

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS.**



“El gen, entre ideas previas y conocimiento científico: implicancias para la enseñanza y formación docente.”

Autora: Piñeiro, Carolina Nora

Tutora: Antonelli, Valeria

mes y año: Abril 2026

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, acompañaron y sostuvieron este proceso de formación e investigación.

En primer lugar, agradezco profundamente a Valeria Antonelli, mi tutora, por su guía, su dedicación y sus valiosos aportes a lo largo de todo el proceso de elaboración de esta tesis.

Agradezco también a la profesora Cyntia Riquelme, por su ayuda y acompañamiento durante el desarrollo de la investigación.

Extiendo mi reconocimiento a todos los profesores de la carrera, quienes a lo largo de estos años contribuyeron a mi formación académica y profesional, guiándome y brindándome herramientas fundamentales para pensar y enseñar la biología.

Quiero agradecer especialmente a mi hijo Franco, quien es mi motor, mi mayor motivación para seguir creciendo y superándome cada día.

A mi pareja Fabricio, por su apoyo incondicional, por acompañarme en cada paso de este camino y por levantarse cada sábado para estar a mi lado mientras transitaba esta etapa tan importante.

A Micaela, amiga, compañera de facultad y de trabajo, por compartir este recorrido, las horas de estudio, los desafíos y las alegrías.

A Camila, por su ayuda con la traducción y, sobre todo, por su amistad y generosidad.

Finalmente, agradezco a mis amigos y a mi familia, quienes me acompañaron, alentaron y sostuvieron durante todo este proceso.

Esta tesis no representa solamente un trabajo académico, sino también el resultado de años de esfuerzo, aprendizaje y crecimiento personal. A todos los que formaron parte de este camino, gracias por acompañarme y hacerlo posible.

Índice:

1. Resumen	4
2. Introducción	7
• Objetivos generales	11
• Objetivos específicos	12
2.1 Materiales y métodos	12
2.2 Resultados y análisis	15
2.3 Discusión	21
3. Conclusión	24
4. Referencias	26
5. Anexos	29

1.Resumen:

Esta investigación examina cómo las ideas previas de los estudiantes de nivel Terciario del Profesorado de Biología inciden en la comprensión de la Genética y la Biología Molecular. Estas concepciones, más que simples errores, son estructuras cognitivas coherentes que pueden facilitar o dificultar el aprendizaje según su articulación con los nuevos contenidos (Ausubel, 1968; Pozo & Gómez Crespo, 1998).

El concepto de gen ha evolucionado desde la definición mendeliana centrada en la herencia de rasgos hacia concepciones moleculares y reguladoras más complejas, que abarcan funciones codificantes y de regulación de la expresión génica (Diéguez, 2012). Esta complejidad, sumada a la persistencia de ideas previas, plantea un reto didáctico que requiere estrategias de cambio conceptual y la superación de obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1938; González Galli, 2011).

La investigación utiliza un enfoque mixto, con elementos exploratorios y descriptivos, y se desarrolla con aproximadamente 30 estudiantes de segundo y cuarto año de un instituto de formación docente de zona sur de la provincia de Buenos Aires. Se aplican cuestionarios con preguntas abiertas, entrevistas semiestructuradas y análisis de materiales didácticos para identificar y clasificar las concepciones en categorías: mendeliana, molecular clásica y reguladora.

Se espera que los resultados permitan identificar las preconcepciones más comunes, comprender su influencia en el aprendizaje y aportar insumos para el diseño de propuestas didácticas que fomenten una comprensión más profunda, actualizada y crítica del concepto de gen. Este trabajo busca contribuir a la formación de futuros docentes de ciencias con herramientas para abordar la complejidad conceptual en el aula.

Abstract:

This research examines how background student conceptions at Higher Education of a Biology Teacher Training, influence their understanding of Genetics and Molecular Biology. These conceptions, rather than being simple errors, are coherent cognitive structures that can facilitate or hinder learning depending on how they are articulated with new content (Ausubel, 1968; Pozo & Gómez Crespo, 1998).

The concept of the gene has evolved from a Mendelian definition that is focused on the inheritance of features toward more complex molecular and regulatory conceptions, which include both coding functions and the regulation of gene expression (Diéguez, 2012). This complexity, together with the persistence of background conceptions, proposes a didactic challenge. This challenge requires conceptual change strategies and the overcoming of epistemological obstacles (Bachelard, 1938; González Galli, 2011).

The research adopts a mixed-methods approach, with exploratory and descriptive elements, and is carried out with approximately 30 second- and fourth-year students from a teacher training institute located in the southern area of the Province of Buenos Aires. Questionnaires with open-ended questions, semi-structured interviews, and the analysis of

instructional materials are used to identify and classify conceptions into the following categories: Mendelian, classical molecular, and regulatory.

It is expected that the results will allow the identification of the most common preconceptions, an understanding of their influence on learning, and the provision of inputs for the design of didactic proposals that foster a deeper, more up-to-date, and critical understanding of the concept of the gene. This work aims to contribute to the education of future science teachers by providing tools to address conceptual complexity in the classroom.

2.Introducción:

Según Rheinberger (2001), el concepto de gen pasó de ser, una unidad que lleva la información hereditaria a algo mucho más complejo. Esta afirmación hace referencia a que, en un primer momento, el gen fue concebido de manera instrumental: se consideraba que cada gen, compuesto por ADN, producía una enzima específica (Gayón, 2000). En 1953, cuando James Watson y Francis Crick establecieron la estructura molecular del ADN, se comprobó que los genes codificaban para otras proteínas, por lo tanto, el gen pasó a ser una secuencia de aminoácidos, conocida como “definición molecular clásica del gen” (Diéguez, 2012, p. 256).

Aunque esta definición aún se encuentra en muchos libros de texto, hoy se sabe que solo alrededor del 2% del genoma humano codifica proteínas. El otro 98% del ADN cumple funciones no estructurales, como la regulación de la expresión génica, secuencias reguladoras que codifican la formación de proteínas y que controlan la expresión de otros genes (Diéguez, 2012). Esto evidencia la complejidad creciente del concepto de gen.

Según Diéguez (2012), el significado del concepto de gen está profundamente relacionado con el uso contextual que se le da. Asimismo, autores como Pozo y Gómez Crespo (1998) destacan que las concepciones de los estudiantes no son simples errores, sino estructuras cognitivas coherentes que cumplen una función explicativa. Tanto la existencia de ese tipo de errores conceptuales como de las

ideas alternativas que llevan a cometerlos, es algo que se conocía ya hace mucho tiempo (Bachelard, 1938).

De esta problemática sobre la definición del concepto de gen hacen que surjan los siguientes interrogantes:

- ¿Qué preconcepciones tienen los y las estudiantes de superior de la carrera del Profesorado de Biología de segundo y cuarto año sobre el concepto de gen?
- ¿Cómo influyen esas ideas previas el concepto de gen en la comprensión de Biología Molecular o Genética?

Por lo tanto, se propone analizar cómo influyen las ideas previas que poseen estudiantes de superior sobre el concepto de gen en su comprensión de la Biología Molecular y la Genética. Esta inquietud surge de la necesidad de comprender cómo se construye dicho concepto a lo largo de la trayectoria educativa.

Por eso, las preconcepciones representan un desafío importante en la enseñanza de las ciencias. Ausubel (1968) sostiene que el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo conocimiento se relaciona de forma sustancial con lo que el alumno ya sabe. Por lo tanto, las ideas previas pueden facilitar o entorpecer la comprensión de conceptos complejos.

Los estudiantes no llegan al aula como “tabula-rasas”, sino que poseen concepciones previas —también llamadas ideas alternativas, modelos intuitivos o preconcepciones— que condicionan su manera de interpretar los fenómenos científicos (Meinardi, 2002; Furió, Solbes & Carrascosa, 2006). Estas concepciones, aunque incorrectas desde el punto de vista de la ciencia académica, son funcionales

para la interpretación del mundo cotidiano y se caracterizan por su estabilidad y persistencia incluso después de la instrucción formal. Así, se perpetúan errores que resultan difíciles de erradicar debido a su integración en los esquemas mentales del alumnado (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2019).

Como sostienen Meinardi (2002) y González Galli (2011), la mera exposición de contenidos científicos no garantiza el reemplazo de estas concepciones, dado que el conocimiento nuevo muchas veces no logra integrarse a las estructuras cognitivas existentes. En este sentido, la enseñanza de las ciencias enfrenta un reto fundamental: diseñar estrategias que no solo comuniquen información científica, sino que también permitan problematizar y resignificar las concepciones previas del alumnado.

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias, una herramienta clave para enfrentar este desafío es el modelo de cambio conceptual (González Galli, 2011). Esta corriente, iniciada por Posner et al. (1982), sostiene que el aprendizaje profundo requiere una reestructuración de las concepciones previas mediante un proceso de conflicto cognitivo. Para que este cambio ocurra, es necesario que el nuevo conocimiento sea percibido como más plausible, coherente y útil que el anterior. En investigaciones más recientes, este modelo ha sido ampliado para incluir dimensiones afectivas, meta cognitivas y contextuales (González Galli, 2011; Galli et al., 2022).

Actualmente, se reconoce también la relevancia del concepto de obstáculo epistemológico, originado en la obra de Bachelard (1938) y actualizado por autores

como González Galli, Pérez y Cupo (2022). Este concepto se refiere a saberes previos que actúan como verdaderos impedimentos internos para la construcción de nuevos conocimientos. Estos obstáculos no se eliminan simplemente con información, sino que exigen una ruptura epistemológica, es decir, un proceso de toma de conciencia crítica del propio pensamiento. En este marco, los autores proponen como objetivo didáctico clave el desarrollo de una vigilancia meta cognitiva, entendida como la capacidad de reflexionar sobre los propios modos de conocer y razonar (Ausubel, 1968).

La investigación didáctica contemporánea enfatiza, además, que las concepciones alternativas no deben ser vistas como fallas del estudiante, sino como puntos de partida necesarios para la enseñanza (Furió et al., 2006). Reconocer, indagar y trabajar con esas ideas previas permite generar una enseñanza más contextualizada, crítica y significativa. Como plantea Elsa Meinardi (2002), ofrecer una clase bien estructurada no garantiza que las concepciones erróneas se eliminen, ya que estos están arraigados en una construcción social y cultural del conocimiento.

En resumen, este trabajo se enmarca en una perspectiva que entiende la enseñanza como una práctica orientada en el impacto de los preconceptos en la enseñanza del concepto de gen. Para ello, es fundamental comprender cómo se construye el conocimiento, identificar los obstáculos que dificultan este proceso y promover su transformación. Analizar las preconcepciones relacionadas con el concepto de gen y sus implicancias en la enseñanza de la biología molecular

representa una contribución significativa tanto para la investigación educativa como para la formación de docentes en ciencias.

Una posible estrategia para abordar esta problemática es el modelo de cambio conceptual (Adúriz-Bravo, 2007), que propone generar un conflicto cognitivo entre las ideas previas y el conocimiento científico, favoreciendo el reemplazo de las concepciones erróneas por otras más adecuadas.

De esto parte la siguiente hipótesis:

Las ideas previas que tienen los estudiantes de segundo y cuarto año del profesorado de Biología de zona sur perteneciente al conurbano¹ de la región 5, sobre el concepto de gen, se vinculan principalmente con modelos mendelianos y moleculares clásicos. Estas concepciones, al no integrar plenamente la dimensión reguladora de gen, actúan como obstáculos epistemológicos que limitan la comprensión de los contenidos del espacio curricular de Genética y Biología Molecular, influyendo en la manera en que los futuros docentes interpretan y enseñan dichos contenidos.

Objetivos generales:

- Analizar cómo influyen las ideas previas sobre el concepto de gen en la comprensión de los contenidos del espacio curricular de Genética y Biología Molecular en estudiantes de segundo y cuarto año del Profesorado de Biología de zona sur del conurbano perteneciente a la región 5 de la provincia de Buenos Aires, considerando sus implicancias para la enseñanza de la formación docente.

¹ Conurbano: es una región urbana formada por la expansión de varios núcleos urbanos que se unen físicamente que rodea a la ciudad autónoma de Buenos Aires. (Atlas del conurbano bonaerense)

Objetivos específicos:

- Identificar las preconcepciones más frecuentes que presentan los estudiantes del profesorado sobre el concepto de gen.
- Examinar cómo se expresan estas concepciones en distintos conceptos explicativos (mendeliano, molecular clásico y regulador) dentro del discurso estudiantil.
- Analizar las implicancias didácticas de estas concepciones para la enseñanza de la Genética y la Biología Molecular en la formación de futuros docentes.

2.1 Materiales y métodos

La presente investigación se desarrollará bajo un enfoque mixto, integrando componentes cualitativos y cuantitativos. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), este tipo de diseño permitirá obtener una comprensión más amplia del fenómeno, combinando la profundidad interpretativa del enfoque cualitativo con la posibilidad de generalización descriptiva del cuantitativo.

El diseño será no experimental, transeccional y exploratorio-descriptivo. Se considerará no experimental porque no se manipularon variables, sino que se observarán los fenómenos en su contexto natural; transeccional, dado que los datos se recogerán en un único momento temporal; y exploratorio-descriptivo, porque se

buscará indagar y describir las concepciones poco estudiadas que los estudiantes poseen sobre el concepto de gen.

La población de estudio estará conformada por estudiantes de segundo y cuarto año del Profesorado de Educación Secundaria en Biología de zona sur, del conurbano, región 5, de la provincia de Buenos Aires.

La muestra será no probabilística e intencional, compuesta por aproximadamente 30 estudiantes que cursan o hayan cursado espacios curriculares vinculados con Genética y Biología Molecular, lo que asegurará un contacto previo con el objeto de estudio.

Se utilizará un cuestionario diagnóstico con preguntas abiertas y cerradas, diseñado para indagar las concepciones iniciales de los y las estudiantes sobre el concepto de gen, su localización, funciones y relación con la herencia.

La elección de este instrumento se justifica en su capacidad para recuperar discursos espontáneos, representaciones y modelos mentales, permitiendo explorar construcciones cognitivas profundas en línea con el marco teórico del cambio conceptual y los obstáculos epistemológicos (Meinardi, 2002; González Galli, 2011).

El trabajo de campo se llevará a cabo en el mes de octubre de 2025, en contexto de clase y con la debida autorización institucional.

Las etapas serán las siguientes:

1. Solicitud de autorización institucional y firma del consentimiento informado por parte de los participantes.

2. Aplicación del cuestionario diagnóstico durante el horario habitual de cursada.

3. Recolección y sistematización de los datos obtenidos.

4. Procesamiento y análisis de los resultados según los procedimientos detallados a continuación.

El cuestionario será elaborado específicamente para esta investigación, combinando ítems adaptados de estudios previos (Meinardi, 2002; González Galli, 2011) con preguntas originales orientadas a relevar concepciones actuales.

Asimismo, se diseñará una grilla de análisis para categorizar las producciones estudiantiles en tres niveles de aproximación al concepto de gen: modelo mendeliano, molecular clásico y regulador.

El análisis se desarrollará en dos fases complementarias: una cualitativa y otra cuantitativa.

En la fase cualitativa, se realizará una codificación abierta y axial de las respuestas, identificando unidades de sentido y categorías emergentes. Estas categorías permitirán clasificar las concepciones de los estudiantes en función de su grado de aproximación al conocimiento científico.

En la fase cuantitativa, se aplicará estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para dimensionar la presencia relativa de cada modelo conceptual en la muestra.

Finalmente, se integrarán ambos enfoques a través de un proceso de metainferencia, articulando los hallazgos cualitativos y cuantitativos para construir conclusiones más robustas (Hernández Sampieri et al., 2014).

Para la administración del cuestionario se utilizarán hojas impresas o formularios de Google Forms, según la disponibilidad institucional. El procesamiento de los datos se realizará mediante software de ofimática (Microsoft Excel) y herramientas de texto para la transcripción y organización de la información.

Se solicitará autorización a las autoridades institucionales del Profesorado de Biología de zona sur del conurbano perteneciente a la región 5 de Buenos Aires y se garantizará el consentimiento informado de todos los participantes. En dicho consentimiento se explicitan los objetivos del estudio, la voluntariedad de la participación y las garantías de anonimato y confidencialidad.

2.2 Resultados y análisis:

La muestra estuvo compuesta por 14 (catorce) estudiantes del Profesorado de Educación Secundaria en Biología que cursan entre segundo y cuarto año. La mayoría había tenido contacto previo con contenidos de Genética y Biología Molecular, aunque con diferente profundidad, lo que se refleja en la heterogeneidad de las respuestas. Los datos se recolectaron mediante un formulario que incluyó una escala Likert de 1 a 5 y preguntas abiertas destinadas a explorar las concepciones espontáneas sobre el concepto de gen.

Los resultados de la escala Likert muestran tendencias claras. En primer lugar, la afirmación “El gen es una parte del ADN que contiene la información hereditaria” obtuvo valores mayoritariamente altos, con una clara concentración en las opciones 4 y 5. Esto indica que la concepción estructural del gen como unidad de información

se encuentra fuertemente instalada en el alumnado. En contraste, la afirmación “Cada gen produce una sola proteína” presentó una distribución más dispersa. Aunque una parte importante de los estudiantes seleccionó valores bajos, indicando desacuerdo, otro grupo mantuvo posiciones intermedias o incluso acordó con la afirmación, lo que evidencia la persistencia de concepciones lineales y simplificadas del modelo molecular clásico, aun después de la formación en biología molecular.

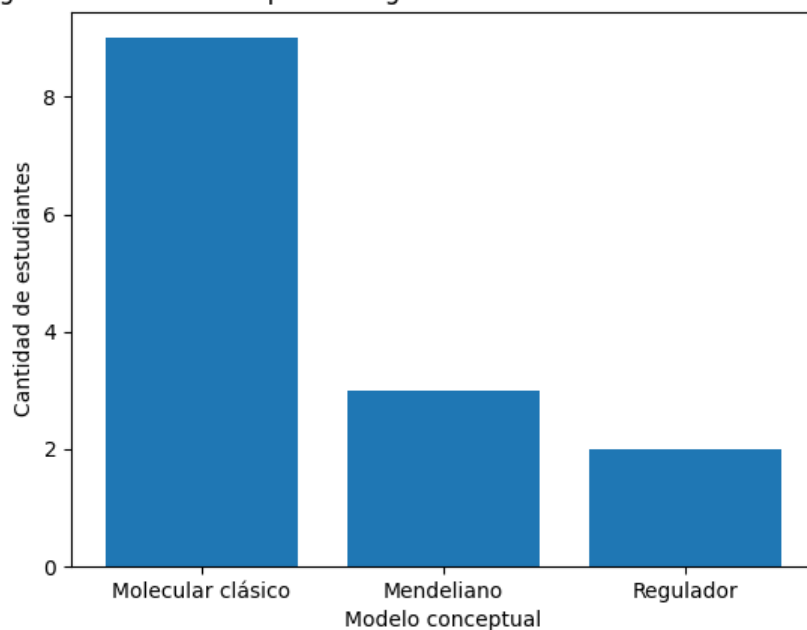
Asimismo, la mayoría del estudiantado mostró niveles altos de acuerdo con la afirmación “Los genes pueden activarse o desactivarse según el ambiente”, lo que indica que la noción de regulación génica forma parte del repertorio conceptual de los estudiantes. Por otra parte, la afirmación “Las mutaciones siempre provocan enfermedades” presentó una concentración de respuestas en los valores bajos de la escala, lo que sugiere que los estudiantes comprenden que las mutaciones pueden tener efectos diversos y no necesariamente patológicos, aunque la presencia de respuestas intermedias indica que algunas concepciones simplificadas aún persisten.

En cuanto a la afirmación “Comprendo la diferencia entre un gen mendeliano y un gen molecular”, las respuestas se distribuyeron de manera más uniforme, sin una tendencia clara hacia el acuerdo o el desacuerdo, lo que evidencia que esta distinción conceptual aún no se encuentra completamente consolidada. De manera similar, la afirmación “El conocimiento actual sobre el gen incluye procesos de regulación y expresión”, así como la afirmación “El concepto de gen ha cambiado a lo largo de la historia de la ciencia”, obtuvieron niveles elevados de acuerdo, lo que

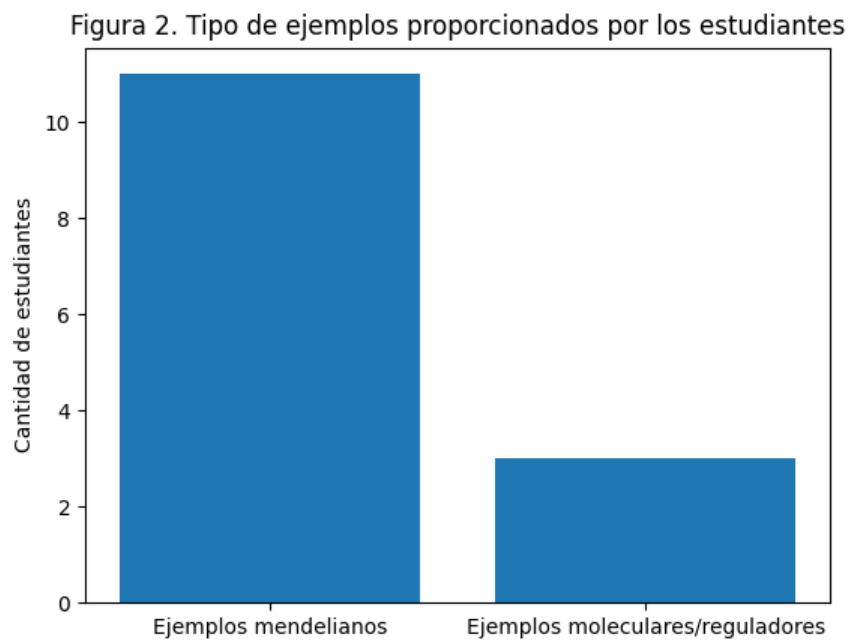
indica que los estudiantes reconocen el carácter dinámico y complejo del concepto. Finalmente, la afirmación “Comprender el concepto actual de gen es fundamental para enseñar Biología” presentó niveles de acuerdo casi totales, evidenciando que los estudiantes reconocen su relevancia para la práctica docente.

Las respuestas abiertas permitieron profundizar este análisis. En relación con la definición del concepto de gen, se identificó un claro predominio del modelo molecular clásico, presente en 9 de los 14 estudiantes (64 %), quienes definieron al gen como un segmento de ADN que contiene la información necesaria para sintetizar proteínas o ARN. En menor proporción, 3 estudiantes (21 %) presentaron concepciones mendelianas, vinculando al gen con la determinación directa de características hereditarias observables. Finalmente, solo 2 estudiantes (15 %) incorporaron elementos propios del modelo regulador contemporáneo, reconociendo la activación o desactivación génica y su dependencia del ambiente. Estos resultados evidencian el predominio del modelo molecular clásico y la menor integración del modelo regulador, lo que indica que el proceso de reconstrucción conceptual aún no se encuentra completamente consolidado (Figura 1).

Figura 1. Modelo conceptual del gen en las definiciones de los estudiantes

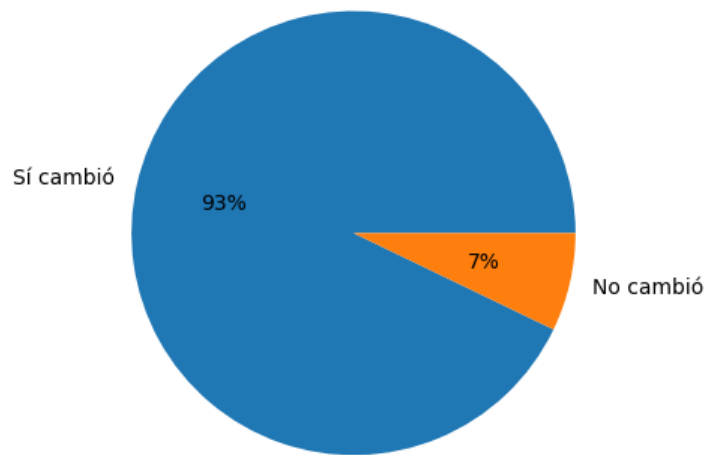


En relación con los ejemplos proporcionados, 11 estudiantes (79 %) utilizaron ejemplos mendelianos tradicionales, tales como el color de ojos, el grupo sanguíneo o el color del cabello, mientras que solo 3 estudiantes (21 %) mencionaron ejemplos vinculados a procesos moleculares más complejos. Este resultado indica que, aunque los estudiantes reconocen teóricamente la complejidad del concepto de gen, sus explicaciones espontáneas continúan apoyándose predominantemente en modelos mendelianos tradicionales (Figura 2).

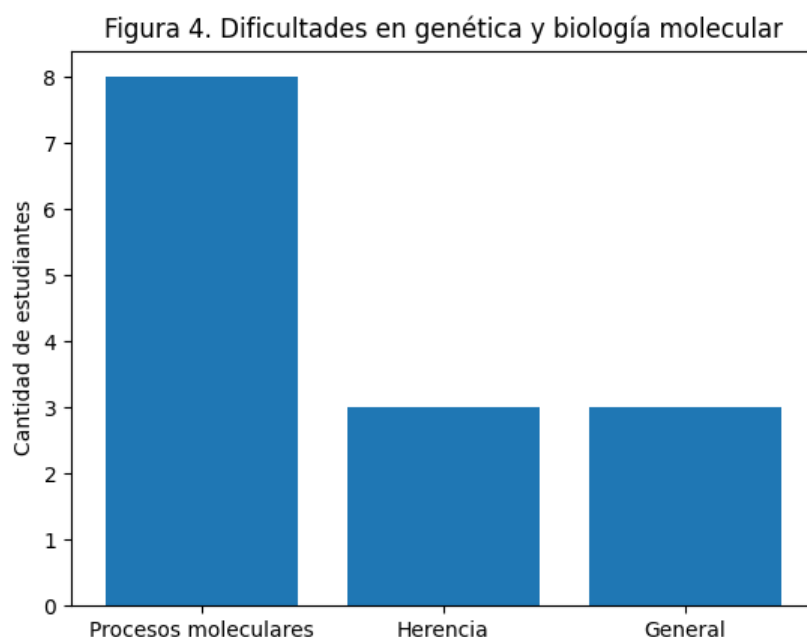


Por otra parte, 13 estudiantes (93 %) manifestaron que su comprensión del concepto de gen cambió a lo largo de su formación académica, mientras que solo uno (7 %) no identificó cambios significativos. Este resultado indica que la formación en el profesorado contribuye a la ampliación y complejización conceptual, aunque el análisis conjunto de las respuestas muestra que este cambio es parcial y que diferentes modelos explicativos coexisten en la estructura conceptual de los estudiantes (Figura 3).

Figura 3. Cambio en la comprensión del concepto de gen



En cuanto a las dificultades mencionadas, 8 estudiantes (57 %) señalaron dificultades relacionadas con la comprensión de procesos moleculares, tales como la transcripción, la traducción y la regulación génica, mientras que 3 estudiantes (21 %) mencionaron dificultades vinculadas con la herencia genética y otros 3 (21 %) manifestaron dificultades generales en la comprensión de la genética. Estos resultados evidencian que los principales obstáculos se encuentran en la comprensión de los mecanismos moleculares subyacentes al funcionamiento génico, lo que coincide con la complejidad conceptual de estos contenidos (Figura 4).



En síntesis, los resultados evidencian un predominio del modelo molecular clásico, la persistencia de concepciones mendelianas, una incorporación parcial del modelo regulador contemporáneo y dificultades en la comprensión de los procesos moleculares. En este sentido, los estudiantes se encuentran en un proceso de transición conceptual, en el que coexisten diferentes modelos explicativos, lo que confirma la influencia de las ideas previas en la construcción del conocimiento científico.

2.3 Discusión:

Los resultados obtenidos permiten comprender que la construcción del concepto de gen en los estudiantes del profesorado de Biología se desarrolla en un entramado de ideas provenientes de distintas etapas de su formación, donde

coexisten modelos mendelianos, moleculares clásicos y concepciones contemporáneas basadas en la regulación génica. Esta coexistencia, observable tanto en los gráficos del cuestionario como en las respuestas abiertas, coincide con lo que Ausubel (1968) describe como un proceso de aprendizaje significativo no lineal, en el que los nuevos conocimientos deben anclarse en estructuras previas que no siempre son fáciles de modificar.

Uno de los hallazgos más consistentes es la persistencia del modelo molecular clásico, entendido como “segmento de ADN que codifica una proteína”. Tal como señala Diéguez (2012), esta representación continúa predominando en los materiales escolares y en la enseñanza de la genética, lo que explica su fuerte presencia entre los estudiantes. En los gráficos, las afirmaciones asociadas a esta concepción muestran niveles elevados de acuerdo, lo que indica que este modelo continúa funcionando como marco explicativo principal.

Al mismo tiempo, los estudiantes muestran adhesión a elementos del modelo regulador contemporáneo, especialmente en relación con la activación y desactivación génica según el ambiente. Esta incorporación parcial coincide con la evolución histórica del concepto de gen analizada por Rheinberger (2001) y Gayon (2000), quienes explican que el gen ha dejado de pensarse como una unidad rígida para concebirse como una entidad dinámica y contextual. Sin embargo, como advierten Pozo y Gómez Crespo (1998), la aceptación de un nuevo modelo no garantiza su integración plena: muchos estudiantes reconocen la regulación génica, pero continúan explicando fenómenos concretos desde el mendelismo escolar o

desde el modelo clásico, lo que evidencia un eclecticismo conceptual típico de transiciones cognitivas incompletas.

La persistencia de ideas lineales, como la afirmación “un gen produce una sola proteína”, revela la presencia de obstáculos epistemológicos en el sentido planteado por Bachelard (2004, obra original publicada en 1938). González Galli (2011) destaca que estos obstáculos no desaparecen por la mera exposición a nuevos contenidos, sino que requieren intervenciones didácticas específicas que permitan la ruptura con explicaciones intuitivas profundamente arraigadas. Los datos del cuestionario muestran que estos obstáculos están presentes incluso cuando los estudiantes ya han tenido formación en Genética y Biología Molecular.

Además, las dificultades mencionadas por los estudiantes —comprender la transcripción, la traducción, la regulación, fenómenos como la epigenética— confirman lo que Meinardi (2002) describe como la complejidad representacional de la biología molecular. Al tratarse de procesos no observables, abstractos y con múltiples niveles de explicación, suelen requerir estrategias didácticas basadas en modelos visuales, analogías y simulaciones para poder ser comprendidos de manera profunda.

En este marco, la coexistencia de modelos conceptuales que muestran los estudiantes no debe interpretarse como una falla cognitiva, sino como una fase esperable en el proceso de reconstrucción conceptual. Desde la perspectiva del cambio conceptual de Posner et al. (1982), este proceso solo se completa cuando el estudiante considera que el nuevo modelo explica mejor los fenómenos, es más

coherente y resulta más útil. En el presente estudio, los estudiantes reconocen aspectos del modelo regulador pero aún no lo aplican de manera espontánea, lo que indica que el cambio conceptual se encuentra en una etapa transicional.

Finalmente, los datos permiten reflexionar sobre la formación docente. Si quienes están en proceso de convertirse en docentes mantienen concepciones híbridas, fragmentadas o lineales, existe el riesgo de que éstas sean reproducidas en su futura práctica pedagógica, perpetuando las mismas dificultades que ellos experimentan. Tal como sostienen González Galli, Pérez y Cupo (2022), la enseñanza de la genética requiere un enfoque que aborde explícitamente los modelos históricos, los obstáculos epistemológicos y las ideas previas, promoviendo una alfabetización biológica crítica, profunda y actualizada.

En conjunto, los resultados muestran que los estudiantes se encuentran en un proceso de transición conceptual que debe ser acompañado mediante propuestas didácticas específicas que permitan superar visiones reduccionistas y avanzar hacia la comprensión contemporánea del gen como una entidad dinámica, regulada y dependiente del contexto celular.

3. Conclusión:

El análisis realizado permite afirmar que la comprensión del concepto de gen por parte de los estudiantes del profesorado está profundamente influenciada por sus ideas previas, por los modelos conceptuales heredados de su escolaridad y por las experiencias formativas recibidas en el nivel superior. Los datos muestran que los

estudiantes incorporan aspectos del modelo regulador contemporáneo, aunque estos no logran desplazar completamente las concepciones lineales asociadas al modelo molecular clásico, que continúan funcionando como marco explicativo predominante.

La presencia simultánea de múltiples modelos conceptuales —evidenciada en los gráficos del cuestionario y en las respuestas abiertas— confirma que el aprendizaje del concepto de gen constituye un proceso no lineal caracterizado por tensiones, avances parciales y reorganizaciones cognitivas progresivas, tal como señalan Ausubel (1968) y Posner et al. (1982). Los estudiantes muestran indicios de haber transitado hacia modelos más complejos, pero mantienen explicaciones tradicionales cuando deben ejemplificar, lo que evidencia que el cambio conceptual aún no se encuentra consolidado.

Por lo tanto, las concepciones previas no sólo condicionan la comprensión de los contenidos moleculares, sino que también influyen en la manera en que los futuros docentes explican fenómenos biológicos. La persistencia de obstáculos epistemológicos —como el determinismo genético y la linealidad entre gen y rasgo— coincide con lo planteado por Bachelard (2004) y González Galli (2011), quienes advierten que ciertas ideas intuitivas actúan como barreras difíciles de superar sin intervención didáctica deliberada.

En este sentido, la investigación respalda la hipótesis implícita de que la comprensión del concepto de gen por parte de los estudiantes está modulada por sus conocimientos previos y por la forma en que integran —o no— los modelos

históricamente contruidos en biología. El hecho de que muchos estudiantes reconozcan la regulación génica pero no la apliquen de manera espontánea confirma que la apropiación del concepto contemporáneo requiere un trabajo formativo sistemático, profundo y explícito.

Finalmente, este estudio permite concluir que la formación docente en biología debe fortalecer la enseñanza de la genética mediante estrategias que promuevan la reconstrucción conceptual, el análisis de modelos históricos, el uso de representaciones múltiples y la reflexión metacognitiva. Comprender el gen como una entidad dinámica, contextual y regulada no solo es fundamental para el aprendizaje de la Biología Molecular, sino también para evitar la reproducción de explicaciones reduccionistas y promover una enseñanza científica rigurosa, crítica y actualizada.

4. Referencias:

- Adúriz-Bravo, A. (2007). *Didáctica de las ciencias naturales*. Editorial Paidós.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart & Winston.
- Bachelard, G. (2004). *La formación del espíritu científico: Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (3.^a ed.). Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 1938)

- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio: una historia crítica de la biología molecular*. Fondo de Cultura Económica.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.). (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia: Introducción a la didáctica de las ciencias*. Morata.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2019). *Informe sobre creencias científicas en estudiantes*.
- Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: Tres décadas de investigación. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (48), 64–77.
- Gayón, J. (2000). *La evolución y la biología moderna*. Alianza Editorial.
- Gayón, J. (2000). El concepto de gen: Una historia sin fin. En J. Gayón & J. J. Becerra (Eds.), *La filosofía de la biología* (pp. 127–146). Editorial Complutense.
- González Galli, L. M. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Biblioteca Digital FCEN. <http://digital.bl.fcen.uba.ar>
- Meinardi, E. (2002). El aprendizaje de los contenidos científicos. En L. G. Galli & E. Meinardi, *Enseñanza de las ciencias naturales: Ideas para una propuesta constructivista* (pp. 47–64). Paidós.

- Pérez, A. (2015). Evaluación y transformación digital en la enseñanza superior. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 6(16), 45–62.
<https://doi.org/10.1016/j.rides.2015.06.004>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
<https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Editorial Morata.
- Rheinberger, H.-J. (2001). Genes and Things: Extracts from the History of Molecular Biology. In H.-J. Rheinberger (Ed.), *Experimentalsysteme und epistemische Dinge* (pp. 97–114). Suhrkamp. (También citado en traducciones y reseñas de habla hispana)
- Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69.
[https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)

Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), 737–738.
<https://doi.org/10.1038/171737a0>

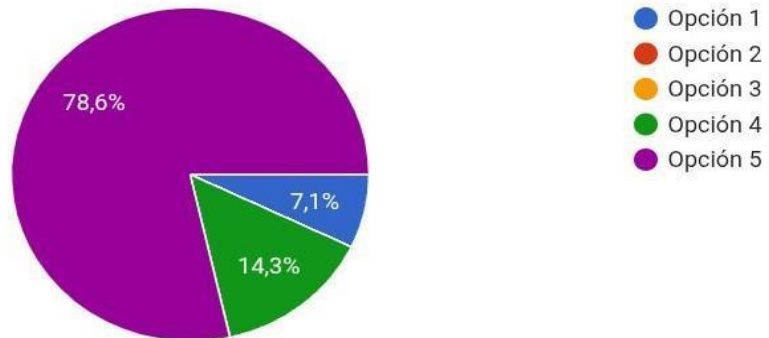
5. Anexos:



Concepciones sobre el gen

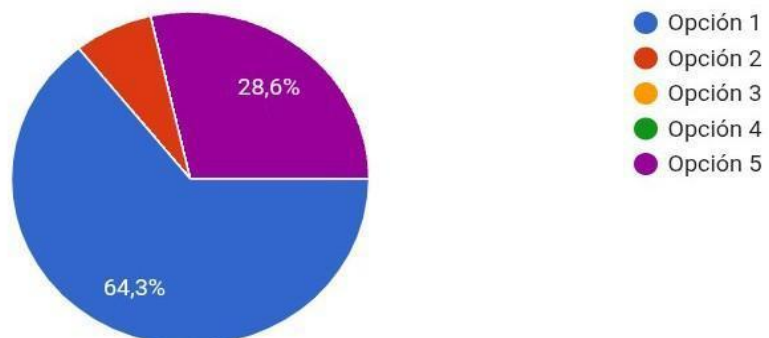
El gen es una parte del ADN que contiene la información hereditaria

14 respuestas



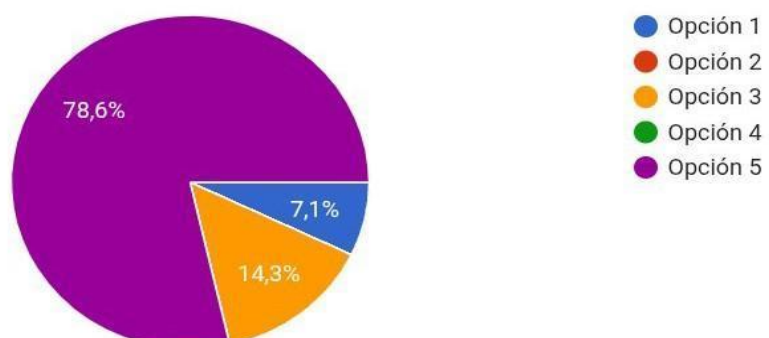
Cada gen produce una sola proteína

14 respuestas



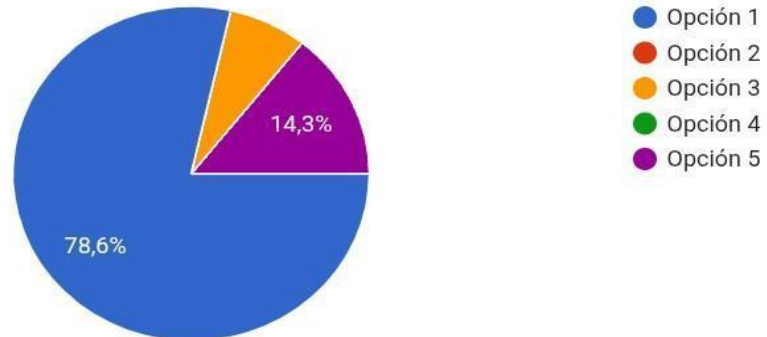
Los genes pueden activarse o desactivarse según el ambiente

14 respuestas



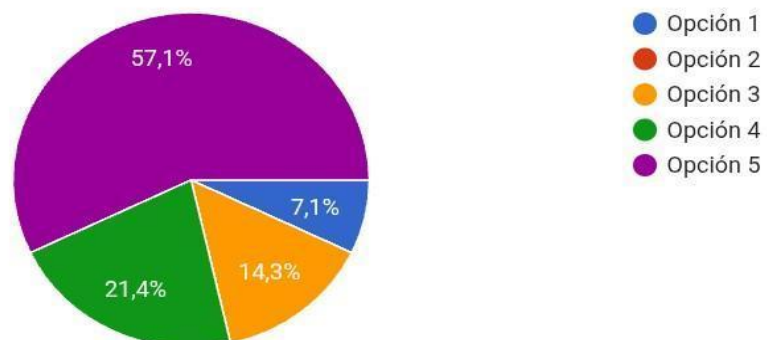
Las mutaciones genéticas siempre provocan enfermedades

14 respuestas



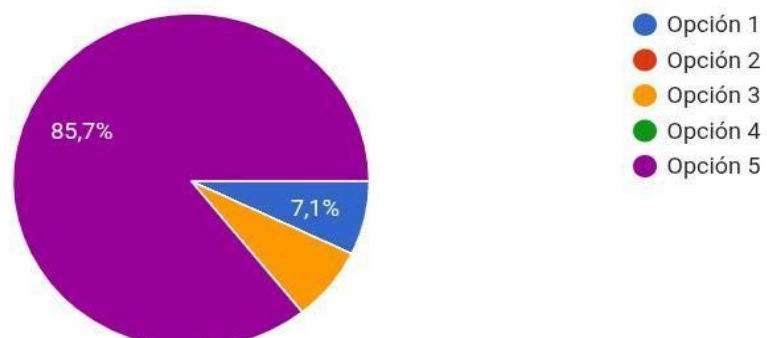
Comprendo la diferencia entre un gen mendeliano y un gen molecular.

14 respuestas



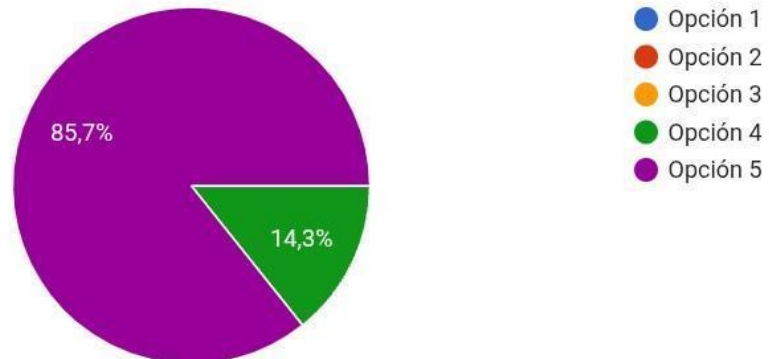
El conocimiento actual sobre genes incluye procesos de regulación y expresión

14 respuestas



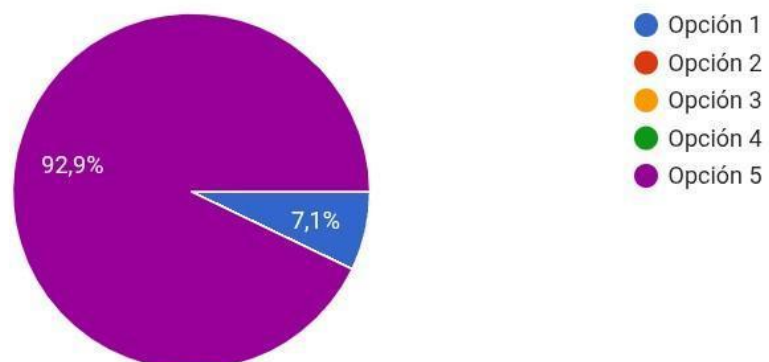
Considero que el concepto de gen ha cambiado con los avances científicos

14 respuestas



Comprender el concepto actual de gen es fundamental para enseñar biología.

14 respuestas



- ¿Cómo definirías con tus propias palabras qué es un gen?

1. Un gen es un segmento de ADN que contiene la información hereditaria necesaria para construir una molécula funcional (como proteínas), que luego realiza una función en el organismo
2. El gen es una porción de ADN que codifica para una proteína específica y que se hereda de los padres a los hijos.
3. Segmento de ADN que contiene información genética heredable que determinan características. Esta información puede expresarse o no.
4. Segmento del ADN que contiene la información para sintetizar una proteína o determinar una característica.
5. Una porción de material genético que codifica para una o varias características de un individuo, pudiendo ser hereditarias o no
6. El gen es un segmento o porción del ADN que contiene la información para fabricar una proteína o ARN
7. Un gen es un segmento de ADN que contiene la información básica para formar secuencias de aminoácidos.
8. Un gen es un fragmento de ADN que contiene la información necesaria para producir proteínas específicas que determinan rasgos y características genéticas propias
9. Es la unidad básica de la herencia y se encuentra en el ADN. Esto hace que características de los padres se transmitan a los hijos

10. Un gen es un segmento de ADN que le da al cuerpo las instrucciones para una característica (rasgo) o proceso específico. El ADN son las moléculas que componen esas instrucciones.
11. Fragmento de ADN que posee información acerca de una característica del organismo
12. un fragmento de ADN que al transcribirse da como resultado una molécula de ARN
13. Es una porción del ADN que contiene la información genética para actuar sobre otro o codificar algo (proteínas, Arn)
14. Secuencia de ADN qué transmite los caracteres hereditarios de una especie

- Dar un ejemplo concreto de cómo un gen influye en una característica biológica
 1. Color de ojos
 2. Creo que el albinismo es un ejemplo de la influencia de un gen en las características biológicas. En el albinismo, debido a la mutación de un gen no se produce la melanina y por eso, las personas que lo padecen tienen falta de pigmentación en piel y cabello.
 3. Los genes que influyen sobre la estatura, el color de pelo u ojos etc.
 4. Un ejemplo claro es el gen que determina el color de las semillas en las arvejas, estudiado por Mendel. Este gen presenta dos alelos: A (amarillo, dominante) y a (verde, recesivo). Cuando una planta posee al menos un alelo dominante (AA o Aa), las semillas son amarillas; en cambio, si tiene ambos alelos recesivos (aa), las semillas son verdes. Este caso muestra cómo un gen, a través de la interacción de sus alelos, influye directamente en un rasgo observable (el fenotipo) y cómo la herencia mendeliana explica la transmisión de esa característica entre generaciones.

5. Color de ojos
6. Si bien en el gen se encuentra la información para las secuencias de aminoácidos, la mayoría de los rasgos no se dan por un sólo gen, sino que pueden intervenir varios y también el ambiente.
7. El color de pelo, ojos, piel, así como la estatura o distintas patologías asociadas a la forma en que se expresan esos genes son ejemplos claros de su influencia Biológica
8. Color de ojos, calvicie, o enfermedades como fibrosis quística etc
9. Un ejemplo concreto de cómo un gen influye en una característica biológica es la anemia falciforme, una enfermedad genética que se hereda de ambos padres.
- 10.El color de ojos
11. Grupo ABO está determinado por un gen
- 12.Hay un gen en especial que se encarga de la producción de melanina (lo que le da color a la piel y los ojos), no recuerdo cómo se llama, pero si existe una mutación en el mismo, como una metilación en ese fragmento, se produce el color celeste o verde de los ojos. De lo contrario, el color es de la gama del marrón
- 13.Color de pelaje, color de ojos, tipo de sangre, morfología de flor

- ¿Crees que tu comprensión del concepto de gen cambió a lo largo de tu formación? Explique por qué.
 1. Si, antes de empezar a cursar biología molecular lo que sabía sobre el gen era muy básico. Mientras le dábamos más profundidad al tema durante las clases, fui adquiriendo más conocimiento de él.
 2. Porque participé en las clases, leí y vi en redes sociales información.
 3. Si. Porq me pasaba solamente en el concepto mendeliano
 4. Sí, mi comprensión cambió a medida que avanzaba en la materia. Al principio entendía el gen únicamente desde la perspectiva mendeliana, como una unidad de herencia que determina un carácter específico. Con el

tiempo, comprendí que el gen es una secuencia de ADN que puede activarse o silenciarse según las necesidades de la célula y las condiciones del ambiente. También aprendí que los genes interactúan entre sí y que su expresión diferencial permite la diversidad celular en los organismos pluricelulares.

5. Si. Pensaba que todo era hereditario
6. Mi comprensión cambió un montón a lo largo de mi formación . Ahora es más amplio e inclusivo con otra mirada
7. Sí. Siempre me dijeron que el gen contiene la información para formar una proteína. Pero esto no es así. No sólo se forman proteínas.
8. A lo largo de mi formación mi comprensión no solo ha cambiado si no que me ha enseñado a comprender distintas cuestiones que no tenía P ññ n idea de que eran genéticas p que tanto incluían los genes en el desarrollo de distintas patologías como el síndrome de Down ññ.
9. Si cambio mucho. Antes se creía que era el encargado de cambios simples, hoy sabemos que es más complejo que un color de piel o de ojos. Que influye en todo nuestro cuerpo, en enfermedades, etc
10. Si, debido a que mi comprensión pasó de ver el gen como una “unidad fija de información” a concebirlo como procesos que interactúan para regular la herencia y la expresión de los rasgos.
11. Si, a lo largo de la formación especialmente en genética
12. Si. Por que antes no entendía ni siquiera que era el ADN
13. Si, porque antes para mí un gen era “esa característica que se hereda de algún progenitor” pero ahora entiendo que es un proceso celular súper complejo, como es realmente un gen, pensándolo en la gran cantidad de fenotipos que se generan a partir de un genotipo particular
14. Si

- ¿Qué aspectos de la genética o la biología molecular resultan más difíciles de comprender?
1. Se me dificulta bastante la parte de mutaciones y herencia, tiene muchos conceptos.
 2. Para mí en general la genética o la biología molecular es muy compleja.
 3. La expresión
 4. Al principio me costaba entender como se leían (sobretudo los de herencia ligada al sexo) los resultados de los cuadros de Punnet, pero con paciencia lo logre, algo mas simple de lo que pensaba
 5. Transcripción y replicación de unicelulares
 6. LAS OGM
 7. A mí me resultó más difícil de comprender, la genética no mendeliana.
 8. Hay que entenderlo desde el principio y seguir el hilo como en las matemáticas
 9. TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN
 10. Dimensionar tamaños o donde ocurren algunos procesos
 11. Los que son muy completos como la fotosíntesis, donde intervienen un montón de nombres a distintos reactivos o productos, mientras se va transformando la energía
 12. Algunos conceptos respecto a la herencia
-
- ¿Qué estrategias o recursos consideramos útiles para mejorar la enseñanza del concepto de gen en la formación docente?
1. Creo que los power point y las guías de preguntas son buenos para dar una clase sobre genes. Personalmente la ayuda visual de las diapositivas y después preguntas que me ayuden a guiarme durante la lectura de textos es lo que más me facilita entender sobre la materia.
 2. Enfocarse en la bibliografía concreta, estudiar diferentes casos en los que participan los genes. Utilizar gamificación, video y películas relacionadas.
 3. Recursos visuales

4. Creo que es importante utilizar modelos visuales, simulaciones interactivas y animaciones que permitan ver los procesos moleculares. Además, el análisis de casos reales (como enfermedades genéticas, manipulación genética o clonación) ayuda a relacionar la teoría con la realidad.
5. Imágenes y videos
6. Realizar trabajos experimentales . O con ilustraciones
7. Diagramas, fichas, la construcción de un ADN p un cromosoma con sus partes, ,juegos interactivos , ejemplos cotidianos, etc todos los recursos visuales y didácticos son esenciales a la hora de enseñar no solo el concepto del gen sino todo lo relacionado con la enseñanza Biológica
8. Explicar el ADN como un manual de instrucciones y con analogías
9. Considero útil plantear el enfoque histórico y epistemológico, mostrando cómo fue cambiando la definición de gen; también utilizar representaciones visuales que permitan visualizar la transcripción, traducción y regulación génica. Y por último analizar casos reales, trabajar con ejemplos de enfermedades genéticas, estudios de ADN o proyectos como el Genoma Humano para vincular teoría y práctica.
10. Tecnología, simuladores, experimentación, videos
11. Considero que lo tangible y observable es importante para su entendimiento, a través de maquetas o representaciones .También el uso de analogías.
12. Utilizando la variabilidad de esos genes para aplicarlo en situaciones problemáticas
13. Estrategias lúdicas o representativas
 - ¿Querés agregar algún comentario o reflexión sobre cómo aprendiste el concepto de gen o cómo lo enseñarías?
1. Para estudiar sobre genes hice flashcards o tarjetas de estudio para ayudar a memorizar mejor conceptos. Si tuviera que enseñarlo ahora, usaría alguna página para hacer juegos. Primero daría una clase expositiva y luego haría que los alumnos jueguen un juego de manera virtual con preguntas, imágenes y afirmaciones sobre el concepto de gen y todo lo relacionado a él.
2. Lo enseñaría con la teoría y luego las estrategias y herramientas mencionadas anteriormente.

3. Mediante videos e imágenes
4. Aprendí el concepto de gen entendiendo primero su función como unidad básica de herencia, tal como la planteó Mendel, y luego ampliando esa idea con la biología molecular, que explica cómo los genes se expresan y regulan dentro de la célula. Comprendí que todas las células tienen el mismo ADN, pero no todos los genes se expresan al mismo tiempo, lo que permite la diferenciación celular y la existencia de distintos tipos de tejidos.
5. Si tuviera que enseñarlo, buscaría que los alumnos comprendan esta relación entre genotipo y fenotipo, y cómo los procesos de expresión y regulación génica explican la diversidad biológica. Usaría ejemplos concretos y recursos visuales para mostrar que el gen no es algo fijo, sino parte de un sistema dinámico que define las características de los organismos.
6. No
7. Si tuviera que enseñarlo, trataría de mostrar cómo fue cambiando desde Mendel hasta la biología molecular y la genómica actual. Usaría recursos visuales, ejemplos cotidianos y actividades prácticas que ayuden a los estudiantes a construir el concepto progresivamente, relacionando la información genética con sus implicancias éticas y sociales.
8. Para estudiantes de secundaria es fundamental la experimentación, la utilización de videos y simuladores, al ser un concepto abstracto, es más difícil de comprender
9. Logré entender muchos aspectos sobre este tema gracias a una gran profe que nos enseñó el contenido clase a clase(2do año, mil diapositivas con todo el contenido conceptual del libro). Pero cuando nos evaluó, lo hizo de manera aplicativa (ese contenido lo usábamos para resolver situaciones problemáticas) y casi muero, cuando estudié para el recuperatorio fue un antes y un después, porque me di cuenta que fue una de las primeras veces que aprendí de verdad, aplicando TODO ese contenido que estuvimos viendo. Y que se resume a algo súper básico (lo que enseñamos en biología) pero tiene todo un detrás de contenido súper complejo y problemático a nivel celular

