21-32. Recuperado de http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1676-25922019000300718&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Solbes Matarredona, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 10(2), pp. 171–181. Recuperado a partir de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2831>
- Susantini, E., y Durán, A. (2018). Improving learning process un genetic classroom by using metacognitive strategy. *Asia Pacific Educ*, 401-411.
- Todd, A. y Kenyon, L. (2015). Empirical Refinements of a Molecular Genetics Learning Progression: The Molecular Constructs. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI:10.1002/tea.21262.
- Vojříř, K., Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science education*, 41(11), 1496-1516. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>
- Wilson, J.T. y Chalmers, I. (1988). Reading strategies for improving student work in the Chem Lab. *Journal of Chemical Education*, 65(11), 996-999.
- Yesilyurt, S. y Kara, Y. (2007). The effects of tutorial and edutainment software programs on students' achievements, misconceptions and attitudes towards biology on the cell division issue. *J. Baltic Sci. Edu.*, 6(2), 5-15.

Zeidler, D. L. y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Revista de Educación Científica Elemental* 21, 49-58.

8. ANEXOS

8.1 Anexo I

Trabajo Práctico de laboratorio

En el marco de la secuencia didáctica desarrollada en la presente propuesta, se realizó durante la segunda etapa de la misma, una práctica de laboratorio que consistió en la realización de preparados histológicos de células eucariotas (vegetales) en fase de división celular (mitótica) obtenidas de tejidos vegetales de cebollas (*Allium cepa*) para su posterior observación al microscopio óptico (MO) y su registro.

Materiales utilizados

- Raíces de cebollas.
- Agua.
- Frascos de vidrio.
- Acetoorceína.
- Mechero.
- Porta y cubreobjetos.
- Placas de Petri.
- Pinzas y bisturí.
- Papel absorbente.
- Microscopio óptico.

Objetivos

- a) Procesar y obtener preparados de tejido meristemático vegetal.
- b) Identificar en el tejido meristemático vegetal células en diferentes fases de la división celular.
- c) Caracterizar y registrar las distintas fases mitóticas observadas.
- d) Manipular herramientas de laboratorio y de observación
- e) Favorecer instancias de registro.

Procedimiento

1. Cortar transversalmente los ápices de las raíces de una cebolla obteniendo muestras de 2 a 5 mm de longitud y reservarlos en agua.


2. Colocar las muestras en una capsula y añadir unas gotas de aceto orceína, dejando actuar el colorante unos minutos, luego se expone al fuego hasta que cambie la coloración (evitando la evaporación completa del líquido).
3. Tomar las muestras con una pinza y colocarlas en un portaobjetos, luego añadir una gota del respectivo colorante.
4. Cubrir la muestra con el cubreobjetos, retirando el exceso de colorante con el papel absorbente.
5. Colocar el portaobjetos con la muestra preparada en la platina del microscopio óptico y observar a distintos aumentos girando el revólver, iniciar por el de menor aumento.

8.2 Anexo II

Rúbrica para la valoración de las producciones audiovisuales

encontrar rúbrica



Rúbrica: Rúbrica para la valoración de producciones audiovisuales 			
	Para revisar 1 punto	Bueno 2 puntos	Excelente 3 puntos
Adecuación a la consigna ¿La producción responde a la consigna?	Para revisar La producción no cumple o lo hace de forma parcial en relación con lo propuesto.	Bueno La producción responde a la mayor parte de la consigna, pero hay aspectos inconclusos.	Excelente La producción responde satisfactoriamente a la consigna.
Contenido ¿Se evidencia comprensión e integración sólida de los principales conceptos trabajados?	Para revisar El contenido es mínimo. No se explicitan con claridad los conceptos trabajados.	Bueno El contenido es bueno pero se identifican fragmentos de conocimiento, con una interpretación básica de los mismos.	Excelente El contenido es excelente. Cubre satisfactoriamente los conceptos abordados.
trabajo colaborativo	Para revisar No hay verdadero trabajo colaborativo. Solo 1 o 2 miembros del grupo participan activamente y son responsables en el logro de las metas.	Bueno La mayor parte de los miembros del grupo tienen una participación activa, un rol definido y contribuyente al logro de las metas, valorando el trabajo de los demás y construyendo en conjunto.	Excelente Todos/as los miembros del grupo tienen una participación activa, un rol definido y contribuyente al logro de las metas, valorando el trabajo de los demás y construyendo en conjunto.
Argumentación y comunicación ¿el análisis y las reflexiones realizadas están convenientemente argumentadas?	Para revisar No se argumenta con claridad y tampoco uso de un vocabulario adecuado.	Bueno El análisis y las reflexiones realizadas respecto de la producción presentada están parcialmente argumentadas, poniendo en evidencia una fragmentación de conocimientos y el uso de vocabulario adecuado.	Excelente El análisis y las reflexiones realizadas respecto de la producción presentada están bien argumentada, con el uso de vocabulario variado y adecuado.
Originalidad	Para revisar La producción no es atractiva ni original.	Bueno La producción cumple su objetivo, pero es poco original.	Excelente La producción es atractiva y original, demostrando creatividad en la representación del contenido trabajado. Es un producto adecuado para su función.
impacto social Repercusión de la producción en el resto de los/as estudiantes del curso.	Para revisar Bajo	Bueno Medio	Excelente Alto