

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA
EPIGENÉTICA A NIVEL ESCOLAR.

MARÍA ISABEL OTÁLORA FAJARDO

2018110059

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ, D.C.

2023

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA
EPIGENÉTICA A NIVEL ESCOLAR.

María Isabel Otálora Fajardo

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciado (a) en Biología.

Directora:

Silvia Gómez Daza M.Sc

Línea de investigación:

Biotecnología, Biodiversidad y Conservación

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

Bogotá, D.C.

2023

Dedico este trabajo principalmente a mi madre por ser el pilar en mi vida y ejemplo, por demostrarme siempre el amor y cariño incondicional, a mi padre y mis hermanos por cuidar de mi en cada momento de mi vida.

Agradecimientos.

A mi familia por darme la motivación de ser mejor persona y profesional cada día, a Lana por ser mi compañera fiel durante los días y noches de escritura, a mi abuela, que desde el cielo eres esa luz que me daba fuerzas para continuar.

A mis amigos por el apoyo constante, la compañía y sus palabras de aliento cuando los necesitaba.

A la universidad pedagógica Nacional, por formarme como maestra y como persona.

A mi tutor la profesora Silvia, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada.

Índice.

Introducción.....	8
1.Planteamiento problema	8
2. Justificación.....	10
3. Objetivos.....	11
4. Antecedentes.....	11
4.1. Enseñanza de la epigenética	12
4.2 Unidad didáctica para la enseñanza de conceptos biológicos.....	16
5. Marco de referencia	21
5.1 El ácido desoxirribonucleico (El DNA): como material genético	21
5.2 Epigenética	24
5.2.1 Mecanismos moleculares de la epigenética	24
5.2.1.1. Metilación del ADN:	25
5.2.1.2. RNA de interferencia.....	25
5.2.1.3. Las modificaciones epigenéticas de las histonas:	26
5.2.3. El impacto de la epigenética.	26
5.2.3.1 La epigenética y enfermedad.....	26
5.2.3.2 Epigenética y Nutrición	27
5.2.3.3 Epigenética y desarrollo embrionario	27
5.2.3.4 Epigenética y niños probeta	28
5.2.3.5. Epigenética y alimentación.....	29
5.2.3.6 Epigenética: Temperatura- Cambio de sexo.....	29
5.2.3.7 Proyecciones de la epigenética.....	30
5.3. Unidad didáctica.....	30
5.3.1 Tipos de unidades didácticas.....	31
5.3.2 Criterios de organización de una unidad didáctica	31
5.3.2.1 Criterios para la definición o finalidades/ objetivos.	31
5.3.2.2 Selección de contenidos.....	32
5.3.2.3 Organizar y secuenciar los contenidos	32
5.3.2.4 Selección y secuenciación de actividades.....	32
5.3.2.5 Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación.....	33
5.4 Habilidades para desarrollar en el aula.....	34
6. Metodología.....	35

6.1 Paradigma y enfoque.....	35
6.2 instrumentos y técnicas para la recolección de información.....	36
6.3 Contextualización de la institución educativa y población de estudio.	36
6.4 Diseño metodológico.....	37
7. Resultados y análisis	39
7.2 Fase de diseño de la propuesta de unidad didáctica:.....	42
7.3 Fase de validación preliminar y ajuste	46
8. Conclusiones.....	49
9. Recomendaciones	50
10. Bibliografía:.....	53

Lista de imágenes

Imagen 1: . Niveles de compactación	21
Imagen 2: Dogma central de la biología molecular y sus modificaciones.....	22
Imagen 3: Ambiente intrauterino dirige la programación fetal que ante los cambios en el ambiente originan enfermedades en el adulto	27
Imagen 4: Esquema de fases metodológicas del proyecto de investigación	36
Imagen 5: Módulo 1, protocolo unidad docente, generalidades del DNA	42
Imagen 6: Módulo 1, contenidos generalidades del DNA	43
Imagen 7: Módulo 2, mecanismos moleculares Actividad de aplicación con código QR.	44
Imagen 8: Módulo 3, impactos de la epigenética, actividad de exploración.....	45

Lista de Anexos

Anexo 1: Encuesta de validación

Anexo : Enlace de la unidad didáctica diseñada: <https://heyzine.com/flip-book/6fdb401e80.html>

Introducción.

En el presente trabajo de grado se presenta una propuesta de diseño de una unidad didáctica como alternativa para complementar temáticas de genética, específicamente epigenética de manera diferente empleando ejemplos cotidianos y de esa forma ampliar los conocimientos en esta área del conocimiento; además de desarrollar múltiples habilidades como observar, comprender, describir, relacionar, analizar y argumentar entre otras.

La unidad didáctica está dirigida para estudiantes de grado décimo del colegio Cafam, sin embargo, se puede utilizar para los grados octavo y once según el criterio del docente. Este trabajo se elaboró desde un enfoque cualitativo, bajo el paradigma hermenéutico interpretativo y cuenta con tres etapas de investigación: contextualización, estructuración y diseño de la propuesta y validación preliminar. El diseño se realizó bajo el modelo constructivista, que permite el fortalecimiento de los procesos de enseñanza mediante la creación de ambientes que favorecen a la participación activa del estudiante.

La unidad cuenta con dos apartados el primero va dirigido al docente donde se encuentra Información general, relación de las temáticas con el programa de biología del colegio Cafam, enfoque pedagógico, esquema de aprendizaje y su proceso, modalidad de evaluación, habilidades a desarrollar, objetivos de cada módulo con su respectiva programación, los contenidos a trabajar y esquema general. Y el segundo apartado para el estudiante en donde se presentan: esquemas de aprendizaje, objetivos, marco de referencia, sabias qué, datos curiosos, actividades (exploración, estructuración y aplicación) y la bibliografía.

1.Planteamiento problema

Tradicionalmente cuando se enseña genética se hace referencia a las características que portan los genes que al expresarse se evidencian en el fenotipo; sin embargo, poco se problematiza sobre cómo influye el ambiente, la nutrición o el uso de sustancias psicoactivas en la expresión de los genes dándole entonces poca relevancia a la epigenética. Todo esto parece confirmar, la falta de profundización y explicación sobre la plasticidad del genoma en la educación de básica secundaria en las clases de ciencias Zudaire (2016).

A esto se le añade, que en los Estándares Básicos de Competencias del MEN no son claras las directrices respecto a la enseñanza de la epigenética sumado a esto, Cárdenas (2016) menciona que cuando las temáticas son muy abstractas para el nivel escolar del estudiante se encuentran dificultades en el desarrollo del análisis de cómo funcionan los procesos biológicos y que importancia e implicaciones tienen en la sociedad; aun es más, es común encontrar que sólo la mención de los conceptos sin darles un contexto amplio y general se vuelve un problema de comprensión para el estudiante no logrando un aprendizaje significativo. En este sentido se hace necesario incluir en los currículos escolares de secundaria los temas relacionados con la epigenética, así como lo afirma Zudaire (2016) *“Consideramos que su introducción en la enseñanza secundaria es posible, siendo su presencia muy necesaria por su importante papel en la salud y el comportamiento humano.”* (p.2)

Para el docente también implica una dificultad debido a que se requieren estrategias que permitan ampliar el panorama sobre la enseñanza de la epigenética y diseñar recursos educativos para el momento de trabajar el tema en el aula para que el estudiante pueda relacionar los conocimientos construidos y enlazarlos con su vida diaria, incentivándolos a ser individuos críticos con capacidad de hacer análisis y problematizar frente a las diversas situaciones que se encuentran en el campo de la educación y las ciencias; pues aunque existen trabajos sobre la didáctica de las ciencias y la enseñanza de la genética hay pocas investigaciones sobre la enseñanza e implementación de temas de epigenética (Camargo y López 2020).

Por lo anterior la pregunta problema que orienta esta investigación es

¿Como a través de una unidad didáctica se puede contribuir a la enseñanza de la epigenética a nivel escolar?

2. Justificación

La carente limitación que existe a la hora de poder enseñar temas de la herencia biológica ha provocado que sea simplista y de poca relevancia en los currículos académicos, si bien en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004) existen algunas directrices para el área de biología, no se menciona la epigenética como otro factor de la herencia (Ramírez, 2017).

El presente trabajo se centra en la enseñanza de la epigenética en diferentes organismos por su papel en la salud, desarrollo de enfermedades y el comportamiento en los seres vivos debido a que existen pocas investigaciones que se centren en la enseñanza de esta temática tan importante por su influencia sobre la expresión de los genes. En este trabajo se presentan ejemplos concretos del impacto de los factores externos al individuo como la alimentación, sustancias tóxicas, los hábitos alimenticios, el estilo de vida y el estrés que pueden traer consecuencias no solo para el organismo sino a su descendencia. Para ello se incluye temáticas como: DNA, generalidades del DNA y epigenética (definición, mecanismos moleculares, las implicaciones), esto con el fin de contextualizar a los estudiantes en el tema.

Con esta propuesta educativa de manera diferente y con ejemplos cotidianos se aporta al campo de la didáctica de la genética, específicamente en la epigenética debido a que existen pocas investigaciones en esta área (Camargo y López 2020). Por lo anterior, se diseñó una unidad didáctica para los estudiantes de décimo grado del colegio Cafam con la intención de que se integren saberes científicos al nivel escolar, y de esta manera los alumnos amplíen su bagaje sobre los factores que influyen en la expresión del fenotipo, un contenido biológico importante para trabajarlo en la escuela.

Para ello se plantearán diversas actividades entre las que se incluyen el estudio de casos,

los cuales aportaran en el análisis y problematización de las cuestiones biológicas y científicas de la sociedad y de esta manera contribuir al desarrollo del pensamiento crítico para lograr identificar como la epigenética actúa de manera directa en los organismos, asimismo evidenciar el impacto en cuanto al ambiente, comida, tabaco; en otras palabras como todos estos factores influyen en la expresión de sus genes (García et al 2013)

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Generar una propuesta de unidad didáctica que permita la enseñanza de la epigenética a los estudiantes del colegio Cafam.

3.2. Objetivo Específicos

3.2.1 Identificar elementos conceptuales y metodológicos para la construcción la unidad didáctica.

3.2.2 Elaborar una propuesta educativa que posibilite la enseñanza de la epigenética a través de diversas actividades.

3.2.3 Evaluar de manera preliminar la pertinencia y viabilidad de la unidad didáctica diseñada

4. Antecedentes

A continuación, se presentan diferentes artículos, trabajos de pre y postgrado a nivel local, nacional e internacional los cuales mostrarán los trabajos relacionados a la enseñanza de la epigenética y unidades didácticas para la enseñanza de conceptos biológicos.

4.1. Enseñanza de la epigenética

Hinestrosa (2022), en su trabajo de investigación titulado “Propuesta educativa sobre epigenética desde los elementos de la teoría de contenidos planteada por izquierdo” tuvo como objetivo construir una propuesta educativa sobre epigenética, presentando preguntas provocadoras que puedan utilizarse en el aula y que generen reflexión en la relación entre las características fenotípicas, genotípicas y ambientales. Como metodología empleó un estudio cualitativo de tipo interpretativo, para el cual fue necesario realizar una revisión de literatura sobre genética y epigenética. Los resultados los presenta con dos momentos, en el primero presenta unas preguntas provocadoras para abordar epigenética en el aula de clase y en el segundo muestra dos casos de impronta genética por medio de ejemplos de híbridos y cariotipos.

Entre las conclusiones menciona que es importante entender la relevancia que presenta la epigenética como contenido estructurante en los procesos educativos de la herencia biológica en la educación secundaria puesto que evitaría que los estudiantes construyan planteamientos alejados del conocimiento genético. Así como también desde los elementos de la teoría de contenidos al inculcar los fundamentos epigenéticos a los procesos genéticos se descentraliza la enseñanza de los procesos de segregación o genética clásica.

Esta investigación aporta a la investigación ya que da elementos significativos a cerca del porque la epigenética debería incluirse en los currículos de la educación secundaria pues afirma que la epigenética está presente en muchos aspectos además de su relación con otros contenidos como la biología celular, la evolución, la dinámica poblacional, la embriología entre otros; y al llevarla a la escuela 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.

Camargo y López (2020) en su investigación “La epigenética como problema de conocimiento” abordan el tema de la epigenética para identificar aspectos que permitan constituirlo como problema de conocimiento para la enseñanza de la biología en el grado noveno de básica secundaria. Teniendo como objetivo analizar el desarrollo histórico conceptual de la epigenética como problema de conocimiento de la biología y su enseñanza

en la escuela. La metodología empleada presenta varias etapas, en la primera hacen la búsqueda de información que posibilite el análisis del desarrollo histórico de la epigenética. Para los autores el núcleo de la presente investigación lo constituye inicialmente la epigenética, sin embargo, al realizar una primera revisión de antecedentes se detectan las relaciones con la embriología, la genética y la evolución, con lo cual se orienta la búsqueda a documentos en los cuales se hagan evidentes las asociaciones de la epigenética con éstas tres disciplinas, en segundo lugar está la etapa descriptiva, analítica e interpretativa, en la cual seleccionan los temas que darían soporte a la temática del trabajo y finalmente en la etapa de divulgación y publicación de la guía diseñada.

Como resultado señalan que existen obstáculos en la revisión de documentos ya que, en cuanto a los estudios desarrollados sobre la enseñanza de la epigenética, se encuentra un gran vacío, teniendo en cuenta que este tema es fundamental y debería ser relevante en la enseñanza de las ciencias en Colombia. Del diseño de las cinco guías se logró dar a conocer los elementos fundamentales de la epigenética y propiciar en los estudiantes una mirada crítica de las principales teorías de la biología; otro resultado fue que con la epigenética se pueden establecer relaciones complejas con elementos diferentes al fenotipo de manera que los planteamientos presentados en los libros de texto en los cuales se refuerza esa mirada unidireccional, genotipo-fenotipo, debe ser replanteada para dar paso a una visión más compleja. Entre las conclusiones se destaca que con el surgimiento de la epigenética se ha vuelto a reconsiderar algunos de los planteamientos de Lamarck sobre la influencia del ambiente en la herencia de caracteres.

Esta investigación aporta al presente trabajo en dos vías, una en dar elementos para el diseño actividades que permitan a los estudiantes cuestionar la visión de ciencia presentada en las teorías prevalecientes en los currículos de biología que se trabajan en la escuela y la otra en ampliar la mirada de la genética con relación a la influencia del ambiente sobre las características del individuo.

Zudaire et al., (2017) en el trabajo de investigación titulado “Recomendaciones para la enseñanza de la epigenética en la educación secundaria” tuvieron como objetivo conocer cuáles son las barreras conceptuales que presentan los estudiantes a cerca de la epigenética, teniendo en cuenta el cómo y cuándo se puede incorporar en la educación secundaria. En este

proyecto participaron 12 colegios, siendo encuestados un total de 424 estudiantes: 306 del nivel de 4º de la ESO (Escuela Secundaria Obligatoria) y 118 de Bachillerato (1º y 2º) y la intervención conto con la elaboración de una pequeña prueba inicial junto con una introducción corta sobre la epigenética, posteriormente los alumnos tuvieron que analizar una situación real (artículo científico) donde se evaluó si los estudiantes habían sido capaces de entender que el fenotipo no está determinado exclusivamente por la secuencia genética y que este puede ser modificado por el ambiente, siendo este un cambio heredable.

Como resultado del ejercicio se evidenció que aproximadamente solo el 40% de los estudiantes del nivel ESO y Bachiller indicaron en el análisis de la situación que existía una expresión celular diferencial, la influencia del ambiente en el genotipo y los cambios en el epigenoma; sin embargo, el 60% restante no logro responder adecuadamente, con los resultados obtenidos se infiere que las tres posibles causas de los vacíos conceptuales fueron: la falta de algunos conocimientos científicos básicos, el determinismo genético y que los cambios se deben a mutaciones y adaptación. Entre las conclusiones se presenta que la genética es una de las disciplinas que más dificultades de aprendizaje se generan en los alumnos ya que ellos no establecen la relación entre los niveles submicroscópico y macroscópico y así no consiguen relacionar el conocimiento molecular (genotipo) al fenotipo, también mostraron que muchos investigadores de didáctica han considerado necesario introducir cambios sustanciales tanto en los programas como en las estrategias utilizadas para enseñar la herencia biológica y es conveniente actualizar el currículo para introducir algunas nociones sobre la epigenética, o al menos algunos preconceptos, justificando que en los cursos superiores de bachillerato podrían ser el mejor momento para introducir algunas características moleculares, ya que en este punto los estudiantes han estudiado química y están más familiarizados con la terminología.

Esta propuesta nutre al presente trabajo de manera significativa en el sentido de que da pautas para la construcción de una estrategia que contenga situaciones reales y un lenguaje con menos tecnicismo, donde se pueda discutir la influencia del ambiente sobre el genoma.

Zudaire (2016) en su investigación titulada “¿debe incorporarse la epigenética al currículo de la educación secundaria?”, hace un análisis del currículo de secundaria en España y de los

libros de texto en relación a la epigenética, mencionando que, aunque hay algunos temas de la genética como la evolución de la vida, la herencia, transmisión de caracteres y las mutaciones, no se menciona ni se introduce el concepto de epigenética. La autora hace una revisión en cuanto a las dificultades generales de la enseñanza de la epigenética a nivel educativo, encontrando que existe complejidad del aprendizaje de la genética, debido al lenguaje, metáforas, símiles, abreviaturas, símbolos, expresiones matemáticas y jerga científica. Esta investigación se llevó a cabo con un total de 84 alumnos, se diseñó un test de ideas previas que constaba de una serie de preguntas, entre las cuales contaban ítems abiertos, de opción múltiple y de representación, posteriormente realiza una intervención en el aula. Entre los resultados la autora encontró que la mayoría de los estudiantes no podían relacionar los conceptos de genética y mucho menos asociarlos. Basado en las actividades anteriores, propuso hacer una intervención en el aula que permitiera valorar si los alumnos están preparados para aprender conceptos relacionados con la epigenética, como la regulación génica, y la influencia del ambiente. Para ello se impartió una clase expositiva relacionada con la epigenética y se realizó un ejercicio posterior que permitiera evaluar el grado de asimilación de los alumnos con los conceptos impartidos en dicha clase, teniendo como resultado una escasa intervención en el ejercicio de introducción de la epigenética al aula. Entre las conclusiones señala la falta de interés por parte de los estudiantes lo que limita a los procesos de enseñanza en cuanto al campo de la genética.

Esta investigación aporta en la justificación del presente trabajo con relación a la necesidad de elaborar una estrategia didáctica que permita enseñar la epigenética que es un tema relativamente nuevo en la escuela y se necesita un lenguaje más cercano para el estudiante por ser complejo para que además haya motivación.

Cárdenas (2016) en su trabajo de investigación titulado “Epigenética una propuesta de aula sobre la influencia de factores externos en la expresión génica y la salud” tuvo como objetivo diseñar una secuencia de aula para la enseñanza-aprendizaje del concepto de epigenética en estudiantes del ciclo III de bachillerato en Colombia. La propuesta de aula está desarrollada en cinco fases: la primera corresponde a una exploración de ideas previas a través de la aplicación de un instrumento diagnóstico, la segunda fue la retroalimentación de conceptos con la que se buscó ubicar cuales son los puntos en los que los estudiantes presentan mayor

dificultad y así poder ayudarlos a superar las dificultades cognitivas, la tercera corresponde a la evaluación inicial donde se determina el alcance de la estrategia de retroalimentación que finalmente es la que marca la cuarta fase o el diseño de la estrategia de aula donde las diferentes actividades se apoyan en la metodología por aprendizaje significativo y tiene como objetivos permitir a los estudiantes reconocer el concepto y las implicaciones de la epigenética, mejorar la comprensión de la transmisión de la herencia genética y ayudarles a reflexionar sobre la importancia del estilo de vida y por último esta la aplicación de la estrategia que incluye el desarrollo de metacognitivos.

Entre los resultados obtenidos el autor encontró diferentes dificultades a cerca de la diferenciación entre conceptos: gen, cromosoma, ADN, alelo, aunque algunos de estos son identificados más que otros pero no hay una total claridad, por esa razón no especifican la función del proceso, tampoco se tiene en cuenta como se transmite la información genética entre generaciones y solo le atribuyen este proceso al momento de tener relación sexual es decir que desconocen o no tienen en cuenta la formación de gametos o los procesos de mitosis y meiosis. Entre las conclusiones se menciona que la contextualización es fundamental en el proceso educativo, el proceso de metacognición fomenta en los estudiantes reflexionar sobre lo que se está aprendiendo y menciona las principales dificultades o los conflictos cognitivos como lo es el caso de división celular, asumen que los factores externos (ambiente y alimentación) no son determinantes en la transcripción del ADN, ni en la expresión génica.

Como aporte para este trabajo Cárdenas da elementos para implementar estrategias de aula que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades de pensamiento y competencias ciudadanas, también resalta el proceso diagnóstico siendo fundamental para la estructuración de una propuesta didáctica que contribuya al currículo desde una mirada más amplia y contextualizada

4.2 Unidad didáctica para la enseñanza de conceptos biológicos

Acevedo (2018) en su trabajo “Unidad didáctica: la enseñanza de los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas” tuvo como objetivo diseñar una Unidad Didáctica

sobre los transgénicos para el desarrollo de habilidades argumentativas , para la elaboración de este trabajo empleó una metodología cualitativa, desde un paradigma epistemológico hermenéutico interpretativo y para su desarrollo tuvo en cuenta tres fases: la primera hace referencia a la contextualización que es la revisión de documentos y textos; además de las ideas previas de los estudiantes, en la segunda fase es de diseño de la Unidad Didáctica compuesta por dos apartados uno para el docente y otro para el estudiante, cuenta con tres módulos; generalidades de los transgénicos, plantas transgénicas y microorganismos transgénicos, dentro de estos mismos módulos también hay 3 fases: 1 Reconocimiento. 2. Interpretación y uso comprensivo. 3. Argumentación y síntesis. En la última fase de la metodología se realiza una validación con cuatro especialistas en el componente disciplinar y pedagógico, siendo los ajustes lo último en realizar. En resultados se encuentra que para la fase 1 se pudo evidenciar que los estudiantes tienen información fragmentada lo que posiblemente les causa confusión, en cuanto a los resultados de la unidad didáctica puede posibilitar tanto el desarrollo de destrezas y habilidades como adquirir los conocimientos teóricos y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en relación con los nuevos avances biotecnológicos como son los transgénicos y para la fase de validación se menciona que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto. Entre las conclusiones la autora menciona que los transgénicos son una temática de controversia socio-científica, no fragmenta los contenidos sino por el contrario permite un aprendizaje interdisciplinario.

Esta investigación aporta al presente trabajo en cuanto a los elementos que brinda para la planificación y organización de las actividades para la unidad didáctica, así mismo, justifica el desarrollar las habilidades argumentativas en los estudiantes.

Ageitos et al. (2017) en el trabajo titulado " Trabajar genética y enfermedades en secundaria, integrando la modelización y la argumentación científica" presentan el diseño de una unidad didáctica que tuvo como objetivo el aprendizaje de genética y enfermedades humanas empleando la argumentación y la modelización. Cuenta con una metodología constructivista en prácticas científicas; la elaboración de la unidad está dividida en dos momentos: el primero una revisión documental y el segundo de diseño e implementación de la unidad didáctica para estudiantes de nivel 4 de la ESO, para las actividades se tienen en cuenta el nivel de

complejidad de las enfermedades y los avances en el desempeño de prácticas científicas. Entre los resultados se muestra que la mayoría de los estudiantes relacionan las enfermedades exclusivamente con la genética y nunca tienen en cuenta la influencia de factores ambientales. Algunas de las conclusiones que mencionan los autores es que trabajos como estos permiten que los estudiantes tomen decisiones argumentadas evitando posiciones sesgadas o deterministas; por tanto, recomiendan continuar investigando en el campo de la didáctica de la genética

Esta investigación soporta a la justificación y en la metodología en cuanto en ambas se trabaja la argumentación científica habilidad necesaria para un desarrollo integral de los estudiantes.

Rivera (2016) en su trabajo de maestría “Los genes y su función” propone organizar los conocimientos a impartir, aclarar y concretar la noción que se tienen sobre aspectos genéticos como genes, función y herencia, por medio de la elaboración de una unidad didáctica; esta propuesta surge al ver como temas tan extensos y rigurosos son trabajados superficialmente en el aula. La autora empleó una metodología con enfoque constructivista, donde planteó la contextualización del entorno educativo y la elaboración e implementación de la estrategia didáctica. Como resultado del primer ejercicio de contextualización se menciona la articulación que existe entre Genética y evolución, permitiendo que el estudiante articule estas disciplinas con las cuestiones éticas y sociales. En cuanto a la unidad diseñada esta contenía unos objetivos, marco de referencia y actividades de evaluación. al implementarla se pudo categorizar el nivel de comprensión en el que se encuentran algunos estudiantes y se proponer alternativas de atención para mejorar respecto a los vacíos que se presentaron.

Entre las conclusiones la autora menciona que existen pocos recursos didácticos relacionados a los genes y su función, los estudiantes presentan un bajo dominio del tema y las unidades didácticas muestran ser un apoyo para lograr profundizar una temática particular, disminuir los niveles de desinterés en el aprendizaje y la dificultad conceptual sobre la genética.

Este trabajo aporta en cuanto a la argumentación del porque es necesario construir estrategias didácticas teniendo en cuenta la organización del tiempo y espacio para planificar las actividades que fortalezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como los elementos que se deben tener presente a la hora de construir una unidad didáctica.

Hurtado y Cañizares (2014) en su trabajo titulado "Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza de la herencia mendeliana", tuvieron como objetivo elaborar una unidad didáctica para la comprensión de conceptos como: homocigoto, heterocigoto, dominante, recesivo, alelo, gen, mediante el aprendizaje por medio de resolución de situaciones problema. La metodología empleada se basó en el enfoque de investigación escolar la cual permite que el individuo a partir de su experiencia pueda resolver situaciones mediadas por la ayuda del docente, en primera medida buscaron la relación entre la genética con el desarrollo de la vida y el entorno de los alumnos y para ello se realizaron actividades y talleres con el fin de posibilitar el reconocimiento de algunos caracteres presentes en los individuos y como el entrecruzamiento de estos generar la diversidad entre las especies; también hicieron una caracterización del docente y otra socioeconómica y académica de la población estudiantil y a partir de la información adquirida, diseñaron e implementaron diferentes actividades de exposición y retroalimentación acompañadas de resolución de situaciones problema.

En los resultados de la caracterización se observó que la clase es impartida de manera expositiva, se identificó que la mayoría de los estudiantes se encuentran en el estrato 4, sus edades estaban entre los 14 y 15 años y con las actividades realizadas se evidenció la falta de profundización en el área de Biología, ya que la gran mayoría no lograron responder de manera acertada las preguntas; sin embargo en una de las actividades a cerca de la herencia mendeliana las investigadoras llevaron algunos organismos como reptiles y arácnidos, como resultado de esta actividad los estudiantes mostraron mayor iniciativa motivación pues según las autoras esto se debe a que hicieron un reconocimiento de un organismo cercano y tangible. Por otro lado, se desarrollaron diversos ejercicios de situaciones problemas que permitieron mejorar la comprensión de la temática. Una de las conclusiones a resaltar es que el concepto de genética mendeliana puede abarcar la explicación de otras temáticas como la taxonomía, la ecología y relacionarlo con fenotipo y genotipo.

Este trabajo realizado tiene en cuenta elementos y vivencias de la cotidianidad de los estudiantes, lo cual permite contextualizar a la hora de la construcción de los argumentos que dan soporte a las explicaciones de carácter biológico, de esta manera da directrices para la

construcción de las actividades que puedan ser significativas para los estudiantes a la hora del diseño de la unidad didáctica.

Bernal (2013) en su trabajo “Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular” tuvo como objetivo el diseño de una unidad para enseñar la tecnología del DNA recombinante a estudiantes de la licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional. La metodología fue de tipo cualitativa con un enfoque pedagógico de constructivismo humano. Para el desarrollo del proyecto se establecieron cuatro fases: 1. Contextualización y antecedentes, donde se hizo una revisión de fuentes documentales a cerca de la enseñanza de la Biología Molecular, trabajos prácticos relacionados con la tecnología del DNA recombinante y se planteó una encuesta con pregunta abierta dirigida a estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura 2. Diseño de la unidad didáctica 3. Validación, evaluación y ajustes .En los resultados se presenta la unidad diseñada (estudiante y docente) la cual cuenta con los contenidos a trabajar, objetivos, temáticas, y actividades; esta tuvo acogida por los estudiantes al mencionar que es más dinámica y flexible a la hora de poder trabajar los conceptos de biología molecular ,sin embargo, se evidenció que ellos tuvieron mayor dificultad con las actividades de estructuración y aplicación, las cuales tienen la finalidad de desarrollar operaciones mentales superiores. Entre las conclusiones el autor menciona que la estrategia diseñada la presenta como una alternativa para propiciar un acercamiento y comprensión de la temática, desde el constructivismo humano al contextualizar el contenido a situaciones donde los estudiantes del ciclo de profundización de la UPN pudieron visualizar nuevas maneras de aprender.

El aporte que tiene esta investigación al presente trabajo es en la metodología en cuanto da elementos para la planificación y organización de las actividades, así como la sistematización cada uno de los resultados de las actividades para conocer el proceso de aprendizaje del estudiante.

En el libro “Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental y su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico, elaborado por Quintanilla, Daza y Merino (2010), se tuvo como objetivo la compilación de varias unidades didácticas que problematizan aspectos de Biología, como la nutrición, la célula, la reproducción, problemas nutricionales y enfermedades asociadas, la biotecnología, desarrollo sustentable y la ciudad

como modelo para estudiar lo ambiental. Este cuenta con un enfoque de promoción de competencias y habilidades mostrándose como una guía tanto para el maestro como para el estudiante. Con las unidades presentadas en el libro se favorece a la reconstrucción del conocimiento en el aula a través de la resolución de problemas. En los resultados se enfatiza la importancia del desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamientos propiciando el surgimiento de habilidades experimentales para la resolución de problemas. Entre las conclusiones se resalta que, para la enseñanza de la biología y la educación ambiental, es importante un buen uso de estrategias que faciliten la comprensión y el aprendizaje de conceptos contextualizados y basados en los modelos y teorías, y de esta manera poder aproximar cada vez más a los estudiantes a la interpretación de los fenómenos.

En cuanto a los aportes este libro justifica porqué se deben realizar guías de trabajo que le sean de ayuda al maestro y al estudiante, con el fin de complementar los procesos de aprendizaje en aspectos teóricos y metodológicos; además, de aportar elementos metodológicos para la construcción de la unidad de esta investigación.

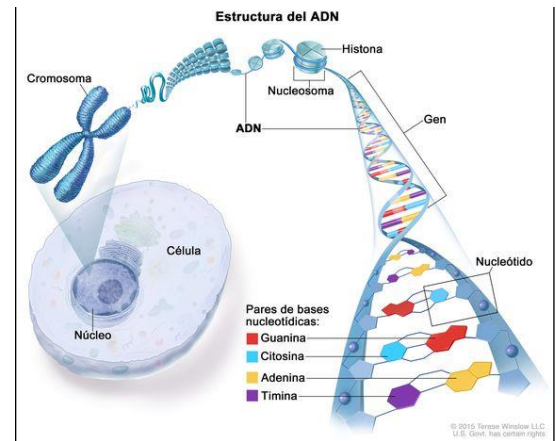
5. Marco de referencia

En este apartado se presentan los conceptos estructurantes que darán soporte a la presente investigación los cuales son: El ácido desoxirribonucleico como material genético, epigenética, enseñanza de la epigenética, unidades didácticas y hhabilidades para desarrollar en el aula.

5.1 El ácido desoxirribonucleico (El DNA): como material genético

El ácido desoxirribonucleico (DNA) es la molécula que almacena el material que se hereda, este a su vez contiene la información para la síntesis de proteínas y el funcionamiento de cada una de las células del organismo (Cooper, 2011). Su unidad más pequeña es el nucleótido el cual contiene, un grupo fosfato, una desoxirribosa (pentosa) y una base nitrogenada, estas últimas pueden ser purinas: adenina (A) y guanina (G) o pirimidinas: citosina (C), timina (T).

Imagen 1. Niveles de compactación. Recuperada de: <https://quizlet.com/mx/413225524/niveles-de-compactacion-y-estructura-del-dna-diagram/>



La unión entre nucleótidos es a través del enlace fosfodiéster, el cual se realiza entre el grupo OH del carbono 3' ubicado en una penosa de un nucleótido con el grupo fosfato que está ubicado en posición 5' del otro nucleótido, de esta forma se origina la hebra de DNA. Las hebras de DNA se unen a través de puentes de hidrogeno mediante las bases nitrogenadas que de manera específica se emparejan A con T y la G con C; por tal razón las cadenas son complementarias. El DNA nuclear es una molécula antiparalela debido a que dos cadenas polinucleotídicas corren en direcciones opuestas una va de 5' a 3' y la otra de 3' a 5' y es debido a la posición espacial del azúcar en los carbonos 3' y 5' de esta última hebra (Campbell & Reece, 2006)

El DNA presenta varios niveles de compactación: el primero, es el nucleosoma que consiste en el enrollamiento del DNA a los octámeros de histona, logrando una compactación de seis veces (el DNA da 1,65 vueltas a los octámeros de histonas); la unión entre las fibras de DNA y las histonas H2A, H2B, H3 Y H4 forman el nucleosoma; cuando a los nucleosomas se les añade la histona H1 y el DNA termina de enrollar dos veces el nucleosoma se llama cromatosoma aumentándose el nivel de compactación. La agrupación de estos cromatosomas da origen a los solenoides, estos se enrollan en sí mismo formando los bucles o asas radiales, estas asas se van agrupando poco a poco hasta formar las cromátidas que darán paso al último nivel de compactación formando el cromosoma.

Agregando a lo anterior, es importante mencionar que Francis Crick en el año 1958 hace público su trabajo de investigación titulado “On protein synthesis” (sobre la síntesis proteica) donde allí expone el proceso de síntesis de las proteínas a partir de la secuencia de ADN. Crick lanza una hipótesis conocida como el dogma central de la biología molecular (imagen 2) donde el autor propone que existe una unidireccionalidad en la expresión de la información contenida en los genes de una célula, es decir, que el DNA es transcrito a ARN mensajero y que éste es traducido a proteína. Para dar inicio al proceso de transcripción se requiere que se modifique la estructura de la cromatina (conjunto de DNA más proteínas) para que el DNA sea accesible a la RNA polimerasa y ciertas proteínas (Pierce, 2009).

Sin embargo, este dogma tuvo modificaciones ya que existe un proceso de copiado del ADN (replicación) que asegura su multiplicación para cada célula hija. Se debe tener en cuenta que no todos los RNA que se transcriben dan origen a proteínas, pues estos pueden tener funciones diferentes (RNAt, RNAr). Otro cambio al dogma es la transcripción inversa en la cual toda la información codificada por ciertos virus que contienen RNA se transcribe a ADN por acción de la enzima transcriptasa inversa ver imagen 2 (Cooper, M 2008)

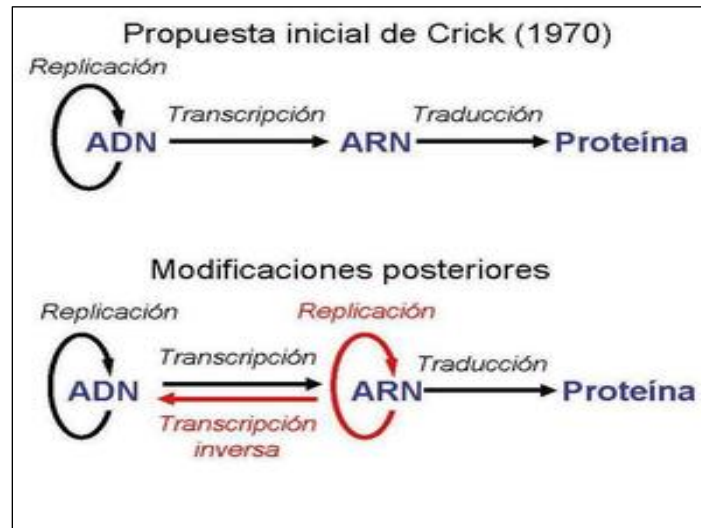


Imagen 2. Dogma central de la biología molecular y sus modificaciones. Recuperada de: <https://www.mixcloud.com/carlos-alberto-valencia-arango/universo-en-expansivo>

5.2 Epigenética

El término epigenética fue introducido en 1942 por el genetista y embriólogo escocés Conrad H. Waddington (1905–1975) refiriéndose al estudio de las interacciones entre genes y sus productos, los cuales modifican la expresión fenotípica, explicando que la información de los genes ha de recorrer un camino para su expresión en el que pueden ocurrir reajustes dentro de un rango de variación (De La Barreda, N, 2020).

Antes del surgimiento de la epigenética, la relación genes-ambiente era explicado bajo la visión de un “determinismo genético” (Bedregal y Santos, 2010) pero en la actualidad ha sido definida como los cambios heredables en la expresión génica, que ocurren sin una alteración en la secuencia de nucleótidos del DNA (De La Barreda, N, 2020). Se conoce que la exposición a factores ambientales como la alimentación, sustancias tóxicas, o el estrés pueden actuar sobre la estructura y condensación de la cromatina lo cual permite que se activen o desactiven genes, por lo que afectan la expresión génica y este es evidenciado en el fenotipo. La epigenética es una ciencia que permite explicar a nivel molecular la plasticidad del genoma, que a su vez implican cambios heredables en el fenotipo (Cárdenas, 2016). Las modificaciones epigenéticas generalmente son heredadas de una generación de células a la otra lo que se conoce como herencia mitótica y entre generaciones de una especie como herencia meiótica, hoy en día se sabe que las modificaciones epigenéticas participan en numerosos procesos fisiológicos y fisiopatológicos (García et. al 2012).

5.2.1 Mecanismos moleculares de la epigenética

Estos están relacionados con modificaciones bioquímicas o estructurales de la cromatina, es decir, los complejos entre el DNA y las proteínas que interaccionan entre sí, las

modificaciones epigenéticas pueden tener lugar de forma regulada o no en cualquier célula y momento del ciclo biológico (De La Barreda, 2020). La epigenética no debe considerarse un nuevo tipo de herencia con consecuencias transgeneracionales, sino como un conjunto de mecanismos relacionados con la regulación genética, estos mecanismos responden a distintos factores del ambiente, como la exposición a sustancias químicas, los hábitos alimenticios y, en general, el estilo de vida (Ordanza, 2012)

Entre los mecanismos encontramos:

5.2.1.1. Metilación del ADN:

La metilación del ADN consiste en la adición por parte ADN -metiltransferasa de un grupo metilo al carbono 5' a una base de Citosina durante la replicación, entre más metilado esté un tramo de ADN, menos probable es que se exprese la información que contiene, lo que significa que la metilación puede cambiar la expresión de un segmento de ADN sin cambiar la secuencia (Cárdenas, 2016)

En el genoma de una célula ya diferenciada hay regiones metiladas y no-metiladas, las primeras sufren una condensación del ADN conducente al silenciamiento de los genes, mientras que las no metiladas son accesibles a los factores y enzimas de transcripción, quedando en condiciones de expresión (De La Barreda, 2020).

La metilación del ADN es esencial para el desarrollo normal en los mamíferos, teniendo un papel importante en procesos como la inactivación del cromosoma X. En los mamíferos el sexo es determinado por la combinación de los cromosomas X y Y , en el caso de las hembras con la combinación XX y machos con la combinación XY , esto puede traer consigo algunos problemas ya que las hembras duplican su expresión genética de X al contrario de los machos , frente a eso existe una idea de compensación donde las hembras desactivan uno de los cromosomas X en las células igualando la expresión de genes del cromosoma X en ambos sexos, permitiendo así que solo uno funcione (De La Barreda, 2020)

5.2.1.2. RNA de interferencia

Son moléculas pequeñas de ARN de doble hebra que están dentro de la célula o fuera de esta, miden aproximadamente entre 20 a 25 nucleótidos, los RNAi (ARN de interferencia o ARN

de silenciamiento), interfieren en el silenciamiento de los genes o de algunas regiones de los genes, esto ocurre cuando el ARNi se pega al ARNm y las nucleasas lo empiezan a cortar, bloqueando la traducción o impidiendo que llegue al ribosoma. Otra manera en la que actúa esta molécula es cuando sigue el microARN adherido ya no hay degradación por acción de las enzimas, pero sigue la modificación en la estructura, cuando el ARNm se desplaza hasta el ribosoma el ARNi no hace el proceso de ensamblaje evitando de esa forma continuar con el proceso de síntesis de proteínas (Cooper y Hausman, 2008)

5.2.1.3. Las modificaciones epigenéticas de las histonas:

Las modificaciones de las histonas tienen como resultado dos fenómenos: el primero son las variaciones en la estructura de las histonas mediante modificaciones de acetilación, fosforilación y metilación, estas modificaciones pueden estar en regiones de la cromatina activa o inactiva; y el segundo, los factores remodeladores de la cromatina son complejos proteicos que cambian la organización de los nucleosomas e inducen a cambios en las proteínas transcripcionales, para inhibir la transcripción, reparación o replicación del ADN (Valencia, 2016)

5.2.3. El impacto de la epigenética.

5.2.3.1 La epigenética y enfermedad

La regulación epigenética ocurre en todos los procesos del desarrollo de los seres vivos, por eso el conocimiento de los mecanismos que determinan el control epigenético puede ser la clave para comprender la identidad celular, el origen de los tumores, la plasticidad de las células, la regeneración y el envejecimiento, estos cambios epigenéticos aumentan el riesgo de desarrollo de enfermedades como artritis, Alzheimer, diabetes y cáncer (Arceo et al., 2020). Es importante el progreso en este campo pues tendrán implicaciones importantes para la biología humana y la terapia génica, sin embargo, un estudio sobre las enfermedades y la epigenética comenta que pueden ser causadas por la activación inapropiada de los genes, un ejemplo es el linfoma de Burkitt, donde se origina una sobreactividad de un gen llamado

myc , en condiciones normales el gen está en la cromatina reprimida y se expresa en un nivel bajo , tiene como función promover la proliferación celular , esta enfermedad comprende varios tipos de cáncer a nivel linfático, en especial la de Burkitt que afecta cuando en virus *Epstei-Barr* infecta el organismo esto pasa generalmente en los niños (Ordanza, 2012)

5.2.3.2 Epigenética y Nutrición

Las modificaciones epigenéticas durante el desarrollo pueden estar influenciadas por factores ambientales como la dieta, especialmente por la ingesta de alimentos como los vegetales de hoja verde, frutos cítricos y fresas que son ricos en folato (contiene vitamina B9) y el pescado, la carne, la leche y los huevos (contiene Vitamina B12) que son ricos en grupos metilo (-CH₃) donándolos al metabolismo, muchos fitoquímicos presentes en los vegetales y las frutas contrarrestan el desarrollo del cáncer (Ordanza, 2012). Es importante tener en cuenta que nuestros hábitos, tienen un impacto directo sobre la expresión de genes y esto a su vez puede ser heredado hacia las siguientes generaciones.

5.2.3.3 Epigenética y desarrollo embrionario

La epigenética es también fundamental durante el desarrollo embrionario y fetal, ya que ocurre el proceso de diferenciación celular y especialización celular. Esto quiere decir, que así todas las células de nuestro cuerpo tengan el mismo DNA, por mecanismos epigenéticos cada una va a tener una función específica en el proceso de diferenciación celular.

Durante el desarrollo embrionario se ha visto la participación de las marcas epigenéticas, las cuales pueden afectar la expresión de genes durante toda la vida , se debe tener en cuenta que el estilo de vida, el estado de salud de la madre durante el proceso de gestación, los hábitos cotidianos marcan significativamente el camino de la activación o no de ciertos genes, deben ser improntados según cual sea el origen parental, así, la malnutrición materna durante el embarazo se ha relacionado con restricción de crecimiento intrauterino y a largo plazo enfermedades crónicas del adulto (imagen 4) como enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (García et al., 2012). Algunas enfermedades como ansiedad, depresión, insomnio y ataques de pánico están relacionado cuando se tiene alterado el gen que codifica al receptor de cortisol, la hormona del estrés, esto ocurre cuando la madre vivió episodios de violencia (Arceo et al., 2020).

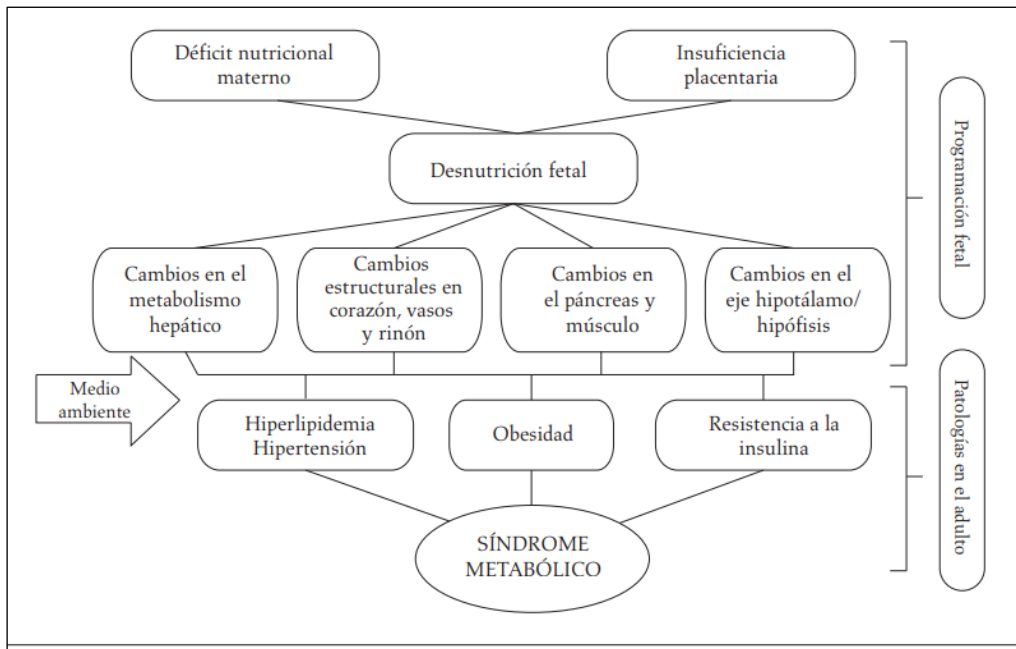


Imagen 3. Ambiente intrauterino dirige la programación fetal que ante los cambios en el ambiente originan enfermedades en el adulto. Recuperado de: Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana.

5.2.3.4 Epigenética y niños probeta

La herencia epigenética ha sido asociada a otras alteraciones cuya incidencia es mayor en niños que nacieron con ayuda de la tecnología reproductiva asistida, ART (Assisted Reproduction Technology) conocidos también como “niños de probeta”. En estos casos, los sitios de metilación en el ovocito no estarán adecuadamente mantenidos y los patrones de troquelado (impronta) podrán perderse durante el desarrollo del embrión. Los individuos concebidos por esta técnica corren el riesgo de nacer con el Síndrome BWS, el Síndrome Angelman o con retinoblastoma (un tumor de la retina) que se hallan ligados a errores de impronta genómica que es un mecanismo de regulación génica mediante el cual se da un comportamiento distinto de cada alelo en función de su origen parental.

En las células germinales primordiales el DNA está prácticamente sin metilar, pero al desarrollarse en óvulo o espermatozoide se recupera el patrón de metilación que puede heredarse o puede sufrir ciertas alteraciones. En el caso del síndrome de Angelman, se le atribuye como causa la pérdida de la metilación en SNRPN codificado en el alelo materno

del cromosoma 15, es muy probable que el entorno in vitro al que se somete a los gametos y los embriones tenga un papel relevante (Galeano, 2016).

5.2.3.5. Epigenética y alimentación

En las abejas es notorio la diferenciación (anatómica y fisiológica) que existe dentro de una colmena, esto ocurre por el tipo de alimentación que tiene el organismo en su estado larvario (Arruga, 2015). La jalea real es el responsable de la fertilidad y reproducción de la abeja reina, porque proporciona agentes que bloquean a la proteína dnmt3 (ADN metiltransferasa) agregando un grupo metilo al ADN. Cuando este está menos metilado se expresan algunos genes que en las abejas obreras están silenciados, permitiendo el desarrollo del aparato reproductor de la abeja reina (Ramírez, 2017)

5.2.3.6 Epigenética: Temperatura- Cambio de sexo

La epigenética se evidencia en muchas especies que no tienen cromosomas sexuales principalmente en peces y reptiles, puesto que la temperatura es un factor que influye en la determinación del sexo de los individuos. En un estudio realizado para confirmar o responder el porqué de este efecto en los peces, los investigadores trabajaron a dos grupos de larvas de lubina sometidas a diferente temperatura, 14-21 Celsius, durante las primeras semanas de vida. “Los resultados muestran que el aumento térmico conlleva la metilación del ADN del promotor del gen de la aromatasa (denominado cyp19a) este tiene un efecto en cuanto a las proporciones de los sexos lo que equivale a su silenciamiento, al bloquear la activación transcripcional, también se mostró que, en general, los machos tenían el doble de metilación que las hembras (Piferrer, s.f.)

Algunos peces tienen la capacidad de cambiar de sexo de manera natural, como parte de su ciclo vital, debido a modificaciones epigenéticas de la cual una de las vías alteradas es la del cortisol la hormona del estrés. Entre los ejemplos de peces se encuentra la hembra Labrido de cabeza azul que desarrolla testículos cuando desaparece el macho y en el pez Payaso el

macho se convierte en hembra cuando ella desaparece. Incluso los peces Gobios pueden cambiar de sexo varias veces en su vida (Martins, 2019).

5.2.3.7 Proyecciones de la epigenética

La epigenética dentro del campo biomédico permitirá desarrollar estrategias para un mejor diagnóstico y terapias clínicas que puedan revertir los daños provocados por el cambio en los patrones epigenéticos, el diseño de medicamentos que actúen directamente en la región donde ha ocurrido una epimutación (Sánchez et al., 2008).

Por otro lado, está la terapia génica para tratar enfermedades relacionadas con la edad. En el 2006 se demostró que era posible reprogramar fibroblastos (células de tejido conectivo) en un ratón adulto volviendo a un estado celular conocido como pluripotencial es decir que actúa como célula madre embrionaria y tiene la capacidad de convertirse en cualquier otro tipo de célula del cuerpo adultas utilizando los factores Yamanaka. (Chaparro y Beltrán, 2009)

5.3. Unidad didáctica

Con frecuencia se emplean las unidades didácticas para la planificación u organización de los procesos de enseñanza y aprendizaje, generalmente son referidas a la creación de ambientes de aprendizaje, o bien como instrumento de cambio y mejora curricular de conocimientos pertinentes a los estudiantes, para la comprensión del mundo científico y social. Su conceptualización, diseño e implementación en el marco de unas apuestas políticas y pedagógicas coherentes pueden ayudar al docente en su quehacer en el aula.

Una Unidad didáctica es un conjunto de elementos pedagógicos dispuestos organizadamente para desarrollar una clase en un tiempo, espacio y contexto determinados (Arias, 2018). Según Corrales (2009), una unidad didáctica es una estructura pedagógica de trabajo cotidiano en el aula; es la forma de establecer explícitamente las intenciones de enseñanza-aprendizaje que van a desarrollarse en el medio educativo. Es un ejercicio que se convierte

en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad del porqué del proceso educativo, dentro de una planificación estructurada del currículum.

Por ello la Unidad didáctica supone una unidad de trabajo articulado y completa en la que se deben precisar los objetivos y contenidos, las actividades de enseñanza-aprendizaje, la evaluación, los recursos y la organización del espacio y el tiempo, así como todas aquellas decisiones encaminadas a ofrecer una más adecuada atención a la diversidad del alumnado (Gutiérrez, 2009)

5.3.1 Tipos de unidades didácticas

En el diseño de este trabajo, podemos optar por varios modelos o enfoques según el criterio de referencia que tomemos.

Según Gutiérrez (2009), se pueden identificar tres tipos de unidades didácticas, el primero es la manera de tratar el contenido, en este punto se encuentran tres clases para tener en cuenta: la globalizada suelen ser apropiadas para el primer ciclo de Educación Primaria y para Educación Infantil (psicomotricidad), la interdisciplinaria con la cual se busca la relación de conceptos entre varias áreas o disciplinas para hacer conexiones de proceso de enseñanza y aprendizaje y la disciplinaria en este caso se desarrollan todas las temáticas bajo un mismo objetivo con contenidos similares. El segundo tipo se clasifica bajo los contenidos tratados: conceptual, procedimental y actitudinal y el tercero según el momento en el que se desarrolla, puede ser temporal donde hay que finalizar un módulo para continuar con el otro y la transversal donde se relacionan los contenidos entre los módulos.

5.3.2 Criterios de organización de una unidad didáctica

Para la elaboración de la unidad didáctica se toman en cuenta los criterios de (Sanmartí, 1994) los cuales son:

5.3.2.1 Criterios para la definición o finalidades/ objetivos.

Los objetivos son fundamentales porque guían y dan sentido a la organización, selección de los contenidos y de las actividades, es decir que los objetivos específicos se van concretando a medida que se va diseñando la unidad didáctica. Seleccionar bien los objetivos posibilita que se pueda identificar lo que realmente es importante enseñar y valorar su coherencia,

deben ser cortos y precisos manteniendo la certeza que se dará cumplimiento a cada uno de los que se propuso. La finalidad en el diseño e implementación de la unidad es basarse en cuáles son las dificultades y obstáculos que se pretenden ayudar a superarlos.

5.3.2.2 Selección de contenidos

Este debe hacerse de forma que los contenidos sean muy significativos y posibiliten la comprensión de los fenómenos en el campo de las ciencias. Generalmente los contenidos se pueden seleccionarse dependiendo del contexto en el área que se va a trabajar, pues se requiere del conocimiento cotidiano y el científico y por ello es importante la transposición didáctica que permite hacer la relación entre la ciencia de los científicos y la ciencia escolar. Por otro lado, es necesario plantearse la enseñanza de contenidos relevantes para comprender fenómenos y problemas cotidianos y ser capaz de actuar coherentemente, frente a los contenidos a enseñar, que se refieren a temáticas relevantes en la sociedad actual, por ejemplo, los currículos del tipo Ciencia-Tecnología y Sociedad, actualmente se consideran más idóneos para la enseñanza de las ciencias. (Perales y Cañal de León, 2000)

5.3.2.3 Organizar y secuenciar los contenidos

En la organización se deben seleccionar ideas o temáticas en función de contenidos y el tiempo, esto depende esencialmente de las finalidades y objetivos. El proceso de enseñar se realiza a lo largo de un tiempo determinado, estas ideas deberán introducirse de forma más o menos ordenada con el uso de esquemas y mapas conceptuales. A esto se añade la importancia de las temáticas transversales que dan un énfasis a la secuencia de enseñanza.

5.3.2.4 Selección y secuenciación de actividades

Las actividades son las que posibilitan que el estudiante acceda a los conocimientos por sí mismo, muchos de los objetivos de enseñanza se derivan de las actividades seleccionadas, pero no basta con la realización de una sola, sino que se requiere del diseño de una secuencia de ellas que amplían las interacciones. Las actividades son para plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen bajo el pensamiento crítico y tomen decisiones de forma argumentada

Para la estructuración de la Unidad Didáctica se incluyen las propuestas de selección y secuenciación descritas por Jorba y Sanmartí (1996):

- **Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales:** tienen como finalidad motivar y promover el planteamiento de preguntas, así como conocer las ideas previas de los estudiantes con respecto al tema a trabajar.
- **Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones o de estructuración del conocimiento:** Favorece a que los estudiantes expresen el conocimiento construido, y es consecuencia de la interacción con los compañeros y su maestro, es decir, actividades que promuevan la abstracción de las ideas importantes, formulándolas de forma descontextualizada y general.
- **Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos o de generalización:** Este tipo de actividades pretenden conseguir un aprendizaje significativo donde el estudiante argumente su punto de vista a situaciones o contextos nuevos en actividades como el estudio de caso.

5.3.2.5 Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación

La evaluación permite detectar posibles fallas en el proceso para superarlas, además propiciar la reflexión de los alumnos en torno a su propio proceso de aprendizaje, a su vez permite tener control del proceso de realización de las actividades y poder hacer la retroalimentación, entendiéndose como un proceso que orienta para la medida cualitativa y no como un resultado numérico (Canabal y Margalef, 2017). Existen tres tipos de evaluación la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación donde cada una es necesaria realizar ya que son complementarios para una valoración global, permitiendo conocer la realidad en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La heteroevaluación consiste en la evaluación de una persona de otra. En este sentido, quien evalúa puede ser el profesor, evaluando al alumnado, o alumnos evaluando a otros compañeros, la mayoría de las actividades de evaluación que se realizan en el aula son heteroevaluaciones. La autoevaluación permite al estudiante ser parte de su propio proceso

de aprendizaje, pues toma conciencia y reconoce que dificultades presenta y también que logros alcanzado, se trata de asumir la responsabilidad de reflexionar críticamente sobre la propia acción con el fin de la mejorar.

La coevaluación es un proceso que consta de una evaluación conjunta o reciproca, así lo afirma (Pérez, 2007) explicando que es aplicada ya sea en un trabajo, proceso o actividad específicos en los cuales todas las personas implicadas participan en la valoración de los mismos, pues resulta más dinámica y motivadora para realizar, es importante guiar a los alumnos en el proceso de revisión de los trabajos de los compañeros.

5.4 Habilidades para desarrollar en el aula.

Fortalecer la aplicación de las habilidades comunicativas como comprender, interpretar, analizar y proponer ya sea de manera oral o escrita, para la solución de problemas permiten iniciar al estudiante en el desarrollo de pensamiento científico propósito propio de la enseñanza de las ciencias y que son factibles en tanto se generen ambientes de aprendizaje complejos que posibilitan la interconexión de elementos como la reflexión, autoconciencia, toma de decisiones, postura crítica frente a su mundo natural y social (Chona et al., 2006). Por lo anterior las actividades de exploración y estructuración que se desarrollan en la unidad didáctica van encaminadas a desarrollar habilidades como la comprensión, el análisis, la descripción y la observación entre otras las cuales son necesarias para saber qué hacer y cómo organizar la información (Camps y Dolz 1995) y poder así argumentar con una fundamentación teórica en las actividades de aplicación.

Añadiendo a lo anterior, se toma como actividades de aplicación el recurso del estudio de caso ya que su base fundamental son la descripción y el análisis, con lo cual se busca comprender la situación analizada, así lo menciona (Arnal, J, et al, p.206, 1992 como se cito en Chona, G, et al, 2006) “es la forma más propia y característica de las investigaciones ideográficas llevadas a cabo desde la perspectiva cualitativa...”. Se caracteriza por “su capacidad para generar hipótesis y descubrimientos, y en centrar su interés en un individuo, evento o institución y en su flexibilidad y aplicabilidad a situaciones naturales” (p.69).

Ahora bien, en los procesos de enseñanza y aprendizaje es fundamental el desarrollo de aptitudes y habilidades de comunicación para promover debates o discusiones, en los cuales se puedan, concluir, razonar, refutar y dar sus puntos de vista. La argumentación apoya un conjunto de pruebas o razones que dan soporte a una conclusión, teniendo en cuenta que los argumentos son las herramientas con las cuales se da validez y soporte a un hecho que surge a partir de una problemática o de un conflicto de intereses todo con el fin de fortalecer el pensamiento crítico en los estudiantes, justificando sus ideas y convicciones, para que sean sujetos capaces de aportar de forma significativa a una sociedad (Camps y Dolz 1995)

En la clase de ciencias la argumentación es mediada por el dialogo, es indispensable comunicar las experiencias e ideas con el uso del lenguaje, el cual provoca la evolución del pensamiento mediante las actividades de argumentación se busca la verbalización de los diferentes puntos de vista, posibilitando la construcción de pensamiento crítico, promover el desarrollo de habilidades argumentativas significa construir y comunicar la ciencia dentro del aula evitando repetir los mismos modelos de enseñanza tradicionales (Sanmartí, 1997).

6. Metodología

En este apartado se dan a conocer aspectos relacionados con la metodología, las cuales guían la elaboración del presenta trabajo de grado. Se empleó el paradigma hermenéutico interpretativo, el enfoque cualitativo y como instrumentos adoptados para la obtención de la información fue la encuesta y revisión documental.

6.1 Paradigma y enfoque

La presente investigación se trabajó bajo el paradigma hermenéutico interpretativo, debido a que buscó entender las realidades múltiples partiendo de la construcción de las personas. Es una actividad de reflexión en el sentido epistemológico del término, es decir, una actividad

interpretativa que permite la captación plena del sentido de los textos en los diferentes contextos (Ruedas et al., 2008).

El método empleado fue de tipo cualitativo porque se prioriza la interpretación de las respuestas en un intento de identificar algunos aspectos, se emplearon algunas técnicas como revisión documental y encuesta para obtener la información (Denzin & Lincoln, 2005).

6.2 instrumentos y técnicas para la recolección de información

Los instrumentos y técnicas de acuerdo con Hurtado (2008) son las formas de recolección de datos, esta vez comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. Desde esa idea emplearon la revisión documental y la encuesta de validación preliminar.

La revisión documental es una técnica que consiste en la búsqueda de la información escrita que permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, de igual modo Valencia (S.F.) señala que la revisión documental ayuda al momento de delinear el objeto de estudio, comprender y consolidar autores para elaborar una base teórica; hacer relaciones entre trabajos, mencionando que es fundamental establecer semejanzas y diferencias entre los trabajos y las ideas del investigador, de la misma manera la revisión documental permite configurar el estado del arte en la investigación,

La encuesta de validación, en este caso el instrumento es válido si mide lo que en realidad pretende medir. La validez es una condición de los resultados y no del instrumento en sí. El instrumento no es válido de por sí, sino en función del propósito que persigue con un grupo de eventos o personas determinadas. Además, la validez puede efectuarse a juicio de expertos; es decir, con personas de gran experiencia en investigación o largo tiempo de servicio y conocedores del área inherente al problema estudiado (Balestrini, 1997).

6.3 Contextualización de la institución educativa y población de estudio.

El Colegio Cafam está ubicado en la Localidad Décima (Engativá). Es un establecimiento mixto, de calendario A y su enfoque pedagógico se estructura bajo tres premisas:

- El ser humano es un ser integral y en continuo proceso de crecimiento.
- La sociedad tiene la responsabilidad de impulsar el desarrollo del ser humano.
- La educación es el proceso a través del cual la sociedad hace posible dicho desarrollo.

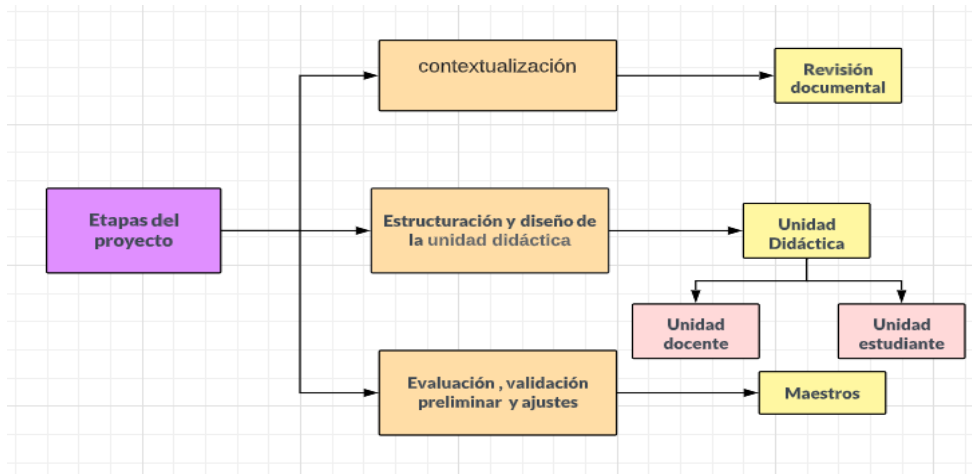
El estudiante es un ser inteligente, capaz de transformar y de transformarse; es persona en cuanto se relaciona con los otros y encuentra en los otros la posibilidad de ser. El Colegio tiene el propósito de pensar la autonomía como la finalidad de la educación. En este marco, se valora como un desarrollo que permite a la persona tomar el control de su vida desde las dimensiones social e intelectual. La dimensión social implica responsabilidad frente a los propios actos, toma de conciencia y acción como miembro de una sociedad civil, y la intelectual exige pensar por sí mismo y aprender a aprender. Se fomentan las Habilidades Para la Vida (HPV) (Conocimiento de sí mismo, comunicación efectiva, toma de decisiones, pensamiento creativo, manejo de sentimientos y emociones, empatía, relaciones interpersonales, solución de problemas y conflictos, pensamiento crítico, manejo de tensiones o estrés) y los valores (honestidad, tolerancia, responsabilidad, prudencia, solidaridad, libertad, justicia, humildad, generosidad, lealtad, agradecimiento, respeto y perseverancia) que le permiten al estudiante enfrentarse a las exigencias de la vida diaria (PEI Cafam 2023).

La población a la cual va dirigida la presente propuesta son los estudiantes de grado décimo del colegio Cafam; sin embargo, se puede utilizar para los grados octavo y once según el criterio del docente.

6.4 Diseño metodológico

Este trabajo se realizó en tres fases como se presenta en la imagen 5 y se detalla a continuación.

Imagen 4: Esquema de fases metodológicas del proyecto de investigación. Elaboración propia



Fase 1. Contextualización: En esta fase se realizó una revisión documental con el objetivo de identificar los elementos biológicos, pedagógicos y didácticos sobre los contenidos y la forma de enseñar la epigenética, encontrados en textos, artículos, trabajos de grado y libros. Igualmente se tuvo en cuenta los estándares curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004), el PEI del colegio y el plan de estudios para el área de biología del colegio Cafam. Esta información recopilada fue utilizada para diseñar la unidad didáctica.

Fase 2.: Estructuración y diseño de la propuesta de unidad didáctica: Para ello se tuvo en cuenta el diseño metodológico planteado por Sanmartí Neus (1994) y Arias (2018) los cuales integran los siguientes criterios: selección de contenidos; organizar y secuenciar los contenidos; la selección y secuenciación de actividades y evaluación. Se elaboró dos apartados uno para el docente y otro para el estudiante; cada uno se describe a continuación:
Apartado del Estudiante: Contiene módulos para el aprendizaje de la epigenética, así como el desarrollo de habilidades argumentativas; cada uno cuenta con siguiente organización:

- Objetivo
- Contenidos
- Datos curiosos y sabias qué
- Actividades: exploración, estructuración y aplicación

- Bibliografía

Apartado del Docente: Contiene módulos para la enseñanza de la epigenética, así como el desarrollo de habilidades argumentativas; cada uno cuenta con siguiente organización

- Objetivo
- Protocolo de organización y gestión en el aula
- Esquemas: aprendizaje y contenido
- Bibliografía

Fase 3: Validación preliminar: La validación preliminar de la propuesta de unidad se realizó con tres docentes que enseñan Biología (anexo 1) para evaluar su pertinencia y viabilidad con relación a la enseñanza de epigenética dirigida a estudiantes de décimo grado. Por último, se hizo los ajustes pertinentes teniendo en cuenta las recomendaciones para la mejora del material didáctico diseñado.

7. Resultados y análisis

7.1 Fase de contextualización:

Después de la revisión documental y analizar la información se encontraron varios elementos estructurantes como:

-La epigenética explica los cambios en la expresión génica producidas por modificaciones químicas, su empaquetamiento o por acción de moléculas reguladoras del DNA sin que se modifique la secuencia del DNA. Ella tiene impacto significativo en área de las ciencias como la medicina, la salud pública y la biología, que puede ir desde la diferenciación celular durante el desarrollo embrionario, las enfermedades adquiridas durante la gestación que

repercutirán en la adultez, explicación de fenómenos diversos biológicos heredables hasta su potencial como herramienta terapéutica

- Existen muchas investigaciones donde relacionan la epigenética con la salud, el impacto de los hábitos de estilo de vida, las enfermedades, comportamientos, influencia del ambiente, la temperatura, fecundación in vitro, nutrición y la alimentación; sin embargo, existe poca información para su enseñanza a todo nivel educativo.

- Los conceptos estructurantes para enseñar la epigenética en la unidad didáctica son: DNA, formación del cromosoma, epigenética, mecanismos moleculares, epigenética y cáncer, impactos de la epigenética.

-Al realizar la contextualización del plan de estudios en el área de ciencias naturales para los grados octavo, décimo y once del colegio Cafam se pudo identificar la pertinencia de diseñar una unidad didáctica que contribuya a la enseñanza de la epigenética ya que existe una relación entre los contenidos de las temáticas del colegio con los objetivos de la propuesta a diseñar como se observa en la tabla 1

Tabla 1: Relación entre las temáticas del plan de estudios de los grados octavo, décimo y once del colegio Cafam y las temáticas de la Unidad Didáctica.

Temáticas incluidas en el programa de biología en el colegio Cafam	Grado	Temáticas incluidas en la unidad didáctica
Interpreta los factores relacionados con la herencia genética desde los modelos descritos en la herencia mendeliana y los patrones de herencia compleja, esclareciendo los tópicos involucrados en la resolución de situaciones problema.	Décimo	Módulo 1 generalidades del DNA
Proponer explicaciones científicas a fenómenos que involucren la herencia genética, usando el conocimiento	Décimo	Módulo 1 Generalidades del DNA

construido de forma experimental en actividades cooperativas.		
Reflexiona sobre las explicaciones biológicas que dan cuenta de la conducta humana, usando los saberes construidos de forma experimental en actividades que impliquen aprendizaje cooperativo y colaborativo	Décimo	Módulo 2 Epigenética Módulo 3. Impactos de la epigenética.
Soluciona problemas de su cotidianidad desde el punto de vista bioético, relacionados con la temática de genética y tiene en cuenta para ello, los conocimientos adquiridos.	Octavo	Módulo 1 Generalidades del DNA Módulo 2. Mecanismos epigenéticos
Explica los tópicos relacionados con la Biología molecular, las particularidades de los ácidos nucleicos, los procesos de replicación del ADN y la síntesis de proteínas identificando la importancia de estos en el mantenimiento de la vida	Octavo	Módulo 1 Generalidades del DNA Módulo 2. Mecanismos epigenéticos
Analiza los efectos de la tecnología de edición de genes sobre las sociedades y en el ambiente, utilizando el conocimiento construido de forma experimental en actividades que impliquen aprendizaje cooperativo y colaborativo.	Once	Módulo 1 Generalidades del DNA Módulo 2. Mecanismos epigenéticos

7.2 Fase de diseño de la propuesta de unidad didáctica:

Para la realización de la propuesta de unidad didáctica se tuvo en cuenta toda la información de la fase anterior y se le asignó el título “Enseñanza de la epigenética genes y ambiente” el cual se encuentra en el siguiente enlace: <https://heyzine.com/flip-book/25b1ff710e.html>

Se elaboró en Canva debido a que tienen varias ventajas como: realizar modificaciones en línea y publicarlas inmediatamente se acabe de editar, el manejo de la plataforma es sencilla y cuenta con herramientas que permiten facilitar la navegación por el sitio, además es de fácil acceso, puede compartirse la edición y trabajar al tiempo, solo se necesita ingresar con una cuenta de Gmail para tener acceso al archivo.

Para la estructura y diseño se emplearon textos cortos e ilustraciones propias con el fin ayudar a comprender el escrito, facilitando el proceso de enseñanza, en algunas ocasiones, las ilustraciones pueden sustituir o complementar muy bien a las palabras aportando con mayor eficacia información extralingüística. Las ilustraciones provocan reacciones afectivas y hacen más atractivos los documentos, algunos autores manifiestan que las ilustraciones mejoran el recuerdo y facilitan la comprensión de textos en los que se describen las relaciones entre diversos elementos siempre que aquéllas muestren esas conexiones, también tiene roles significativos jugados por la imagen estática en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Perales y Jiménez, 2002).

La propuesta de unidad didáctica consta de dos apartados una para el docente con las guías y orientaciones que pueden utilizar para la enseñanza de la temática y otra para el estudiante en donde se presentan: esquemas de aprendizaje, objetivos, marco de referencia, sabias qué, actividades, formato de evaluación y la bibliografía. En ella se abordaron tres módulos: 1. Generalidades del DNA, 2. Mecanismos moleculares epigenéticos, y 3. Impactos de la epigenética. Cada uno contiene objetivos, los contenidos con sus respectivos dibujos, las actividades de exploración, estructuración y aplicación las cuales permiten el desarrollo de la argumentación. Así como también datos curiosos y sabias qué.

A continuación, desde la imagen 5 a la 8 se presentan algunas páginas de la unidad didáctica diseñada

Imagen 5: Módulo 1, protocolo unidad docente, generalidades del DNA



Módulo 1
Generalidades del DNA

Objetivo
Explicar la estructura y función de la molécula del DNA así como su importancia en los seres vivos

Protocolo de clase

Inicio
1. Explicación metodológica de la clase. 2. Actividad de exploración

Desarrollo
1. Generalidades del DNA.
2. Actividad de estructuración
3. Actividad de aplicación

Finalización
1. Socialización y cierre
2. Evaluación del módulo.

Bibliografía.

- Cooper, G. M., Housman, R. E. (2002). Cooper, s la célula. Segunda edición. Madrid: Marbán
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana.
- Fischer, A, 2023, He Jankui: el científico que creó bebés modificados genéticamente vuelve a la ciencia tras estar encarcelado, National Geographic.

Imagen 6: Módulo 1, contenidos generalidades del DNA

Los nucleótidos se unen entre sí para formar el esqueleto de las hebras de DNA y RNA a través del enlace fosfodiéster, el cual es un enlace covalente tipo éster, que se produce entre un grupo hidroxilo (OH) del carbono 3' de un nucleótido con un grupo fosfato del carbono 5' del nucleótido entrante, liberando una molécula de agua (figura 3)

EL ENLACE UNE 2 AZÚCARES: EN C3 DE UN AZÚCAR Y C5 DE OTRO AZÚCAR

Ilustración 3: enlace fosfodiéster

Modelo de Watson y Crick

El DNA nuclear es una molécula de doble hélice con esqueleto de fosfato y azúcar en el exterior y bases nitrogenadas en el interior (figura 4).

Esta molécula es antiparalela debido a que dos cadenas polinucleotídicas corren en direcciones opuestas una va de 5' a 3' y la otra de 3' a 5' y es debido a la posición espacial del azúcar en los carbonos 3' y 5' de esta última cadena. Las hebras son complementarias porque las bases son específicas la A se une con la T por 2 puentes de hidrógeno y la G se une con la C a través de 3 puentes de hidrógeno (Campbell & Reece, 2006).

Ilustración 4: Estructura de la doble hélice

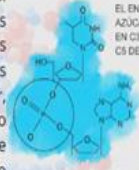





Imagen 7: Módulo 2, mecanismos moleculares Actividad de aplicación con código QR.

• Presenta una analogía donde se evidencie la epigenética y argumenta por que la escogiste.

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN

1. Teniendo en cuenta lo trabajado en este módulo y después de observar el video del QR realiza un escrito donde expliques que es la epigenética, sus mecanismos a nivel molecular y como el ambiente influye en la expresión del fenotipo



Con la cámara de tu celular escanea este código QR y observa con atención cada parte del video.

2. Presenta un ejemplo donde se evidencie la acción de la epigenética dentro de la Naturaleza o en la cotidianidad y argumenta el por qué lo elegiste.

48

Imagen 8: Módulo 3, impactos de la epigenética, actividad de exploración.

Actividad exploración.

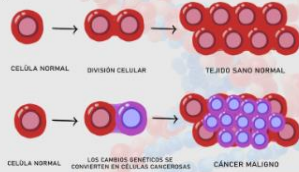
A la mujer embarazada se le recomienda alimentarse bien, evitar el consumo de sustancias psicoactivas y de muchos medicamentos. Escribe en un párrafo el por qué de ello y cómo lo relacionas con la epigenética?

Objetivo

1. Explicar como el estilo de vida actúa sobre la expresión génica y la salud.
2. Argumentar de que manera el entorno afecta la expresión de los genes.

Epigenética y enfermedad

El control epigenético puede ser la clave para comprender la identidad celular, el origen de los tumores, la plasticidad de las células, la regeneración y el envejecimiento. Añadiendo a lo anterior los factores epigenéticos aumentan el riesgo de desarrollo de enfermedades como artritis, Alzheimer, diabetes, asma y cáncer (Arceo et al., 2020).



52

Ilustración 19. Célula cancerígena

7.3 Fase de validación preliminar y ajuste

La unidad didáctica fue validada de manera preliminar por tres docentes (licenciados en biología) que laboran en diferentes instituciones educativas y se hizo con la intención de tener un panorama respecto a su percepción acerca de la viabilidad y pertinencia del material diseñado para estudiantes de grado décimo y once a partir de una encuesta de validación (ver anexo 1)

Los maestros evaluaron los siguientes criterios:

- Contenido
- Aspectos funcionales
- Actividades
- Evaluación
- Aspectos estéticos

Para la validación preliminar se empleó una escala de 0 a 5, siendo 5 excelente, 4 alto, 3 apropiado, 2 medio, 1 bajo, teniendo en cuenta los perfiles profesionales de cada uno de los evaluadores y el conocimiento frente a la enseñanza de la Biología, el abordaje del tema, las sugerencias y valoraciones fueron tenidas en cuenta para enriquecer el material presentándose de esta manera como una estrategia apropiada para la enseñanza de la epigenética. Los resultados fueron promediados obteniendo una puntuación por categoría que se presenta en la siguiente tabla 2.

Criterio	M1	M2	M3	Promedio
Contenido	4.0	4.7	4.8	4.5
Aspectos funcionales	4.3	4.8	5.0	4.7
Actividades	4.0	4.9	4.6	4.5
Evaluación	3.2	5.0	5.0	4.4
Aspectos estéticos	5.0	4.4	5.0	4.8

Tabla 2: Promedio de los criterios evaluados

Tal como se observa en la tabla 2 con relación al **Criterio de contenidos**: En preguntas como ¿los conceptos que se encuentran en la unidad didáctica son claros y explicativos? los

validadores asignaron una puntuación promedio de 4.5, con comentarios como **M2**” Muchos de los conceptos son claro y se entiende” **M3**” responden coherentemente a la misión de la unidad, sin embargo, seria pertinente un glosario para aclarar palabras de química orgánica complejas o de biología molecular” y esto va acorde a lo que propone Callejas et al. (2011) al afirmar que la coherencia del material educativo depende de la formulación de los contenidos temáticos y de las actividades orientadas a optimizar el aprendizaje en cada uno de los sujetos.

Con relación a los **Criterios de aspectos funcionales**: se obtuvieron una puntuación promedio de 4.7 respondiendo por ejemplo a si la unidad didáctica tiene relación con el programa de biología del grado octavo, décimo, once del colegio Cafam, los validadores realizaron comentarios como **M1**” se evidencia que si hay relación con la planeación académica de la institución” otra de las preguntas evaluadas es, si la unidad didáctica se puede extender a otro tipo de audiencia donde los maestros responden **M1** “Sobre todo las ejemplificaciones de la epigenética (módulo 3) podrían aplicarse desde básica secundaria”. **M2** “sí, siempre y cuando tengan algunas bases de los temas, ya que estos no se explican en la unidad”. Sin embargo, una de las preguntas dentro de este criterio fue ¿la unidad didáctica presenta información adecuada y suficiente para que el estudiante desarrolle diferentes habilidades principalmente la argumentación’ obtuvo una puntuación inferior con el comentario **M1**” Las actividades recogen el contenido epigenético, pero tal como están planteadas difícilmente incentivarían la construcción y la complejizarían de argumentos. No se evidencia en estas los elementos propios del argumento. De hecho, no me queda claro si en las sesiones planteadas realmente los estudiantes de este nivel educativo podrán generar argumentos epigenéticos. Por tal motivo recomiendo situar la unidad en que es lo que se espera del argumento del estudiante y cuales es el corpus esencial que deben tener las respuestas de los estudiantes de 10 y 11 para ser consideradas como una argumentación. Se asume que si se tomó a Jorba como referente la argumentación es concebida como una habilidad cognitiva lingüística o este referente fue solo por su conexión con el planteamiento de UD”. Por tal motivo se realizaron los ajustes con relación a las habilidades que se pretenden desarrollar en la unidad didáctica diseñada. La funcionalidad de una unidad es importante y tienen grandes rasgos en cuanto a las habilidades, destrezas, las aptitudes y los

saberes que los alumnos pueden y deben alcanzar, mientras que los objetivos concretan dentro de la unidad didáctica dichas competencias, dependiendo de los contenidos que se trabajen y de para quién se diseñan las actividades (Morón, 2015).

Con respecto a los **Criterios de actividades:** Según la valoración de los evaluadores se obtuvo un promedio de 4.5 en cuanto a la funcionalidad de las actividades, una de las preguntas es si por medio de las actividades planteadas los estudiantes pueden comprender la epigenética y responden que, **M2** “ Los temas presentados en las actividades si permiten la enseñanza de la epigenética” ; esto está en concordancia con lo que propone, Monereo et al.(2000), al mencionar que es importante planificar actividades de evaluación que permitan al profesorado conocer cuáles son los conocimientos del alumnado. **M1**” Las actividades planteadas, sobre todo del módulo 3 si permiten dimensionar la epigenética en el estudio de la herencia biológica. Sin embargo, recomiendo que este sea el módulo 3 del que se parta y desde él se vinculen los dos primeros. Dado que la manera como está planteado ocasiona que se fomente un centralismo muy cuestionado en el estudio de la herencia biológica en la escuela secundaria y es darle una priorización a la genética molecular, específicamente desde la morfología y fisiología del ADN como ácido nucleico. Si bien es real que abordar la epigenética implica la reflexión alrededor de los mecanismos los cuales son moleculares, es la presentación y organización de la UD la que “pareciera” vincular la reflexión epigenética desde este centralismo”. Aunque esta recomendación es muy interesante la intención con la cual se realizó este trabajo de grado es diferente ya que se tiene en cuenta tanto el plan de estudios del colegio en cuanto a la biología molecular y las bases de la herencia, se considera que la reflexión va inmersa en los procesos de comprensión y análisis que los estudiantes hacen frente a los impactos de la epigenética por tal motivo no se hicieron los ajustes sugeridos.

Con respecto a los **Criterios de Evaluación:** se obtuvo un promedio de 4.4, una de las preguntas orientadoras es: La forma de evaluar es adecuada, **M1** responde “Entiendo que la evaluación se está visualizando como un proceso constante, sin embargo, no es muy evidente cual será el producto en cada sesión que se recogerá y qué criterios se deben tener en cuenta para evaluar el argumento”. Este comentario fue ajustado. **M2** “La manera de realizar la

evaluación si es pertinente”; esto va en línea con lo que plantea Cárdenas (1998) con relación a la importancia de realizar la evaluación al final de cada actividad para poder retroalimentar y problematizar el tema teniendo en cuenta el objetivo principal que se plantea en la Unidad.

Y por último con relación a los **Criterios de aspectos estéticos**: se obtuvo un promedio de 4,8 con comentarios de **M1**“El material diseñado es muy agradable, organizado y propicio para mantener la atención de los estudiantes y docentes.” otros consideran que **M2**” el diseño es llamativo, sin embargo, es necesario revisar los manejos del espacio como en la página 44 donde la imagen puede ser más grande y llamativa” **M3**” se felicita por la organización y la esquematización pulida, ordenada sin perder la creatividad y armonía es llamativa para los estudiantes”.

8. Conclusiones

- La propuesta de unidad didáctica diseñada titulada” Epigenética: genes y ambiente” podría a través de diferentes habilidades comunicativas permitirles a los estudiantes explicar los conceptos relacionados a la herencia epigenética y los factores externos que influyen en la determinación del fenotipo.
- Con la revisión documental se evidenció que existen pocas investigaciones en cuanto a la enseñanza de la epigenética por tanto como maestro se hace necesario seguir innovando en estrategias didácticas que posibiliten problematizar la explicación sobre la plasticidad del genoma en los currículos de educación básica.
- Los elementos conceptuales estructurales para abordar el tema de epigenética en la unidad didáctica fueron: DNA, formación del cromosoma, epigenética, mecanismos moleculares de la epigenética, epigenética y cáncer, impactos de la epigenética; estos conceptos van en línea con lo que se encuentra en el plan de estudios para los grados octavo, décimo y once del colegio Cafam abordando temas como dar explicaciones científicas a fenómenos que involucren la herencia genética.

- Los elementos metodológicos empleados incluyeron el uso de ilustraciones, código QR, ejemplos de la cotidianidad y textos cortos los cuales podrían favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Se diseñaron actividades que podrían evidenciar el desarrollo de habilidades comunicativas con relación a la epigenética y la influencia de los factores ambientales como la alimentación, sustancias tóxicas, los hábitos alimenticios y el estilo de vida o el estrés entre otros sobre la expresión de los genes, así como su impacto en la salud, desarrollo embrionario y cambios morfológicos y fisiológicos
- Los resultados de la validación resaltan que el diseño y la planificación de los contenidos fue adecuado debido a que responden al objetivo propuesto, destacándose su pertinencia, actualidad en la información y secuencia de las temáticas, los elementos propios que contextualizan el trabajo, siendo esto un acercamiento a la optimización y viabilidad de la unidad didáctica.
- Como futura licenciada este trabajo de grado proyecto fortaleció mi proceso de formación profesional en cuanto a la enseñanza de la epigenética, por medio de diferentes actividades que permitieran relacionar como las situaciones cotidianas influyen en la expresión de los genes y el desarrollo de otras habilidades, la pertinencia de la formación de los docentes en el campo de la epigenética, ya que es necesario que los profesores de ciencias tengan un conocimiento actualizado de las teorías científicas y sus proyecciones con otras áreas con el fin de hacer evidente la relación entre diferentes disciplinas al interior de la biología

9. Recomendaciones

La epigenética es un tema importante por eso se hace necesario vincularla a los escenarios educativos por tanto se recomienda:

- Elaborar otro módulo donde se tenga en cuenta como fluye la información genética en los seres vivos (dogma central de la biología molecular) con sus modificaciones.
- Elaborar un módulo sobre la regulación génica.

- Incluir otras habilidades científicas diferentes a las propuestas en el material didáctico previas a la argumentación.
- Continuar contribuyendo desde el quehacer docente en el desarrollo y diseño de material didáctico entorno a la epigenética, donde se trabajen aspectos teórico-prácticos, didácticos, pedagógicos, reflexivos y críticos, con el fin de favorecer el aprendizaje en los estudiantes.

Anexo 1: Encuesta de validación



FACULTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
 TESISISTA: MARIA ISABEL OTÁLORA FAJARDO
 DIRECTORA: SILVIA GÓMEZ DAZA.

AVISO: Por ser un trabajo que aún no se sustenta ante el departamento de Biología, no se divulgará el material educativo hasta que sea aprobada por los jurados y directores correspondientes.

Responda el siguiente formato evaluando los diferentes aspectos de acuerdo a lo observado en la Unidad Didáctica: Enseñanza de la epigenética: genes y ambiente; la cual fue diseñada para estudiantes del colegio Cafam del grado décimo. Asigne de 1 a 5; teniendo en cuenta que 1.0 equivale al valor más bajo y 5.0 al valor más alto. También al final del formato encontrará una parte de sugerencias donde puede establecer ideas o inquietudes para mejorar.

Formato de evaluación	Puntaje	Observación
1. Contenido		
Es pertinente la unidad didáctica para la enseñanza de la epigenética.	5.0	Si, es pertinente y apropiada
Es coherente el diseño general de la unidad didáctica con relación a la presentación de cada uno de los temas.	5.0	
Los conceptos que se encuentran en la unidad son claro y explicativos.	4.6	Muchos de los conceptos son claros
La presentación y secuencia d los contenidos tiene una estructura adecuada	5.0	La secuencia es adecuada
Los esquemas e ilustraciones son claros y acordes a la explicación del tema tratado.	4.2	Algunas imágenes no son tan claras y el tamaño es pequeño.
2. Aspectos funcionales.		
La información que se presenta se encuentra actualizada y adecuada para la enseñanza de la epigenética.	5.0	
El contenido presentado permite la enseñanza del tema.	5.0	Esta bien realizada la secuencia y presentación de los temas.

Se puede extender a otro tipo de audiencias	4.6	Siempre y cuando tengan algunas bases de los temas, ya que estos no se explican desde 0 en la unidad.
La unidad didáctica tiene relación con el programa de biología del grado octavo, décimo y once del colegio Cafam.	5.0	Va acorde al programa curricular.
La unidad didáctica presenta información adecuada y suficiente para que el estudiante desarrolle diferentes habilidades principalmente la argumentativa.	4.8	
3. Actividades		
El vocabulario usado en la unidad didáctica es sencillo y adecuado para ser comprendido por los estudiantes.	4.8	
Las actividades de estructuración y aplicación, los contenidos y evaluaciones proporcionadas están acordes a los objetivos.	5.0	
Por medio de las actividades planteadas los estudiantes pueden comprender la epigenética.	5.0	Los temas presentados permiten la enseñanza de la epigenética

4. Evaluación.		
La forma de evaluar es adecuada	5.0	
La evaluación permite medir la comprensión del tema.	5.0	La manera de realizar la evaluación es pertinente
5. Aspectos estéticos.		
La elaboración de cada contenido de la unidad didáctica presenta una estructura ordenada.	4.2	Algunas paginas se pueden mejorar en cuestión del manejo del espacio, ya que algunas se ven muy junto el texto y la imagen.
El diseño de la unidad didáctica es agradable para el lector.	4.6	El diseño es llamativo, sin embargo, es necesario revisar algunos manejos del espacio como en la página 44 donde la imagen se podría hacer mas grande y llamativa.
El color, tamaño de la letra es adecuada para el diseño de la unidad didáctica	4.5	Revisar algunos títulos ya que aparecen con mayúsculas y otros con

Anaxo2: Unidad didáctica diseñada

Se encuentra en el Enlace: <https://heyzine.com/flip-book/6fdb401e80.html>

10. Bibliografía:

Ageitos, N., Puig, B., & Calvo Peña, X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica.

Arceo-Martínez, M. T., Valadez-Graham, V., & Palomera-Sanchez, Z. (2020). Epigenética: candados y llaves durante la lectura del ADN. *Revista Digital Universitaria*, 21(6).

Bernal, S. (2013). Unidad didáctica: tecnología del DNA recombinante para la enseñanza de algunos conceptos en biología molecular. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Camó, L. S. Mecanismos epigenéticos de regulación de la expresión génica. *ÍNDICE: I. GENOMA: NUEVOS CONOCIMIENTOS, NUEVAS PREGUNTAS.*

Cooper, G. M., Hausman, R. E., & Wright, N. (2008). *La célula* (No. Sirsi) i9788471015884). Marbán.

Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Curtis. biología*. Ed. Médica Panamericana.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2007). *Biología*. Ed. Médica Panamericana.

Coll, V. B. (2007). Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos. *Química Aplicada a la Ingeniería Biomédica*

Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, J., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, 21(2), 149-170.

Esquier Galeano, D. (2016). Influencia de las técnicas de reproducción asistida sobre la salud de la descendencia.

Gómez, D. H. A., & Puentes, E. T. (2017). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *NORIA investigación educativa*, 1(1), 41-47.

García R, Ayala PA, Perdomo SP. Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana. *Rev. Cienc. Salud* 2012; 10 (1):59-71.

Galindo, A. A. G., Puig, N. S., & 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: revista de investigación y experiencias didácticas*, 325-340.

Hinestrosa, L. L. (2023). Propuesta educativa sobre epigenética desde los elementos de la teoría de contenidos planteada por izquierdo. *Bio-grafía*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18332>

López, D. A. & Camargo, O. J. (2020). *La epigenética como problema de conocimiento*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12593>.

Martins,A,(2019).El pez hembra que desarrolla testículos cuando desaparece el macho y otros extraordinarios ejemplos del cambio de sexo en animales, BBC News Mundo. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49113360>.

Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M., & Pérez, M. L. (2000). Estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Monge, M. C. M. GUÍA PARA EL DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS.

Ramírez, M. (2017), Cambios epigenéticos en las abejas

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.

Pérez Morales, J. I. (2008). *La evaluación como instrumento de mejora de la calidad del aprendizaje. Propuesta de intervención psicopedagógica para el aprendizaje del idioma inglés*. Universitat de Girona.

Pierce, B. A. (2009). *Genética: Un enfoque conceptual*. Ed. Médica Panamericana.

Palacios, F. J. P., & de Dios Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 369-386.

Salguero, A. R. C. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *EmásF: revista digital de educación física*, (2), 41-53.

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.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Recuperado de <http://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ense%C3%B1anza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmart%C3%AD.pdf>*.

Piferrer, F., & de la Barceloneta, P. M. epigenética de la determinación del sexo en los peces: cómo la temperatura durante las fases larvarias determina la proporción de sexos en la lubina y su aplicación a la acuicultura para la obtención de un mayor número de hembras

Porras-Contreras, Y. A., Tuay-Sigua, R. N., & Ladino-Ospina, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 143-161.

Valencia López, V. E. (2015). Revisión documental en el proceso de investigación. *Universidad Tecnológica de Pereira. Univirtual Aprendiendo Juntos. Recuperado de: <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771>. Pdf.*

Zudaire Ripa, M. I. (2016). ¿Debe incorporarse la epigenética al currículum de la educación secundaria?

Zudaire Ripa, M. I., Larrañeta Iribarren, A., & Napal Fraile, M. (2017). Recomendaciones para la enseñanza de la epigenética en la educación secundaria: informe final para los centros, septiembre 2017.