

Propuesta educativa sobre epigenética desde los elementos de la teoría de contenidos planteada por izquierdo¹

Proposta educativa sobre epigenética desde os elementos da teoria de conteúdos levantada pela esquerda

Educational proposal on epigenetics from the elements of the content theory posed by izquierdo

Leidy Lorena Hinestrosa²

Resumen

La relevancia que tiene la construcción de una propuesta educativa en epigenética para educación secundaria desde la teoría de contenidos planteada por Izquierdo (2005), radica en que los centralismos que se suelen dar al abordar la herencia biológica en este nivel (Genética clásica o Segregacional y Genética Molecular morfología- fisiología de los ácidos nucleicos), desconocen que las dinámicas de la herencia no obedece solamente a leyes sino que también la interacción de los seres vivos con el ambiente puede afectarla. Tal es el caso de cómo la dieta, el estrés, el cautiverio, las adicciones pueden generar incidencias en el genoma de los parentales y de sus descendientes. A nivel metodológico se recurrió a un estudio cualitativo de tipo interpretativo, lo cual implicó dos fases: la revisión de la literatura en el abordaje de la genética en la escuela, identificando la ausencia de la relación entre las características fenotípicas, genotípicas y ambientales y de los elementos conceptuales e históricos que fundamentan el contenido epigenético. Finalmente se presenta a manera de ejemplificaciones algunas temáticas provocadoras en epigenética, planteando dos casos de interés alrededor de la impronta genética. Reafirmando así, que la epigenética debe considerarse como un elemento fundamental de la herencia biológica, configurándose como un conocimiento estructurante en la biología por cuanto involucra elementos celulares, orgánico, ecosistémico y evolutivos.

Palabras clave: Contenido Conceptual; Educativo; Epigenética; Genética; Secundaria.

¹ Esta propuesta es derivada de la Investigación Doctoral titulada: *Incidencia de una propuesta fundamentada desde Cuestiones SocioCientíficas en la construcción de explicaciones en epigenética en estudiantes de secundaria.*

² Universidad del Valle, Facultad de Educación y Pedagogía, Escuela de Educación en Ciencias, Tecnologías y Culturas (Colombia) leidy.hinestrosa@correounivalle.edu.co



Abstract

The relevance of the construction of an educational proposal in epigenetics for secondary education from the content theory proposed by Izquierdo (2005), lies in the fact that the centralisms that usually occur when addressing biological inheritance at this level (classical or Segregational Genetics and Molecular Genetics morphology-physiology of nucleic acids), are unaware that the dynamics of heredity not only obey laws but also the interaction of living beings with the environment can affect it. Such is the case of how diet, stress, captivity, addictions can generate incidences in the genome of parents and their descendants. At the methodological level, a qualitative study of an interpretive type was used, which involved two phases: the review of the literature on the approach to genetics at school, identifying the absence of a relationship between phenotypic, genotypic and environmental characteristics and the conceptual and historical elements that support the epigenetic content. Finally, some provocative themes in epigenetics are presented as exemplifications, raising two cases of interest around genetic imprinting. Thus reaffirming that epigenetics should be considered as a fundamental element of biological inheritance, configuring itself as a structuring knowledge in biology, since it involves cellular, organismic, ecosystemic and evolutionary elements.

Keywords: Conceptual Content; Educational; Epigenetics; Genetics; Secondary.

Introducción

Teniendo presente que la enseñanza tradicional en herencia biológica se ha generado desde centralismos y que la epigenética no es un contenido incluido en este nivel escolar. se han provocado la reducción de que la genética sea vista como la transmisión de información que los seres vivos heredan de sus progenitores y transfieren a sus descendientes, sin tener presente que las interacciones con el ambiente influyen en la expresión alélica de su propio genotipo y de las futuras generaciones (Bedregal, Shand, Santos, & Ventura-Juncá, 2010). La revisión de la literatura arroja que dentro de las dificultades que se presentan en el abordaje de la herencia biológica se destaca precisamente la ausencia de relaciones entre las características del fenotipo y genotípico con el ambiente, lo cual puede acrecentar una visión hermética de la genética.

Sin embargo, las reflexiones en epigenética en la escuela podrían generar un aporte efecto en la dimensión de la herencia biológica. Dado que ella involucra reflexiones que permiten



explicar que la herencia no responde a información hermética que se aloja en el núcleo de las células y solo es usada en los procesos de reproducción celular, sino que además los seres vivos y sus constantes experiencias o interacciones con el ambiente, generan marcas químicas que pueden alterar temporalmente el genoma. Por tanto, entender la epigenética podría permitir que los estudiantes desde sus niveles básicos comprendan que sus experiencias de vida pueden influir en sus genes y en el de sus futuros hijos y nietos; Esto podría involucrar en el aula elementos del razonamiento evolutivo (propios de la historia) como las hambrunas (holandesa, irlandesa, China); los campos de concentración y sus efectos en los genes de las poblaciones que padecieron y en las posteriores.

Metodológicamente se tuvieron en cuenta los cuatro elementos de la teoría de Izquierdo, concretando como propósito general *Diseñar una propuesta educativa sobre epigenética, donde se vean inmersos los elementos de la teoría de contenido de Izquierdo.*

Metodología

Se empleó un estudio cualitativo de tipo interpretativo, para el cual fue necesario realizar una revisión de literatura no solo sobre genética sino también sobre epigenética que respondiera a cada uno de los cuatro elementos de la teoría de contenidos de Izquierdo:

1. Objetivos: generales y específicos desde lo que se pretende con la propuesta de educativa
2. Núcleos Temáticos: los contenidos importantes en epigenética que se deben considerar en la propuesta.
3. Criterios para conectar con otros contenidos: visibilizar las relaciones en el contenido epigenético evidenciando los otros contenidos que son estructurantes.
4. Procesos de Justificación: cuales son las demandas históricas que presenta la epigenética y porque se requiere vincularla a la escuela secundaria

La convergencia entre estos elementos facilitó el diseño de la propuesta educativa que involucrara la epigenética en la escuela secundaria.

Resultados y Discusión

Desde las perspectivas de Izquierdo una teoría de contenido debe reflejar cinco elementos estructurantes los cuales se presentan a continuación:

Objetivo general: Construir una propuesta educativa sobre epigenética, presentando preguntas provocadoras que puedan utilizarse en el aula generen reflexión en la relación entre las características fenotípicas, genotípicas y ambientales.



Específico: Ejemplificar mediante dos casos el abordaje de la propuesta educativa sobre epigenética en impronta genética.

Núcleos Temáticos

Desde la representación de un mapa de conocimiento sobre Epigenética Considerando este como una estrategia que permite visualizar la naturaleza del contenido, ordenar y organizar los conceptos y entender las relaciones entre los mismos (Arenas, 2005).

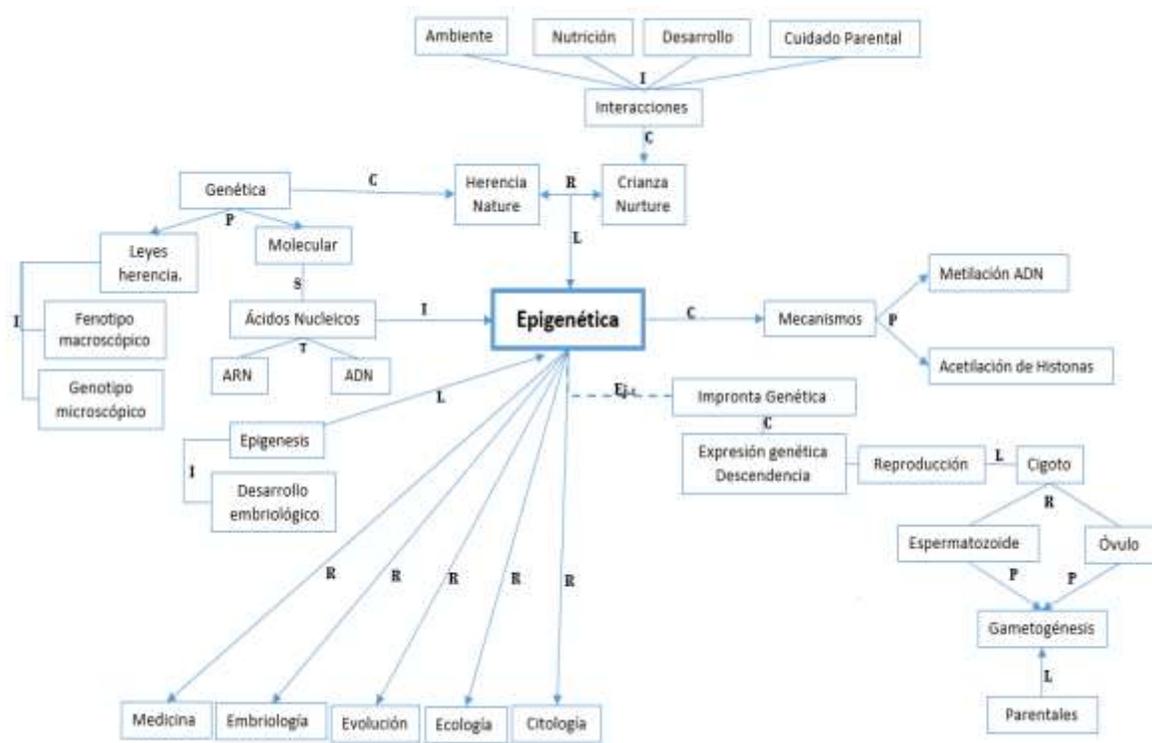


Figura 1 Mapa de conocimiento sobre epigenética; convenciones I: Influencia; S: Sustenta; L: Lleva a; T: Tipo; P: Parte; C: Característica; R: Relación; Ej.: Ejemplo.

Criterios Para conectar con otros contenidos.

Este elemento se establecerá a partir del análisis del mapa de conocimiento sobre epigenética anteriormente evidenciado en la *Figura 1*, teniendo en cuenta que para la construcción del mismo fue indispensable revisar y considerar elementos históricos con respecto a este contenido estructurante, lo cual a su vez facilito la relación de conceptos que aportara a la comprensión del mismo. Inicialmente se presentara el termino epignésis el cual es considerado como el antecesor o el que llevo (L) epigenética. Aristóteles lo definió

como el método del desarrollo de los embriones; según sus planteamientos en uno de los gametos (espermatozoide) se encontraban en miniatura las estructuras esenciales que conforman la corporalidad de un organismo y el óvulo era concebido como el elemento requerido para su conformación. La epigenética fue descrita por el biólogo de desarrollo Conrad Hal Waddington en 1939, el cual presentaba el interés de integrar los aspectos genéticos, embriológicos y evolutivos. Dentro de sus investigaciones encontró que existen cambios en el desarrollo de los organismos que no pueden ser explicados por la genética dado que ella se centra en lo que es transmitido a futuras generación a partir de los genes y se encuentra en el ADN y los resultados de sus investigaciones evidenciaban que el desarrollo se determinaba por las interacciones entre los genes y el ambiente. Por tanto la epigenética no sigue ningún tipo de leyes de la herencia y científicamente en ella se han encontrado explicaciones alrededor de todos aquellos fenómenos que no se heredan de manera mendeliana.

Así mismo, la genética concebida como el estudio de la herencia biológica *parte (P)* de las leyes segregaciones o leyes de Mendel y de la genética molecular la cual se *sustenta (S)* en la morfología y fisiología de los ácidos nucleicos, los cuales son de dos *tipos (T)* el ARN (Ácido Ribonucleico) y el ADN (Ácido Desoxirribonucleico); desde donde se generan los elementos para entender la *influencia (I)* entre el genotipo (características microscópicas) y su expresión fenotípica (características macroscópicas). En este sentido, la genética y la epigenética permiten sostener una de las controversias más relevantes del pasado y del presente siglo el debate Nature Vs Nurture (Herencia Vs Crianza), el cual innegablemente es el centro de interés de la epigenética dado que considerar esta *relación (R)* implica reconocer que existe una *influencia* en el genoma determinada por los factores ambientales.

La activación o desactivación de dicha información se *caracteriza (C)*, por involucrar dos mecanismos, los cuales se fundamentan en añadir marcas químicas a la estructura del ADN (Metilación) o a la histonas (Acetilación). El primer mecanismo, consiste en añadir un grupo metilo a las bases nitrogenadas de la citosina lo que impide que se unan proteínas que lean los genes de esa zona, inactivando la lectura de esos genes. Mientras que la acetilación es un mecanismo en donde el grupo acetilo se ubica en la histona (proteína que envuelve la hebra de ADN). Por tanto, dentro de los múltiples *Ejemplos (Ej.)* con los que se puede explicar la epigenética, se toma lo relacionado con la *impronta genética*, la cual es considerada como la expresión diferencial de los alelos dependientes de su procedencia parental, en el desarrollo embrionario hay genes que son acetilados o metilados según su origen parental, en este sentido cuando el ADN de un macho y una hembra se combinan, la impronta determina las cualidades que tendrá el descendiente.

Por último, el objeto de estudio de la epigenética se relaciona con los campos de la medicina, embriología, evolución- biología evolutiva, ecología y citología -biología celular.



Por tanto, aunque la epigenética es un término antiguo que data desde los años 40 solo desde el 2003 se han presentado los avances considerables en este campo biológico. Se debe tener presente que los planteamientos que componen este elemento de la teoría de conocimiento se tomaron a partir los aportes de: De la Peña & Vargas, (2018); De Rosnay (2019) y Sánchez, Zazueta-Novoa, Mendoza-Macías, Rangel-Serrano, & Padilla-Vaca, (2008).

Procesos de Justificación

Las dificultades que presenta el estudio de la genética en la escuela secundaria, apunta que esta, se reduce a la transmisión de información que los seres vivos heredan de sus progenitores y transfieren a sus descendientes, sin tener presente que los hábitos, decisiones y experiencias influyen en la expresión alélica de su propio genotipo y de las futuras generaciones. Entonces, la relación entre las características genotípicas y ambientales no solo influye en la determinación del fenotipo desde el momento de la concepción sino que también puede estar supeditada al desarrollo del individuo durante su vida, el estudio de estas relaciones fundamenta la epigenética y su abordaje es indispensable para lograr la comprensión de la herencia biológica (Bedregal, Shand, Santos, & Ventura-Juncá, 2010).

Recogiendo lo planteado, se considera indispensable realizar una propuesta de enseñanza donde se pueda abordar las relaciones que presenta la epigenética en el proceso de enseñanza de la genética, con lo cual se busca que el estudiante se apropie de los asuntos relacionados con la estructura y la noción de los genes desde el impacto de los estímulos ambientales que se presentan en los seres vivos (Juvenal, 2014). Y de esta manera se rompa con el paradigma de que la transmisión o la herencia de la información biológica es de naturaleza estática y hermética, lo que implicaría que solo se conjuga en el momento de la fecundación y que determina gran parte de la dinámica vital del individuo, sin que este la pueda alterar (Gonzales-Ruiz, 2021).

Propuesta Educativa en Epigenética

Este elemento se evidencia dos momentos en el primero se presentaran unas preguntas provocadoras para aborda epigenetica en el aula de clase y el segundo son evidenciar dos casos en la denominada *impronta genética*.



Tabla 1: *¿Qué cuestiones se pueden abordar en el aula que involucren la epigenética?*

Preguntas provocadoras para discutir en el aula involucrando la epigenética	Elementos epigenéticos sugeridos en el abordaje		
	Importa Genética	Mecanismos	Relación Genes ambiente
¿Es responsabilidad solo de la mujer durante el periodo de gestación, llevar una dieta saludable y abstenerse del consumo de sustancias tóxicas, para no generar implicaciones en sus hijos?	X	X	X
¿Debe la concepción tradicional ser la única posibilidad para la generación de embriones humanos o es posible ampararse en la fecundación in vitro como alternativa reproductiva?	X	X	X
¿Es válido considerar los síndromes de origen epigenético como el de Prader-Willi o Angelman, como causal de un aborto voluntario y legal?	X	X	
¿Pueden las empresas con labores relacionadas con el manejo de sustancias químicas, tóxicas o radioactivas, prescindir de vincular mujeres en edad reproductiva por implicaciones epigenéticas que se puedan presentar en su descendencia?		X	X
¿El proceso reproductivo entre organismos de distintas especies (hibridación), promovido por el hombre, puede considerarse como maltrato animal?	X	X	X

Ejemplos: Casos para abordar la epigenética en el aula



Caso 1: Impronta Genética

Se viene presentando en algunos zoológicos del mundo el siguiente hecho, el apareamiento entre felinos de diferentes especies, se cree que este comportamiento se debe al cautiverio al que están sometidos los individuos. Sin embargo lo que más ha generado controversia es en la comunidad es la expresión diferencial del fenotipo de los descendientes a partir de la procedencia parental

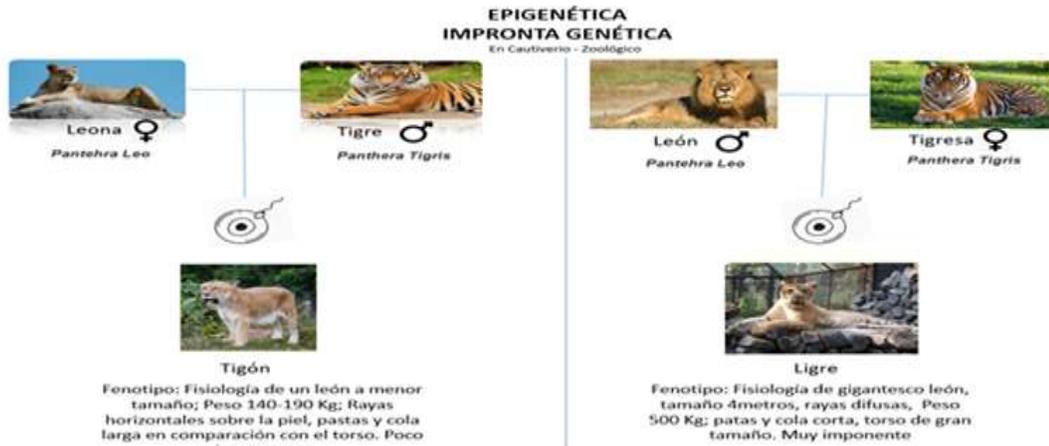


Figura 2 Caso impronta genética en felinos. Elaboración propia

Según el anterior caso reflexionemos a partir del siguiente cuestionamiento:

¿Por qué el sexo del progenitor (macho y hembra) entre leones y tigres influye en la expresión fenotípica de los descendientes híbridos (Tigón y Ligre)?.

Figura 2 El Tigón y Ligre un caso para abordar la Epigenética.



Caso 2: Impronta Genética

Juana y Francisco son una pareja solida y están considerando ser padres sin embargo decidieron realizarse un cariotipo (estudio de los cromosomas) al recibirlo encontraron que tanto Juana como Francisco extrañamente presentan una pequeña anomalía en el cromosoma 15. El genetista las explica los síndromes que puede causar la herencia de esta anomalía.

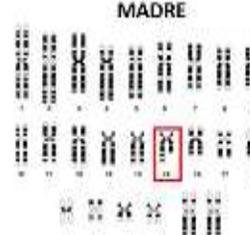
Implicaciones del perder un trozo del cromosoma 15



Síndrome Prader-Willi (SPW)



Fenotipo: individuos con fuerte tendencia a la obesidad, amplio apetito, dificultad para perder peso, metabolismo lento y retraso mental leve



Síndrome de Angelman (SA)



Fenotipo: Individuos que presentan un elevado retraso mental y en el desarrollo del idioma, en su vida llegan a aprender máximo un promedio de 5 palabras.

¿Esta situación debe desalentar a Juana y Francisco de ser padres biológicos?; ¿Existen tratamientos para estos síndromes?; ¿Se compromete la calidad de vida del individuo con cualquiera de estos síndromes?; ¿En caso de un embarazo que decisión deberían tomar?



Figura 3. Síndromes de Angelman y Prader-Willi, caso de epigenética

Conclusiones

Entender la relevancia que presenta la epigenética como contenido estructurante en los procesos educativos de la herencia biológica en la educación secundaria; evitaría que los estudiantes construyan planteamientos alejados del conocimiento genético, los cuales suelen estar influenciados por la información que manipulan en medios digitales y la falta de competencias para manejarla. Así que, en esta propuesta desde los elementos de la teoría de contenidos, resultado de gran importancia inculcar los fundamentos epigenéticos a los procesos genéticos, y de esta manera descentralizar la enseñanza de los procesos de segregación o genética clásica y de la genética molecular parcializada en la morfología y fisiología de los ácidos nucleicos; además, de incluir las dimensiones genómicas necesarias

para facilitar la comprensión de la influencia del ambiente en el individuo en su expresión alélica y los comportamientos o elecciones individuales en la transmisión de la información a los descendientes

Así mismo, involucrarla en un plan de estudio es un proceso novedoso dado que las reflexiones alrededor de la epigenética son propias del campo de la medicina principalmente, pero el mapa de conocimientos elaborado demuestra que su relación con otros contenidos como la biología celular, la evolución, la dinámica poblacional, la embriología entre otros, puede ocasionar que los estudiantes los comprendan con mayor facilidad al entender que la expresión del genoma tiene implicaciones con el ambiente y no necesariamente desde el concepto de mutaciones.

Referencias

Arenas, A. C. (2005). *Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento*. Coop. Editorial Magisterio.

Bedregal, P., Shand, B., Santos, M. J., & Ventura-Juncá, P. (2010). Aportes de la epigenética en la comprensión del desarrollo del ser humano. *Revista médica de Chile*, 138(3), 366-372.

Bugallo Rodríguez, Á. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 379-385.

De la Peña, C., & Vargas, V. M. L. (2018). *De la genética a la epigenética: La herencia que no está en los genes*. Fondo de Cultura Económica.

De Rosnay, J. (2019). *Epigenética: la ciencia que cambiará tu vida*. Editorial Ariel.

González, C. R., López-Banet, L., & Fernández, E. A. (2021). Conocimientos y valoraciones de estudiantes de bachillerato sobre la utilización de aplicaciones biotecnológicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1102-1102.

Izquierdo i Aymerich, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.

Juvenal, G. J. (2014). Epigenética: vieja palabra, nuevos conceptos. *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, 51(2), 66-74.



XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

"Aproximaciones a las problemáticas y
necesidades de la región"

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 2091-2101. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

Sánchez, K. L. M., Zazueta-Novoa, V., Mendoza-Macías, C. L., Rangel-Serrano, Á., & Padilla-Vaca, F. (2008). Epigenética, más allá de la Genética. *Acta Universitaria*, 18(1), 50-56.

