

**“LA INCIDENCIA DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN LA
ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE ADN.”**

Paula Andrea Betancur Flórez

Asesor:

Yirsén Aguilar Mosquera

Línea de investigación:

Historia y epistemología de las ciencias

Licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia

2008

1. PREGUNTA PROBLEMATIZADORA

¿Cómo contextualizar el ADN a partir del uso de la historia y la epistemología de las ciencias, de modo que permita una mejor comprensión en el aprendizaje?

Resumen: a continuación se presenta un estudio histórico - epistemológico sobre la construcción del concepto de ADN, en el cual se tiene en cuenta los personajes que aportaron en él de una u otra forma, sus diferentes pensamientos y conceptos, además el momento histórico que Vivian. Con base en el análisis realizado se hace una recontextualización en la que se contrastan diferentes puntos de vista sobre lo que es la herencia y la evolución desde la biología molecular. Finalmente se presentan algunas opciones para utilizar este tipo de metodología en la enseñanza de las ciencias con una serie de talleres que permiten el análisis crítico y constructivo por parte de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

2. INTRODUCCIÓN

El proceso de construcción de una teoría o de un concepto científico, se ve influenciado por muchos aspectos de carácter cultural, político, religioso y además por intereses particulares, que omiten ciertos acontecimientos y personajes claves que ayudan a entender los procesos históricos en los que se presentó.

Esta investigación pretende que se conozcan los acontecimientos y personajes que participaron en la construcción del concepto de ADN y su relación con la herencia y la evolución, para que se conviertan en un elemento didáctico que ayude en los procesos de enseñanza – aprendizaje, desde un punto de vista más crítico en el que se entienda que la ciencia es una forma de explicar el mundo y que no es una verdad absoluta y terminada, que por el contrario se encuentra en continuo cambio debido a su constante verificación y evaluación.

3. JUSTIFICACIÓN

Cuando nos detenemos a observar los procesos de aprendizaje de los estudiantes de básica secundaria, nos encontramos con que presentan cierto grado de dificultad frente al conocimiento científico y en especial para aquel que no es fácilmente percibido por los sentidos. Como maestros en formación es nuestra labor buscar mecanismos que permitan un acercamiento a la ciencia y que puedan asumirla como una actividad de personas como ellos y no por “científicos” un poco alejados del mundo. Es por este motivo que se ha decidido abordar, en este trabajo, el tema de ADN puesto que es difícil de comprender, y para muchos de los estudiantes se torna abstracto e incomprensible.

Una buena forma de generar una conexión entre la estructura del ADN con procesos de la vida diaria, es la herencia, puesto que la mejor forma de percibir el paso de la información genética de un individuo a otro, es observando los rasgos comunes entre familias y diferentes generaciones, además como éstas conservan características generales que diferencian una especie de la otra, y es a partir de estas coincidencias entre los seres vivos que se inicia la búsqueda de una explicación científica y se llega a conclusiones como las de la “biología molecular”, iniciada en la década de los cincuentas con James Watson y Francis Crick.

Se tiene además como precedentes los vacíos conceptuales y la utilización inadecuada de términos y conceptos que hacen que el tema sea aun mas confuso y difícil de asimilar, generando con ello la apatía, dado que no se puede establecer una relación de los fenómenos o procesos, en este caso particular la estructura y funciones de ADN, con los hechos o sucesos cotidianos mas comunes y frecuentes.

En tal sentido, la historia y la epistemología son una herramienta fundamental para lograr que se conozca el proceso de construcción de un concepto y de todos los aspectos que influyen en su desarrollo, es decir, a través de los análisis históricos epistemológicos, se puede conocer las dinámicas propias de las ciencias. Por esta razón es de real importancia cuestionar por qué en la mayoría de los libros de texto se omite la información sobre el desarrollo histórico y la construcción social de la ciencia presentándola siempre como algo terminado y como una verdad absoluta lo cual puede ser mal interpretado y terminar convirtiéndose en un obstáculo para el aprendizaje.

Consecuente con lo anterior, puede plantearse que, el proceso de aprendizaje basado en la historia y epistemología puede generar un pensamiento más reflexivo y crítico en los estudiantes lo cual no solo es provechoso para el aprendizaje del concepto de ADN sino que le es útil para todas las situaciones que debe afrontar en su proceso de formación y además podrá ser un mejor ser humano.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

4.1.1 Analizar el proceso de construcción del concepto de ADN, el contexto en el que emerge y su utilidad en la comprensión de procesos referidos a la herencia de características en individuos de la misma especie.

4.2 Objetivos específicos

4.2.1 Mejorar los procesos de aprendizaje de conceptos científicos mediante la lectura e interpretación de autores y libros originales.

4.2.2 Conocer los aportes realizados por diversos personajes en la construcción del concepto de ADN.

4.2.3 Realizar una recontextualización del concepto de ADN por medio de la historia y epistemología de las ciencias y su relación con la herencia y los procesos de evolución.

5. CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA

La presente investigación se considera teórica o básica ya que se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en reconceptualizar algunos aspectos de la herencia e incrementar los conocimientos científicos o filosóficos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico.

Los pasos fundamentales en toda investigación teórica podrían resumirse de la siguiente manera:

5.1. Surgimiento de la duda, identificación del problema y su precisión con vistas a investigarlo.

5.2. Análisis de las condiciones exigidas y repaso de las teorías, estudios y experimentos relacionados con el mismo.

5.3. Análisis de su importancia y restricciones en el marco de la teoría y la ciencia en cuestión.

5.4. Fundamentación (demostración) de la solución, establecimiento de la propiedad fundamentalmente mediante el razonamiento lógico y la heurística, dentro del sistema teórico en cuestión e informe del resultado logrado.

Desde otro punto de vista se le puede dar un enfoque hacia el análisis de contenidos en el *Luís Porta y Miriam Silva* afirman que: El Análisis de Contenido nos ofrece la posibilidad de investigar sobre la naturaleza del discurso. Es un procedimiento que permite analizar y cuantificar los materiales de la comunicación humana. En general, puede analizarse con detalle y profundidad el contenido de cualquier comunicación: en código lingüístico oral, icónico, gestual, gestual signado, etc. y sea cual fuere el número de personas implicadas en la

comunicación (una persona, diálogo, grupo restringido, comunicación de masas...), pudiendo emplear cualquier instrumento de compendio de datos como, por ejemplo, agendas, diarios, cartas, cuestionarios, encuestas, tests proyectivos, libros, anuncios, entrevistas, radio, televisión... (HOLSTI: 1968).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la intención de esta investigación se enmarca en estas pretensiones, lo cual permite considerarla como una investigación de naturaleza teórica.

por otra parte, esta investigación se desarrolló atendiendo a las siguientes fases:

Fase 1:

La investigación surge desde el interés particular de un grupo de estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la universidad de Antioquia, que conforman un grupo orientado a la enseñanza de las ciencias desde la historia y la epistemología. Es importante destacar que todas las fases de la investigación fueron sometidas al análisis del grupo en el cual se hicieron los comentarios y las correcciones pertinentes para cada una de las investigaciones realizadas por lo miembros del grupo.

La pregunta de la investigación se generó de acuerdo con la experiencia adquirida dentro de la practica docente y su relación con las dificultades que presentan los alumnos para adquirir conocimientos claros sobre el concepto de ADN. La pretensión de esta investigación, es demostrar que el conocimiento orientado en la lectura y análisis de textos originales de los personajes que construyeron algún concepto ayuda de manera significativa a la comprensión de éstos.

Fase 2:

En esta fase se inicia el rastreo de los libros y personajes que tuvieron alguna relación con la construcción del concepto y además de aquellos de quienes se tomaron ideas que fueron claves para llegar a conclusiones certeras sobre el tema.

Después de tener la información, se analizan y contrastan algunas ideas para así facilitar la comprensión del modelo de ADN, su estructura y función.

Fase 3:

Se realiza una reflexión de orden teórico que permitió la construcción del marco teórico y una propuesta del concepto de ADN y su relación con los mecanismos de herencia de los seres vivos.

6. MARCO CONCEPTUAL.

6.1 El uso de la historia y la epistemología y sus Implicaciones educativas

El aprendizaje de los conceptos en la escuela se basa principalmente en la definición de estos y en su aceptación como verdades absolutas asumidas culturalmente. Es por tal motivo que la educación en general ha descuidado otros aspectos fundamentales como los procesos históricos presentes en la construcción de estos conceptos.

Toda la ciencia se construye a través de la historia, y sujeta a particularidades de su contexto, época y pensamientos, como respuesta a las inquietudes y necesidades de construir el mundo. “Nos hemos propuesto enseñarle a los estudiantes la manera de llegar a respuestas correctas que nuestra civilización nos ha enseñado que son correctas”¹ es por esta razón que limitamos las posibilidades de que muchos de ellos planteen sus propias visiones e innoven en el ámbito de la ciencia como investigadores, “La característica más notable de esta educación consiste en que, en grado totalmente desconocido en otros campos creativos, se realiza mediante libros de texto. Por lo general, los estudiantes y graduados de química, física, astronomía y biología adquieran la sustancia de sus disciplinas de libros escritos especialmente para estudiantes”² por consiguiente no se permite el contacto directo con los textos originales escritos por los autores involucrados en la construcción de un concepto o teoría, los cuales se encuentran dotados de una riqueza enorme que se puede emplear como herramienta didáctica y constructiva del pensamiento científico en los estudiantes. En contraste con esto el conocimiento de los procesos por los cuales se estructura un concepto, las relaciones entre los personajes que de una u otra

¹ KUHN S. Tomas , la tensión esencial: tradición e innovación página 251

² KUHN S. Tomas, la tensión esencial: tradición e innovación página 251

manera contribuyeron a crear una ciencia tiene implicaciones de considerable importancia en el aspecto educativo.

Por otra parte, la ciencia como construcción social brinda posibilidades para mejorar los niveles de comprensión y asimilación del conocimiento científico, pues humaniza la ciencia y muestra que no es algo ya terminado, sino que varía de acuerdo con las interpretaciones que tiene cada una de las personas que intervienen en ella. De esta manera en el aula se puede tomar como ejemplo para realizar los procesos educativos, ya que es una herramienta para la formación en cuanto al trabajo en equipo, la formulación de hipótesis, la argumentación y la validación en comunidad, de los aportes realizados por cada uno de los integrantes de un grupo.

A continuación se presenta una descripción y análisis del proceso de formación de la teoría del ADN, en el que juegan un papel importante componentes históricos como epistemológicos, para la comprensión de los diferentes aspectos relacionados con su contextualización.

6.2 Componente histórico “desarrollo de la teoría del ácido desoxirribonucleico”

En el caso particular del concepto del ADN, encontramos dos personajes centrales: Francis Crick y James Watson a quienes se les atribuye la modelización y explicación de la estructura del ácido desoxirribonucleico, aunque también participaron Maurice Wilkins, Rosalind Franklin y Linus Pauling, quienes vivieron en esa misma época y adelantaban estudios que ayudaron a llegar a conclusiones importantes dentro de la investigación, solo que no contaron con la suerte y condiciones que si tuvieron Watson y Crick.

El desarrollo de la teoría molecular del ADN estuvo basada en las estructuras tridimensionales de las proteínas ya que se creía que eran las determinantes de la herencia. Durante la década de 1940 -1950 la comunidad de genetistas tenían la idea de que los virus eran genes desnudos, por lo que S. Luria sostenía que la mejor manera de conocer la composición de un gen era estudiando la estructura química de estos.

J. Watson y F. Crick partieron del supuesto de que la molécula de ADN contenía un gran número de nucleótidos enlazados en forma lineal y regular. A partir de los estudios cristalográficos de los físicos, M Wilkins y R franklin y de que además, tanto Watson como Crick no comprendían la formación de agregados cristalinos de las moléculas de ADN, se vieron en la necesidad de considerar la cadena azúcar - fosfato como extremadamente regular para así buscar una configuración tridimensional helicoidal en la que todos los grupos medulares tuvieran un idéntico entorno químico.

Crick tomó como hipótesis que la molécula de ADN era una hélice compuesta, formada de varias cadenas polinucleótidas enrolladas una en torno a otras.

Así pues al construir modelos moleculares, postularían que la cadena azúcar – fosfato era regular y se situaba en el centro de la hélice, mientras que el orden de bases era irregular y se situaba en el exterior de la hélice.

Entonces los últimos avances les permitieron aplicar, de acuerdo con la teoría sobre estructuras helicoidales, solo un pequeño número de soluciones formales compatibles con los datos experimentales de R. Franklin. Así la clave estaba en decidir cual era el número de cadenas polinucleótidas que existían dentro de la molécula del ADN.

Decidieron iniciar la solución referente a la explicación de la estructura química de modo que fuera lo suficientemente regular como para dar los módulos de difracción presentados por M. Wilkins y R. Franklin. El desarrollo de un programa de investigación requiere de un trabajo en comunidad, no tiene lugar si en él se utilizan teorías aisladas o métodos experimentales ateóricos. Por ello Watson y Crick acudieron al estudio de las publicaciones de Pauling relacionadas con la química estructural de los iones inorgánicos, ya que la clave del problema radicaba en deducir una disposición adecuada de tales iones, pues era necesario demostrar la neutralidad de los iones fosfato, pues no podían tener en el centro de la estructura dos cargas negativas juntas, porque se repelerían y no sería lógico, entonces decidieron incluir los iones Mg^{+} , con lo que lograron una solución parcial al problema.

Retomaron sus estudios dejando de lado la construcción de modelos moleculares basados en ejes de azúcar – fosfato. Cualquier modelo que situara la cadena

azúcar – fosfato en el centro de la hélice, obligaba a los átomos a estar más próximos de lo que permitían “las leyes de la química” establecidas.

Más tarde toman como hipótesis dentro de su investigación, los trabajos acerca de las proporciones relativas de las bases nitrogenadas (purinas y pirimidinas) en la estructura del ADN realizadas por el bioquímico austriaco Erwin Chargaff, en donde para todos los preparados de ADN el número de moléculas de adenina (A) era muy similar al número de moléculas de timina (T), mientras que el número de moléculas de guanina (G) era muy semejante al número de moléculas de citosina (C)

En el ADN de algunos organismos predominaban la adenina y la timina y en otros la guanina y la citosina lo que llevó a Crick a pensar en un “principio biológico perfecto”. Por aquel tiempo, algunos genetistas sostenían que la duplicación del gen requería la formación de una imagen complementaria, en la que la forma estaba relacionada con la superficie original como una cerradura respecto a su llave.

Por su parte Watson estudiaba la bioquímica de las interrelaciones del ADN, el ARN y la síntesis de proteínas. Consideró que el ADN era el soporte sobre el que se construirían las cadenas de ARN, a la vez que las cadenas de ARN eran las candidatas más aptas como generadoras de las proteínas. Había algunos datos, extraídos de experimentos realizados con erizos de mar, que hacían pensar en una transformación de ADN en ARN, de ahí la relación ADN –ARN – proteínas, en la que las líneas no significan transformaciones químicas, sino que expresan la transferencia de información genética desde la secuencia de nucleótidos en las moléculas de ADN, a las secuencias de aminoácidos de las proteínas.

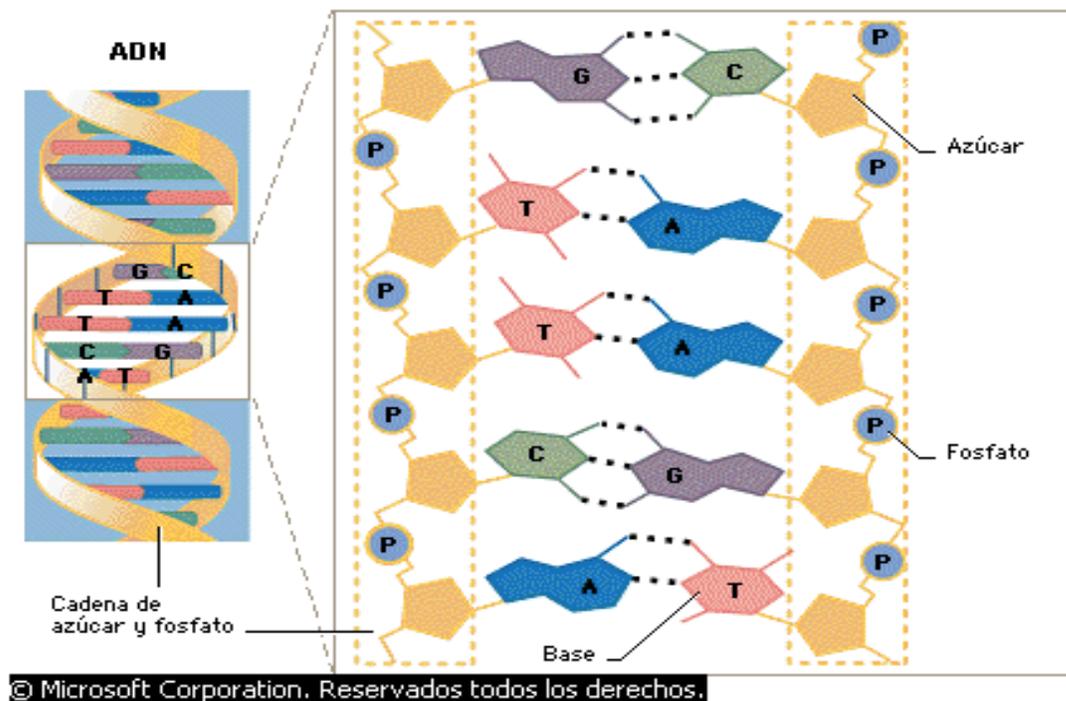
R. Franklin sugirió que cuando las moléculas de ADN estaban rodeadas de agua, las formas de cruz que predominaban en las fotografías sólo podían provenir de una estructura helicoidal y que con pocos cálculos se podría determinar el número de cadenas de la molécula.

Watson tomó entonces la iniciativa de construir modelos moleculares de dos cadenas, teniendo como referente que las estructuras biológicas se presentan en parejas. Además se resistía a situar las bases nitrogenadas en el interior debido a la sospecha de que dicha posición, implicase un número de modelos posibles casi infinito. Sin embargo, optó por ubicarlas en el centro de la estructura helicoidal bicatenaria y dedujo que dos secuencias irregulares de bases podían ser introducidas de un modo regular en el centro de una hélice, siempre que la forma cetónica de una purina se enlazara por un puente de hidrógeno con la forma cetónica de una pirimidina. La exigencia de tal enlace de hidrógeno, significaba que la adenina se emparejaría siempre con la timina, mientras que la guanina se emparejaría solamente con la citosina.

Dada la secuencia de bases de una cadena, quedaba automáticamente determinada la de su compañera. Esto era fácil de imaginar: una cadena aislada podía ser plantilla para la síntesis de una cadena con la secuencia complementaria.

En los logros obtenidos por los investigadores se refleja la construcción de la ciencia desde la indagación, el ensayo-error, la confrontación de teorías y el análisis de diversas ramas de la ciencia que tienen relación con la estructura y funcionamiento del ADN.

Partiendo de los avances realizados por Watson, Crick observó el hecho de que los dos enlaces glucosídicos (que unían una base con una azúcar) de cada par de bases estaban sistemáticamente relacionados por un eje perpendicular al eje helicoidal. Así ambos ejes podían ser girados y seguir teniendo sus enlaces glucosídicos apuntados en la misma dirección. Esto tenía la importante consecuencia de que una cadena podía contener, al mismo tiempo purinas y pirimidinas. Por otra parte, sugería que las dos cadenas debían correr en direcciones opuestas. Así se consolidaba más la explicación de una estructura helicoidal bicatenaria, complementaria, que mantenía en su periferia a los grupos azúcar – fosfato de forma regular, mientras que las bases nitrogenadas, en sus formas cetónicas se encontraban en el centro en relación 1:1 siempre adenina – timina y citosina – guanina, unidas entre si por un puente de hidrogeno.



Con respecto a los hechos, concepciones y explicaciones presentes en el apartado anterior se plantea un taller en el que los estudiantes reflexionen y puedan profundizar y entender mejor el proceso de construcción de una teoría científica.

A continuación se presenta un análisis del pensamiento, posiciones y concepción de ciencia de los autores de la estructura del ADN, en el que se dejan ver las inquietudes y los puntos de partida que permitieron desarrollar su teoría y además se contrastan con otros autores para así darle un sentido más crítico al concepto y su relación con la evolución.

6.3 Recontextualización de los conceptos claves en la comprensión de la teoría del ADN.

En este trabajo resulta importante resaltar las concepciones que tenían los autores sobre conceptos y teorías científicas para así entender a mayor profundidad su modelo, al hablar de selección natural, afirma Francis Crick:

6.3.1 El concepto de evolución

“Tal vez lo primero que hay que comprender es que un ser complejo, e incluso una parte compleja de un ser, por ejemplo un ojo, no apareció en único paso evolutivo. Por el contrario, evoluciono a través de una *serie* de pequeños pasos. Lo que realmente se quiere decir con pequeños pasos no necesariamente es obvio, ya que el crecimiento de un organismo está controlado por un programa elaborado, escrito en sus genes. Algunas veces un pequeño cambio en una parte clave del programa puede conducir a diferencias notables. Cada pequeño paso está causado por una alteración fortuita de las instrucciones genéticas. Muchas de estas alteraciones no harán ningún bien al organismo, pero ocasionalmente una determinada alteración fortuita puede aportar a un determinado organismo una ventaja relativa. Esto significa que el organismo dará lugar a una media de descendientes superior a la que normalmente daría. Si esta ventaja se mantiene en sus descendientes, entonces este mutante beneficiado, a lo largo de muchas generaciones, se extenderá gradualmente en la población. En los casos

favorables cada individuo llegará a poseer la versión mejorada del gen. La versión antigua habrá sido eliminada. De este modo, la selección natural es un hermoso mecanismo a través del cual los acontecimientos raros y favorables se convierten en hechos habituales”. En este párrafo se deja ver la inquietud que presenta el autor sobre la evolución que presentan los organismos de acuerdo a cambios que se presentan en estructuras microscópicas como los genes, en los cuales se presenta un mecanismo de herencia que debe ser “particulada”, tal y como lo demostró Mendel, y no “combinada”. En la herencia combinada, las propiedades de la descendencia son una simple mezcla de las propiedades de los padres. En la herencia particulada los genes, que es lo que se hereda, son partículas y no mezclas, lo que significa una diferencia fundamental. Desde este punto de vista se puede concluir que el material genético procedente de los padres en los organismos de reproducción sexual se encuentra ubicado en unas estructuras o partículas denominadas Genes. Por su parte los genes están formados por aminoácidos (es una estructura química basada en cuatro enlaces de un átomo de carbono. uno de los enlaces une al carbono a un átomo de hidrógeno; otro lo une al grupo amino y el tercero, a un grupo carboxilo, lo que confiere a esa estructura su carácter de aminoácido, en la cual queda un enlace libre para unirse con otro de su misma naturaleza, formando tripletas). Que son considerados como “letras de fundición”. La base de cada tipo de letra de la fundición es siempre la misma, para que puedan encajar en las ranuras que mantienen el conjunto, pero su parte superior es distinta, de modo que se puede imprimir cada una de ellas. Cada proteína tiene un número característico de aminoácidos y que deben estar en un orden específico. Los genes deben tener la secuencia correcta para cada una de las proteínas que sintetiza.

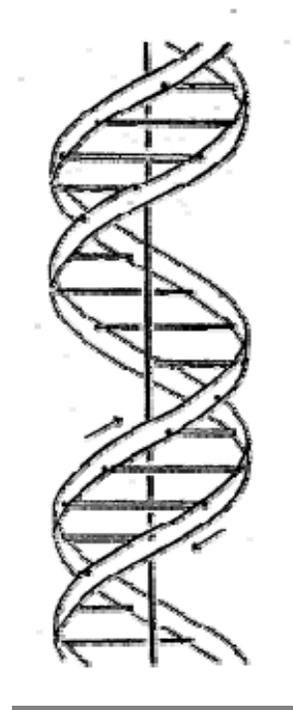
A partir de los conceptos analizados anteriormente se puede hacer una mejor lectura del artículo publicado en la revista [Nature](#), Abril 25, 1953, p. 737:

“Esta estructura tiene dos cadenas helicoidales cada vuelta en torno al mismo eje (ver diagrama). Hemos hecho las suposiciones químicas usuales, más específicamente, que

cada cadena consiste en grupos fosfato-diéster uniendo residuos de β -D-desoxirribofuranosa con enlaces 3',5'. Las dos cadenas (pero no sus bases) se relacionan por una díada perpendicular al eje de la fibra. Ambas cadenas siguen una hélice dextrógira, pero debido a las díadas las secuencias de átomos en las dos cadenas corren en direcciones opuestas. Cada una de las cadenas, por separado se parece al modelo N° 1 de Furberg (2); esto es, las bases están sobre la parte interna de la espira y los fosfatos en la externa. La configuración del azúcar y los átomos cercanos se aproxima a la "configuración estándar" de Furberg, el azúcar se dispone perfectamente perpendicular a la base adjunta. Hay un residuo sobre cada cadena cada 3,4 Å en la dirección-z. Hemos asumido un ángulo de 36 grados entre residuos adyacentes en la misma cadena, para que la estructura se repita después de 10 residuos sobre cada cadena, esto es, después de 34 Å. La distancia de un átomo de fósforo desde el eje de la fibra es 10 Å. Como los fosfatos están sobre la parte externa, los cationes tienen fácil acceso a ellos. La estructura es abierta, y su contenido de agua es más bien alto. Para nosotros, a contenidos bajos las bases se acercarían y la estructura sería más compacta.

El aspecto novedoso de la estructura es la manera en que las dos cadenas se mantienen unidas por bases púricas y pirimidínicas. Los planos de las bases son perpendiculares al eje de la fibra. Se reúnen en pares, una base de una de las cadenas unida mediante enlaces de hidrógeno a una base de la otra cadena, y así las dos se unen lado a lado con idéntica coordenada z. Una del par debe ser purínica y la otra pirimidínica. Los enlaces de hidrógeno se hacen como se indica a continuación: purina en posición 1 con pirimidina en posición 1; purina en posición 6 con pirimidina en posición 6 [etc.]

Esta figura es puramente esquemática. Las dos cintas simbolizan las cadenas azúcar-fosfato, y las varillas horizontales los pares de bases que sostienen las cadenas unidas. La línea vertical marca el eje de la fibra.



Si se asume que las bases sólo aparecen dentro de la estructura en la forma tautomérica más plausible (que es, con la configuración ceto más que con la enol) se encuentran los pares específicos de bases que pueden unirse. Estos pares son: la adenina (purínica) con timina (pirimidínica), y guanina (purínica) con citosina (pirimidínica).

En otras palabras, si una adenina es uno de los miembros de un par, sobre una cadena, entonces el otro miembro debe ser timina; algo similar ocurre para la guanina y la citosina. La sucesión de bases sobre una cadena única no parece estar restringida de ninguna forma. Sin embargo, si sólo pueden formarse determinados pares de bases, se sigue que conociendo la sucesión de bases sobre una de las cadenas, entonces la sucesión sobre la otra cadena queda determinada automáticamente.

Se ha encontrado experimentalmente (3,4) que la relación de adenina a timina, y la relación de guanina a citosina, están siempre muy cerca de la unidad para el ácido desoxirribonucleico. Probablemente es imposible construir esta estructura con un azúcar ribosa en lugar de desoxirribosa, el átomo extra de oxígeno la haría demasiado cerrada y formaría un enlace de van der Waals”.

A partir de la publicación del artículo comienza una nueva etapa en la biología “*la biología molecular*”, pues teniendo una mejor comprensión de la estructura del ADN se pudo entender mejor el proceso de la herencia, puesto que se propone un código que muestra los mecanismos por medio de los cuales los individuos reciben la información de sus progenitores y además está presente en todos los seres vivos ya sea como ADN o ARN, lo que es un avance significativo dado que unifica los principios e hipótesis de que provenimos de un ancestro común que ha evolucionado y se ha diversificado.

6.3.3 La herencia

“Todas las células provienen de otras células.” Con estas palabras, Rudolf Virchow captó la importancia de la reproducción celular tanto en organismos unicelulares como en pluricelulares. Debido a que todos los organismos vivos tienen una o más células, y todas las células descienden de células preexistentes, la reproducción celular es absolutamente esencial para la existencia de la vida en la tierra.

La herencia desde Mendel se resume en cinco postulados:

- a. Todo carácter físico de un organismo se corresponde con un factor hereditario.

- b. Los factores se presentan en pares
- c. Cada progenitor transmite un factor, y sólo uno, de cada par a todos y cada uno de sus descendientes.
- d. Los dos factores de cada par tienen igual probabilidad (en sentido estadístico estricto) de transmitirse de esa forma a cualquier descendiente.
- e. Algunos factores son dominantes, mientras otros son recesivos.

Es así como Mendel concluye sus estudios con guisantes en el monasterio, pues después de muchos años, cultivos, cuentas y matemáticas, encuentra que las características que pasan de un individuo a otro cumplen con las premisas anteriormente postuladas; en la década de 1860 no se tenían conocimientos sobre la estructura nuclear, ni mucho menos del ADN, pero se llegó a esta interpretación por medio de la observación.

Desde otro punto de vista, William Sutton en 1920 realizó el siguiente avance de importancia para la comprensión de los mecanismos de la herencia y la evolución. Le intrigo por qué habrían de guardar similitud física los cromosomas que se apareaban durante los primeros estadios de la meiosis (reproducción de los gametos). No cabía duda de que los cromosomas se contaban en parejas (así como para Mendel los factores también formaban parejas), ni de que las parejas se separan en los estadios finales de la meiosis. Cada progenitor no contribuye, a su descendencia, más que con un representante de cada pareja (posición similar a la de Mendel). Cada cromosoma debía portar varios genes, puesto que las células disponen de un número de cromosomas, 23 pares en el hombre, demasiado escaso para dar cuenta de todos los factores presentes en los seres humanos. Después de sus trabajos, el gen se convirtió en una realidad física. No podían verse los genes (es un segmento de ADN localizado en un lugar en particular sobre un cromosoma), pero con la ayuda de un microscopio y los colorantes pertinentes, los biólogos podían observar la actuación de conjuntos de genes, de los cromosomas.

7. IMPLICACIONES DIDACTICAS

El uso de la historia y la epistemología, en la educación, permite que la adquisición de los conceptos y conocimientos, se de desde un punto de vista más crítico y reflexivo, entendiendo que la ciencia es una construcción social en la que intervienen diferentes sujetos, contextos y particularidades propias de cada época y cultura. De esta manera se puede generar en los individuos la capacidad de enfrentarse a un mundo de constantes cambios, en los cuales puede ser protagonista desde el aspecto intelectual; es por esta razón que los talleres presentados en esta capítulo, gracias a su enfoque histórico - epistemológico permiten realizar comparaciones entre diversas teorías, mostrar puntos de vista, y relacionar los hechos y contextos en los que se desarrollaron las teorías del ADN, la evolución y la herencia.

En el aula de clase es importante la utilización de herramientas que permitan una efectiva construcción del conocimiento en los estudiantes, una de ellas son los talleres que se presentan a continuación en los cuales por medio del uso de la historia y la epistemología se puede llevar a la indagación sobre hechos, comparación sobre diferentes tipos de teorías y su relación con todos los aspectos referentes a la explicación del mundo que han dado los científicos a través del tiempo.

A continuación se presentan una serie de talleres que permiten un acercamiento al proceso de construcción del concepto de ADN, desde el análisis, la comparación y la concepción particular de cada una de las personas que puedan acercarse a él.

7.1 Taller número 1

Este taller se basa específicamente en preguntas abiertas relacionadas con el concepto de ADN, presentado por Watson y Crick en 1953, en el cual se explica su estructura; que luego se socializaran para enriquecer el aprendizaje mediante el discurso y los diferentes puntos de vista de los estudiantes.

1. Escribe un párrafo en el cual relaciones los siguientes conceptos: ADN, proteínas y aminoácidos.

2. De acuerdo con la estructura en forma de doble hélice postulada por los científicos Watson y Crick en 1953 ¿Cuáles fueron los indicios que los llevaron a dicha conclusión?

3. Además de Watson y Crick, otros personajes como R. Franklin, M. Wilkins, E. Chargaff y L. Pauling trabajaron sobre la estructura del ADN y consiguieron avances importantes en este proceso. ¿Por qué crees que ninguno de ellos pudo llegar a la interpretación de Watson y Crick, y no son reconocidos ni mencionados dentro de la mayoría de los textos escolares?

7.2 Taller número 2

Taller sobre el artículo de la estructura del ADN propuesto por J. Watson y F. Crick.

El siguiente taller se pretende reflexionar sobre la construcción de un modelo de ADN con algunos materiales fáciles de conseguir de acuerdo con las características presentes en el artículo de la revista [Nature](#), Abril 25, 1953, p. 737:

1. Materiales

- Cartulina de colores
- Palos de paleta
- Silicona
- Vinilos de colores
- Regla

2. Procedimiento

- a. Toma los palitos de paleta y píntalos de cuatro colores diferentes, un color para cada base nitrogenada (adenina, citosina, guanina y timina).
- b. Has un corte en la punta del palito de la adenina para que encaje en la timina y otro en la guanina para que encaje en la citosina a modo de rompecabezas.
- c. Cuando tengas formadas las parejas organízalas de tal manera que formen diferentes combinaciones de purinas y pirimidinas.

d. después de haber organizado las parejas pégalas en dos cintas de cartulina para formar una especie de escalera, y gírala para así conseguir un modelo semejante al de la figura del artículo.

7.3 Taller número 3

El propósito de este taller es realizar una comparación entre diferentes teorías para así tener más claridad sobre cada una de ellas.

1. De acuerdo con los diferentes puntos de vista sobre la herencia (de Mendel y Sutton) establece semejanzas en el siguiente cuadro:

Teoría de Mendel	Teoría de Sutton

2. Escoge los conceptos más relevantes de la comparación del punto anterior y realiza un crucigrama con sus respectivas pistas.

3. ¿De qué manera podemos evidenciar en nuestra familia la teoría de la herencia?

7.4 Taller número 4

El taller tiene como pretensión que se realice una asociación entre conceptos relacionados, formando conjuntos entre ellos.

En la siguiente sopa de letras se encuentran 10 conceptos, encuétralos y agrúpalos de acuerdo a su relación con *la herencia, la evolución y el ADN*.

M	N	A	S	D	F	G	H	J	K	L	Ñ	P	O	I
N	O	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	O	P	M	N
B	I	D	F	G	H	J	K	L	Ñ	Q	W	S	D	E
V	C	P	R	O	T	E	I	N	A	Z	C	V	F	H
C	A	A	S	D	Ñ	O	I	U	T	R	G	H	O	Y
X	T	R	D	G	R	N	A	B	N	M	E	Y	S	U
Z	P	E	T	K	U	O	P	I	T	O	N	E	F	J
Ñ	A	R	T	I	J	P	O	I	U	Y	O	R	A	I
L	D	F	G	H	H	Y	T	R	E	W	T	F	T	K
K	A	C	I	D	O	N	U	C	L	E	I	C	O	S
H	Q	W	R	R	T	Y	U	I	O	P	P	U	U	E
G	A	S	D	F	G	H	J	K	L	Ñ	O	J	G	N
F	O	Z	X	C	V	B	N	M	A	E	T	G	F	E
D	E	S	P	E	C	I	E	W	S	D	R	F	D	G
S	E	L	E	C	C	I	O	N	A	T	U	R	A	L

Herencia:

Evolución:

ADN:

7.5 Taller número 5

La realización de dibujos y diálogos entre personajes dejara ver la percepción que tienen los individuos sobre los acontecimientos y construcción de cada una de las teorías.

De acuerdo con las relaciones establecidas entre las diferentes teorías, como la de Watson y Crick, Mendel, Sutton, entre otras, realizar una tira cómica en la que estos personajes interactúen y dejen ver sus posturas, aportes e importancia para la explicación de “*la vida*” y su comportamiento.

7. CONCLUSIONES

7.1 Los postulados formulados para el modelo de la estructura química del ADN propuestos por J.Watson y F. Crick son Básicos y de interés biológico considerable.

7.2 El proceso que condujo a la explicación del modelo de la estructura química del ADN se desarrollo mediante un proceso de investigación que muestra que la ciencia no avanza obedeciendo a observaciones atóricas, teorías aisladas, pruebas de ensayo - error, o métodos basados únicamente en la experimentación. Por el contrario requiere del apoyo interdisciplinario y en comunidad.

7.3 La enseñanza de un concepto científico es más enriquecedora si se parte del conocimiento de los procesos que permitieron su formación, debido al acercamiento más humano a sus personajes, en los cuales se pueden encontrar diferentes facetas que fortalecen la investigación.

7.4 La estructura del ADN contribuye a la explicación de los procesos de herencia y evolución en los seres vivos.

8. BIBLIOGRAFIA

- 7.1 AUDESIRK Teresa y Gerald, Biología la vida en la tierra, Prentice Hall, Cuarta edición 1996
- 7.1 FRANCIS, Crick. Que loco propósito. Tusquets Editores, S.A. Primera edición diciembre de 1989.
- 7.2 GRIBBIN, John, En busca de la doble hélice. Salvat editores S.A. Barcelona. Edición original 1986
- 7.3 KUHN Tomas S., la tensión esencial: tradición e innovación página 251
- 7.4 WATSON, James. Pasión por el ADN. CSHLperss. Primera edición 2000.
- 7.5 WATSON, James. CRICK, Francis. La estructura del ácido desoxirribonucleico. Tomado de revista Nature. 25 de abril de 1953. vol 171 páginas 737- 738