

La composición del ADN en los seres vivos desde una perspectiva fenomenológica*

The Composition and Structure of DNA in Living Beings from a Phenomenological Perspective

Wilson Darío Salazar-Pérez** 
Nicolás Jaramillo-Angarita*** 

Cómo citar este artículo:

Salazar-Pérez, W. D. y Jaramillo-Angarita, N. (2023). La composición del ADN en los seres vivos desde una perspectiva fenomenológica. *Pre-Impresos Estudiantes*, (24), 6-11.

Resumen

El objetivo de la presente investigación consistió en diseñar e implementar una propuesta experimental que contribuyera a ampliar y organizar la experiencia sobre la composición química y estructura del material hereditario. Para ello se propusieron tres momentos: 1) una revisión y análisis histórico-crítico para identificar cómo se abordaron los desarrollos experimentales que condujeron a relacionar la transferencia de información hereditaria con un material de carácter químico; 2) construcción de una propuesta experimental, y 3) la implementación. Los resultados fueron interpretados cualitativamente, lo que permitió analizar las construcciones del discurso y evidenciar la importancia de implementar actividades en el aula que contribuyeran a que los sujetos se cuestionen, reflexionen, construyan explicaciones y formalizaciones de un material extraído de la célula.

Palabras clave: fenomenología; material hereditario; propuesta experimental; formalizaciones; conceptualización; experiencia

Abstract

The objective of this research was to design and implement an experimental proposal that would contribute to expand and organize the understanding of the chemical composition and structure of hereditary material. For this reason, three phases were proposed: the first involved a historical-critical review and analysis to identify how experimental developments led to the association of hereditary information transfer with a chemical material; the second phase consisted of constructing the experimental proposal; and the third phase entailed its implementation. The results were interpreted qualitatively, which allowed for an analysis of the discourse constructions.

Keywords: phenomenology; hereditary material; experimental proposal; formalizations; conceptualization; experience

* Este trabajo es construido en el marco del trabajo de grado para la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, “La composición y estructura del ADN en los seres vivos desde una perspectiva fenomenológica” (2022), asesorado por Sandra Sandoval, Francisco Malagón y Juan Aldana.

** Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales, licenciado en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Interés en el diseño, desarrollo e implementación de propuestas para la enseñanza y aprendizaje de la biología celular, molecular, genética y biotecnología. wdsalazarp@UPN.edu.co.

*** Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales y licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Especialista en Análisis Químico e Instrumental de la Pontificia Universidad Javeriana. Ha participado en diversos cursos relacionados con la educación y la manipulación segura de sustancias químicas, lo que respalda su interés en el diseño, desarrollo e implementación de estrategias educativas en biología y química. njaramilloa@UPN.edu.co

Introducción

Con el propósito de que los sujetos involucrados en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias reflexionen sobre la química del material hereditario, se diseñaron e implementaron unas actividades experimentales como parte de la formalización y construcción de conocimientos científicos en la clase de ciencias (Malagon *et al.*, 2013), para enriquecer, ampliar y organizar las experiencias. En este sentido, se generaron espacios para debatir y cuestionar el fenómeno de la química del material hereditario como un campo de conocimiento que se puede estudiar con el aporte de los problemas y experimentos que se encuentran documentados en diferentes memorias de científicos como Miescher, Kossel, Levene, Avery, Hershey y Chase, Franklin, Watson y Crick, para así analizar los supuestos conceptuales que han desarrollado, y generar comprensiones, dudas y explicaciones propias (Salazar y Jaramillo, 2022).

Comienza el desafío: Análisis del problema y sus implicaciones

Desde nuestra experiencia, las prácticas docentes que generalmente abordamos en las aulas de clase para la enseñanza del ADN son a partir del enfoque tradicional respecto a la transmisión de los rasgos hereditarios. Presentamos explicaciones, ejemplos y ejercicios según las perspectivas mendelianas y la genética molecular. También, implementamos laboratorios para verificar las teorías. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no abordamos las visiones y perspectivas históricas sobre la construcción de la química del material hereditario, las preguntas planteadas por los científicos o las concepciones de los estudiantes (Salazar y Jaramillo, 2022).

Estas estrategias de enseñanza siguen un enfoque pedagógico tradicional, ya que se enseña contenidos que a menudo están arraigados en algunos currículos oficiales por tra-

dición. “En este sentido, la didáctica solamente se ocuparía del cómo enseñar, dejando de lado la pregunta ¿qué enseñar?” (Izquierdo, 2008, citado en Salazar y Jaramillo, 2022, p. 9).

En la línea de lo planteado por Ayuso y Banet (2002), es necesario que los docentes proporcionen a los educandos oportunidades y experiencias para reflexionar y cuestionar el fenómeno de la química del material hereditario. Esto lleva a cuestionarnos: ¿Cómo enriquecer, ampliar y organizar las experiencias desde el diseño de una propuesta experimental que les permita a los sujetos pensar la química del material hereditario? (Salazar y Jaramillo, 2022).

Diseño de la propuesta experimental

Para el diseño de la propuesta, se utilizó la metodología cualitativa planteada por Moreira (2002). Se centró en la construcción social de la realidad aceptada y en el análisis e interpretación con instrumentos diseñados por el docente, que sirven para reconocer las interpretaciones de los actores del proceso de enseñanza/aprendizaje. No se establece un dualismo entre el investigador y el objeto a estudiar, sino que se busca que el maestro profundice en las comprensiones acerca del fenómeno de la química del material hereditario. A su vez, esto permite construir elementos desde el análisis de los supuestos experimentales y conceptuales de los científicos que realizaron aportes, y así, diseñar e implementar una propuesta experimental que enriquezca y estructure la experiencia de los estudiantes (Sandoval *et al.*, 2018).

Producción discursiva

Mediante el desarrollo del análisis histórico-crítico, se ha podido concluir que los distintos científicos, dependiendo de la época y el contexto en el que trabajaron, manifestaron intereses, problemáticas, técnicas, instrumentos y preguntas

diferentes sobre la química del material hereditario. Esto llevó a que algunas explicaciones ofrecidas convergieran o divergieran.

Por ejemplo, se identificó que antes del siglo xx, el gen era concebido como un concepto abstracto, sin una entidad propia, sin volumen y sin masa. Fue solo hasta inicios del siglo xx, con el desarrollo de nuevas técnicas de microscopía y cristalografía de rayos X que se empezó a considerar al gen como una entidad factual, como señaló Jacob (1970). Esto implicó que la transmisión de caracteres hereditarios requería la presencia de una sustancia en los cromosomas, la cual tenía la capacidad de replicarse con exactitud y de influir en las propiedades de los organismos, a través de su actividad (Watson y Crick, 1968).

Con este cambio de perspectiva, no bastaba con realizar observaciones de una serie de caracteres y medir la frecuencia con la que se expresaban, sino que se necesitó un diálogo entre la genética y la química para comprender la estructura que regula la herencia (Salazar y Jaramillo, 2022).

Así, surgió la necesidad de dotar a los cromosomas y los genes de un componente material, puesto que todo indicaba que la información que se heredaba residía en dichos cuerpos (Burgos y Hernández, 2016). En este contexto los estudios realizados por varios científicos fueron relevantes en la comprensión de la química del material hereditario.

Friedrich Miescher (1871), en su intensa búsqueda por conocer lo que genera el pus en las células, aisló una sustancia del núcleo utilizando hidrólisis ácidas, la cual denominó *nucleína*. A partir de las investigaciones de Miescher, Kossel, se cuestionó si el núcleo de la célula debía tener una función asociada a los procesos generales de la vida, por lo que desarrolló métodos de investigación sobre la composición y estructura de dicha sustancia (Kossel, 1910). Griffith identificó un principio transformador al inocular bacterias en ratones (Griffith, 1928); mientras que Avery, mediante tratamientos enzimáticos,

reconoció la composición de este principio transformador (Avery, 1943).

Hershey y Chase (1952), en su interés por estudiar la replicación de los virus, desarrollaron una técnica de isótopos radiactivos, con la cual marcaban una sustancia con un alto contenido de fósforo; así, observaron que esta era transferida a la progenie del virus y que tenía propiedades ácidas distintivas en comparación con las otras sustancias. Estos estudios permitieron establecer que esta sustancia era estructural como funcionalmente activa para determinar las actividades bioquímicas.

Por lo que se interpreta que no es suficiente utilizar técnicas biológicas para estudiar la química del material hereditario. También cobran relevancia algunas técnicas químicas y físicas, como por ejemplo la hidrólisis ácida y básica (Levene, 1917), la cromatografía, la identificación de sustancias químicas, mediante el tratamiento enzimático, isótopos radiactivos y cristalografía de rayos X (Franklin y Raymond, 1953). Estas técnicas son fundamentales para comprender la composición y estructura de dicho material y pueden ser utilizadas en propuestas experimentales en el aula.

En esta investigación, se efectuaron algunas prácticas con el propósito de ampliar y organizar la experiencia sobre la composición del material hereditario. Esto llevó a interpretar que el objeto de estudio podía ser analizado en tres niveles de observación, de acuerdo con Jacob (1970):

1. *Nivel macroscópico*, que hace referencia a las características físicas observables en los seres vivos.
2. *Nivel microscópico*, que busca identificar estructuras en común a nivel celular mediante la implementación de técnicas de microscopía y tinción.
3. *Nivel molecular*, que contribuye a aislar la nucleína con el uso de técnicas de hidrólisis básicas y ácidas como alcohol, éter y deter-

gente. También, se enfoca en identificar sustancias mediante pruebas químicas.

Además, la revisión histórica también contribuyó a definir las características que han hecho de la química del material hereditario un objeto de estudio. Esto ha posibilitado abordar algunas problemáticas en el aula como la materialidad de la herencia, su composición y estructura química. Esto, a su vez, permitió establecer criterios pedagógicos y didácticos para que los docentes y estudiantes problematizaran, pensarán, cuestionaran, formalizaran y construyeran explicaciones (Salazar y Jaramillo, 2022).

También, se reconoció que el desarrollo histórico es fundamental para el diseño de experiencias educativas, puesto que posibilita reflexionar, problematizar y enfatizar en la importancia de las dudas y preguntas que se generaron en este

proceso. Algunos de los cuestionamientos que surgieron como maestros y que sirvieron para orientar la construcción de la experiencia fueron: ¿Poseen los seres vivos características en común?, ¿qué se hereda y en dónde se encuentra ubicado?, ¿cuál es la composición de la sustancia relacionada con la herencia? (Salazar y Jaramillo, 2022).

Finalmente, se adoptaron algunos supuestos conceptuales para el diseño de experiencias. Por ejemplo, entender como docentes que la nucleína en su composición tiene fósforo y familiaridad con las técnicas utilizadas por Miescher para su aislamiento, resultó fundamental para plantear actividades que llevaran a pensar sobre la composición. Las fases abordadas durante la implementación se ilustran en la figura 1.

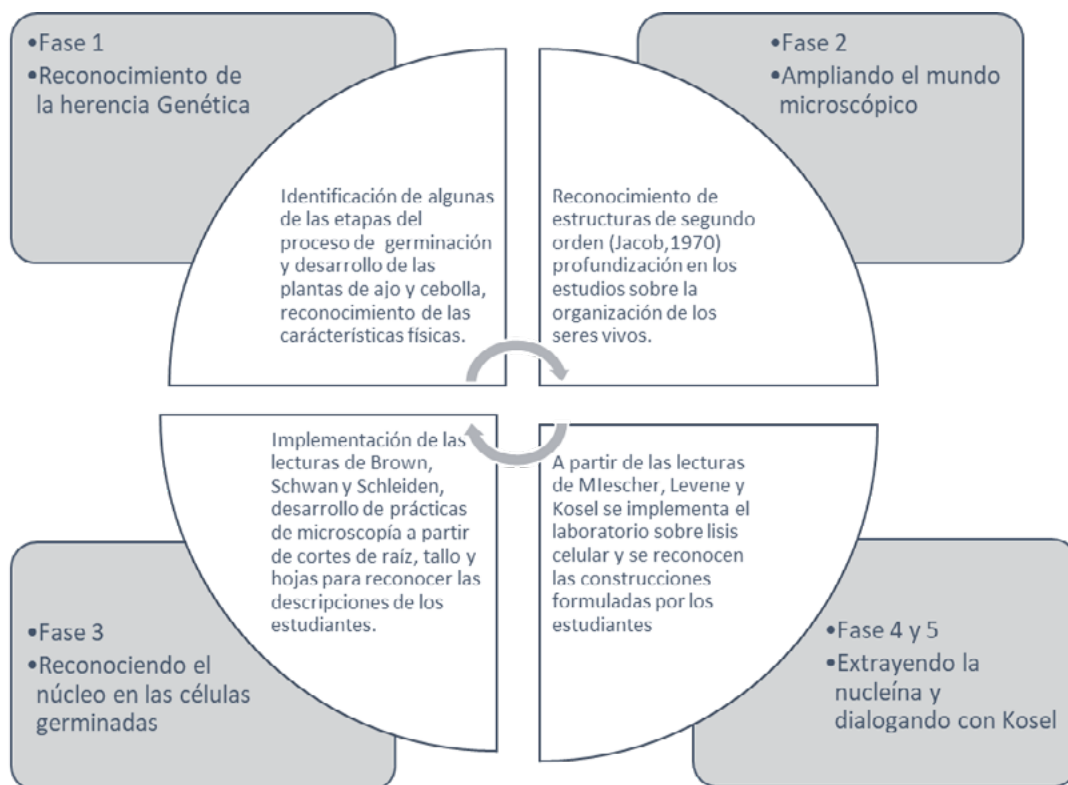


Figura 1. Fases de la propuesta experimental en el aula

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Como docentes, fue necesario analizar la construcción histórica de las teorías para comprender el desarrollo epistemológico y ontológico de los componentes de un material químico que a principios del siglo xx era considerado abstracto, y a finales, como una entidad concreta que posee una organización, estructura y es funcionalmente activo.

El análisis histórico-crítico de las teorías científicas permitió extraer criterios para el diseño de actividades experimentales, en donde los sujetos se cuestionaron y pensaron sobre la química del material hereditario, pues durante la experimentación ellos no observaron ADN, sino que utilizaron sus conocimientos para hablar de la sustancia extraída, al hacer descripciones como: “parece leche condensada”, “su color es blanco”, “tiene textura lisa” y “su forma es similar a una hélice de ventilador”.

La evolución de las técnicas de extracción de ADN ha abarcado desde aislar deliberadamente hebras blancas, hasta construir sentidos y significados en un individuo sobre la composición química del material en el núcleo, por ejemplo, cuando algunos estudiantes empiezan a elaborar explicaciones sobre las regularidades en los seres vivos en los tres niveles, al afirmar que “la planta de cebolla y ajo tienen raíz, tallo y hoja y desarrollo similar”.

Referencias

- Avery, O., MacLeod, C. y McCarty, M. (1943). Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. *Journal of Medicine*, 2(79), 137-158.
- Ayuso, G. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, (20), 133-157.
- Burgos, J. y Hernández, S. (2016). *¿Por qué los hijos se parecen a los padres?: una mirada desde la herencia biológica*. Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. Universidad Pedagógica Nacional.
- Franklin, R. y Raymond, G. (1953). Configuración molecular en timonucleato de sodio. *Nature*, 171, 740,741.
- Griffith, F. (1928). The significance of pneumococcal types. *Journal of hygiene*, 2(27), 113-159.
- Hershey, A. D. y Chase, M. (1952). *Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage*. Department of Genetics. Carnegie Institution of Washington.
- Jacob, F. (1970). *La lógica de lo viviente*. Tusquets.
- Kossel, A. (1910). *La composición química del núcleo celular*. *Nobel Lecture*, December 12, 1910. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1910/kossel/lecture/>
- Levene, P. (1917). *The structure of yeast nucleic acid*. The Rockefeller Institute for Medical Research. New York City. 591,598.
- Malagón, J. F., Ayala M. M. y Sandoval, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización, un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Miescher, F. (1871). Über die chemische Zusammensetzung der Eiterzellen. *Medicinisch-Chemische Untersuchungen de Hoppe-Seyler* 4: 441-460.
- Moreira, M. (2002). *Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos*. Texto de apoyo n.º 14. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Salazar, W. y Jaramillo, N. (2022). *La composición y estructura del ADN en los seres vivos desde una perspectiva fenomenológica* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/>

bitstream/handle/20.500.12209/16812/
composici%C3%B3n%20y%20
estructura%20del%20ADN.
pdf?sequence=4&isAllowed=y

Sandoval, S.; Malagón, J. F.; Garzón, M.; Ayala, M.
M; Tarazona, L. (2018). *Una perspectiva feno-*

menológica para la enseñanza de las ciencias.
Universidad Pedagógica Nacional.

Watson, J. (1968) *La doble hélice. Un relato auto-
biográfico sobre la doble hélice del ADN.* Salvat
Editores.