



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LAS PROTEINAS Y SU FUNCION EN EL CUERPO  
HUMANO; UNA PROPUESTA DE AULA PARA  
ESTUDIANTES DE CICLO CUATRO**

**RICARDO SUAREZ MEDINA**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Básicas  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Bogotá, Colombia  
2013



# **LAS PROTEINAS Y SU FUNCION EN EL CUERPO HUMANO; UNA PROPUESTA DE AULA PARA ESTUDIANTES DE CICLO CUATRO**

**Ricardo Suárez Medina**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Directora:

Dra. Mary Ruth García Conde

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Básicas

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Bogotá, Colombia

2013

## DEDICATORIA

*A Dios por haberme dado la posibilidad de conocerle y amarle, además me ha brindado su fuerza sin la cual no habría podido terminar este trabajo*

*A mi padre José A. Suárez que aunque no está en este mundo, me enseñó con su ejemplo e inteligencia que los sueños siempre son alcanzables, solo depende de lo que haces para lograrlos y a mi madre Aura María Medina, la persona más incondicional que nunca ha dejado de creer en mí.*

*A mi Profesora Mary Ruth, que ha creído en mí y me ha dado fortaleza en momentos de debilidad.*

Una persona es capaz de lograr lo que sea si su entusiasmo no tiene límites.

Charles Schwab

## **Agradecimientos**

A la Doctora **Mary Ruth García Conde**, docente del departamento de biología de la Universidad Nacional de Colombia, maestra con gran sentido de compromiso y responsabilidad con su labor pedagógica, con su luz iluminó, guió y amoldó mis pasos, dándole al proceso de enseñar una connotación valedera.

A todos mis maestros de la Universidad Nacional de Colombia, “Alma Mater” por despertar en mí la curiosidad y el deseo de adquirir nuevos conocimientos y destrezas que hagan de la enseñanza un proceso de amor y servicio a los demás.

Al Colegio Alfredo Iriarte y en especial a todos mis compañeros que le dieron soporte a mis sueños, apoyándome día a día y mis estudiantes que son los que le dan vida a una institución Educativa, que con sus experiencias hacen de los docentes mejores personas.



## Resumen

Las proteínas son una de las biomoléculas más importantes, por la cantidad de funciones que cumplen en nuestro organismo. En la escuela se enseña básicamente el proceso que va desde el ADN hasta la síntesis de proteínas; sin llegar a entender que la estructura y la función son las responsables de permitir el correcto funcionamiento del organismo. Con el fin de contribuir a superar esta falencia se diseñó una propuesta de aula que integra el conocimiento sobre estructura con la función de las proteínas. La propuesta utiliza la metodología de Enseñanza para la Comprensión, la cual genera compromiso por parte del estudiante, genera autonomía y permite evidenciar de forma clara, que procesos cognitivos se le dificultan al estudiante. Además se integró en la propuesta el uso de Mapas Mentales, que brindan una forma alterna, lúdica y adecuada al trabajo del estudiante; puesto que permite recoger, ordenar y procesar información, y facilita la asimilación de conceptos. Para evaluar este proceso cognitivo se diseñaron dos OVAS (Objetos Virtuales de Aprendizaje) con los cuales se evaluaron los conceptos previos, y se realizó el proceso de retroalimentación de problemas cognitivos y otro con el fin de facilitar el aprendizaje de la temática al estudiante.

**Palabras clave:** Enseñanza para la Comprensión, Mapas Mentales, Proteínas, Biomoléculas, OVA.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
Planteamiento del problema.....	4
Objetivos.....	6
<b>1. Revisión teórica</b> .....	<b>7</b>
1.1 Referente Epistemológico y disciplinar .....	7
1.2 Referente pedagógico .....	17
<b>2. Descripción de la propuesta didáctica</b> .....	<b>23</b>
2.1 Análisis de la enseñanza .....	23
2.2 Contexto institucional.....	23
2.3 Enseñanza para la Comprensión.....	25
2.3.1 Elementos de la comprensión .....	25
<b>3. Diagnóstico y talleres</b> .....	<b>29</b>
<b>4. Recomendaciones</b> .....	<b>37</b>
<b>5. Bibliografía</b> .....	<b>55</b>
<b>A. Anexo: Taller diagnóstico</b> .....	<b>38</b>
<b>B. Anexo: Artículo análisis</b> .....	<b>43</b>
<b>C. Anexo: Mapas Mentales</b> .....	<b>51</b>



## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Proceso de replicación.....	14
Figura 1.2 Síntesis de ARN.....	14
Figura 1.3 Maduración del ARN.....	15
Figura 1.4 Síntesis de Proteínas.....	16
Figura 1.5 Plegamiento de las proteínas.....	16
Figura 1.6 Diagrama de funcionamiento de la EpC.....	19
Figura 3.1 Ejes básicos EpC .....	26

## Introducción

Generalmente las investigaciones o evaluaciones sobre el aprendizaje se enmarcan básicamente en lo que logra el estudiante con lo que se le enseña, pero muchos de esos resultados dependen mucho del perfil y de las habilidades del docente. Hace ya bastante tiempo se tiene claro que a pesar que el conocimiento debe ser un ejercicio realizado en gran parte por el estudiante como actor principal, también es claro que una base muy sólida por parte del docente en cuanto a su formación disciplinar es clave a la hora de enfocar y llevar a las habilidades y desempeños esperados por sus estudiantes, por lo cual, al saber el docente que y como enseñar es mucho más fácil tener un acercamiento a la pedagogía y didácticas acordes a dichas necesidades. *“La comunidad de expertos en el tema coincide en la necesidad de que el profesor tenga una sólida formación teórica en el campo disciplinar para que su práctica sea satisfactoria, es decir que su intervención pedagógica sea rigurosa; que sea un profesional autónomo, que posea conocimientos sobre los contenidos didácticos y pedagógicos. Así, su formación debe asentarse en la apropiación de los fundamentos disciplinares de las ciencias y en las elaboraciones que aporta la investigación en didáctica con miras a la utilización significativa del conocimiento al aprender a enseñar ciencias”* (Angulo: 1998, Pag. 2).

Pero cualquier metodología pasaría a segundo plano sin el combustible esencial de cualquier ciencia básica y es el despertar el interés de las personas por buscar las respuestas o por lo menos crear una imagen suficientemente lógica que explique la realidad evidente para comprobarla, ni hablar del reto con los niños, es imperativo mantener lo que ellos ya tienen, curiosidad *“el afán por descubrir alimenta la creatividad en todos los campos, no solo en las ciencias exactas, si llegáramos a la meta, el espíritu humano se marchitaría y moriría”* (Avendaño: 2011, Pag. 2)

¿Porque es importante el conocer acerca de las proteínas? Con algunas excepciones, casi todas las funciones biológicas dependen de alguna manera o son reguladas por las proteínas, ellas están formadas por aminoácidos en forma de cadena, los cuales se pliegan, adquiriendo una estructura tridimensional necesaria para su función. (Seguí: 2011) Estas proteínas adquieren su forma o estructura dependiendo de los aminoácidos que las componen, los cuales a su vez están codificados en forma de ADN y cumplen funciones variadas como las enzimas, que regulan procesos al acelerarlos empleando menos energía, forman pasajes o túneles que le ayudan a pasar sustancias a la célula desde el medio exterior al interior y hasta son capaces de responder a la luz como las rodopsinas dentro de miles de funciones mas, por eso es tan importante comprender el proceso y

funcionamiento de ellas, además, de las consecuencias de algún fallo en su construcción (De Alba: 2012).

Algunos conceptos o temas son muy importantes en biología, y lo son precisamente porque tienen la facultad de servir como enlace y evaluación de conceptos previos, y a su vez, sirven de base para entender otros a profundidad. El estudio de las proteínas tiene estas cualidades, por esto, el diseño adecuado de una metodología que abarque todo el proceso de las proteínas hasta su función, basado en la enseñanza para la comprensión como herramienta pedagógica, permitirá desarrollar habilidades mucho mas criticas y autónomas en los estudiantes, no solo en este tema sino en todos los que se le presenten en su vida. (Klung: 1999).

## Planteamiento del problema

En Colombia es evidente la calidad de la formación académica que reciben los estudiantes egresados de la educación media de la mayor parte de colegios públicos. El bajo desempeño, en muchas áreas, implica deficiencias en el manejo de la información o utilización de la misma. A los estudiantes no se les presentan retos y en muchos casos la fuente de información y de la verdad sigue siendo el docente. El construir estrategias para enfrentar retos implica varios pasos; desde el cambio mental de los docentes en cuanto a su cualificación conceptual profundizando sus conocimientos disciplinares y pedagógicos, hasta el diseño de programas o currículos que presenten líneas o procesos lógicos a los estudiantes, facilitando su comprensión y evidenciando la estrecha relación de conocimientos e integrando las interrelaciones e interdependencias entre ellos. Este último problema es el que se quiere abordar proponiendo una estrategia pedagógica e integradora de los conceptos relacionados con las proteínas.

En la enseñanza de las ciencias Biológicas, los conceptos relacionados con el ADN-ARN-PROTEINAS y FUNCION BIOLÓGICA, uno de los dogmas fundamentales de la Biología, son procesos cuya comprensión no deberían desligarse uno del otro; puesto que permiten comprender la mayor parte de conceptos de éste campo del conocimiento. Sin embargo actualmente al estudiante sólo se le muestran estos conceptos sin ninguna conexión y sin relacionarlos con el papel que juegan en el funcionamiento del organismo, además se fragmentan en diferentes grados académicos. Por esta razón los resultados en las pruebas nacionales e internacionales son deficientes; ya que las preguntas, indagan sobre cómo funciona el organismo y la organización del currículo y la estrategia de enseñanza-aprendizaje utilizada, no permite dar cuenta de esta respuesta.

Los estudiantes no vinculan la información almacenada en el ADN con las proteínas, ni su función biológica; bien sea estructural o de regulación de los procesos biológicos, como es el caso de las enzimas y mucho menos su papel en los procesos de diferenciación y función celular. Es tan importante este proceso, que la comprensión de temas como enfermedades genéticas y metabólicas, evolución, adaptación, ciclo celular, reproducción, entre otros campos, depende de un aprendizaje significativo de este dogma.

Es también claro que la parte pedagógica juega un papel preponderante en el proceso y manejo de la información. Hay dificultades con la memorización de los conceptos aprendidos, que implican la memoria a corto plazo del estudiante; puesto que al momento de evaluarlos simplemente los estudiantes lo han olvidado. La comprensión se presenta cuando la gente puede pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que sabe. Por contraste, cuando un estudiante no puede ir más allá de la memorización y el pensamiento

y la acción rutinarios, esto indica falta de comprensión. Comprender un tópico quiere decir, utilizar el tópico para: explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar de maneras que van más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. (Jaramillo, R. 2004). Comprender es ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. La capacidad de desempeño flexible es la comprensión (Perkins, 1999, En: Stone: 1999. La enseñanza para la comprensión).

Por todo lo mencionado anteriormente el fundamento didáctico de la propuesta de aula se centra en la Enseñanza para la Comprensión porque trabaja mucho con el trabajo del estudiante, bajo las siguientes premisas: favorece la organización de los procesos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje, teniendo en cuenta los conceptos a enseñar, los objetivos y unos desempeños relacionados con la comprensión de los mismos, lo cual se espera mejore el desarrollo cognitivo del estudiante y evita la saturación de conceptos y contenidos aislados. Puesto que se centra en desempeños de comprensión, que son actividades que van más allá de la memorización y la rutina y que le piden al estudiante que vaya más allá, lleva a avances en la comprensión así como a producciones de comprensión, lo cual va en favor de un conocimiento interdisciplinario y de la búsqueda de solución para los problemas a enfrentar, que se fundamenta en el saber del estudiante.(Jaramillo, R. 2004).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Construir una propuesta didáctica que permita la comprensión del proceso desde el ADN hasta la estructura y función biológica de las proteínas, utilizando como herramienta pedagógica el modelo de la enseñanza para la comprensión y diseñar un software de evaluación interactiva del mismo proceso.

### **Objetivos específicos**

- Realizar una revisión teórica y epistemológica que sirva de fundamento para la propuesta.
- Hacer un diagnóstico de los conceptos previos esenciales relacionados con la temática que tienen los educandos.
- Plantear una estrategia didáctica que vincule la estructura y función de los ácidos nucleicos y las proteínas en los procesos biológicos celulares; teniendo en cuenta los resultados del análisis diagnóstico.
- Diseñar un programa para evaluación interactiva de los conceptos relacionados con las proteínas, su aplicación en la función celular y regulación del organismo.

# 1.Revisión teórica

## 1.1 Aspectos Epistemológicos y disciplinares

No se sabe a partir de qué momento el hombre primitivo comprendió que habían características buenas y malas en todos los seres vivos; producto de sus padres y ancestros. Sin embargo indicios preservados de semillas, huesos, cráneos indican que el hombre primitivo sin tener conocimiento claro del mecanismo, podía manipular características deseables en animales y plantas seleccionándolas artificialmente. Pruebas de esta actividad se remontan de 9000 a 500 años antes de Cristo; cuando una cantidad de animales se convirtieron en domésticos, entre los cuales se destaca el perro como compañero del humano en muchas faenas, el cual mediante una selección de caracteres dio origen a una gran diversidad de razas. En plantas como el arroz, maíz y trigo también se nota la selección artificial, a la cual estuvieron expuestas "...los datos prehistóricos sobre plantas cultivadas y animales domesticados demuestran como nuestros antecesores pudieron manipular con éxito la composición genética de las especies útiles. No hay duda de que aprendieron a que los caracteres deseables e indeseables pasan de una generación a otra y que se podían seleccionar características deseables en animales y plantas; al parecer el conocimiento de la herencia existió entre nosotros desde tiempos prehistóricos(Klung: 1999)

Hipócrates y Aristóteles son de los filósofos antiguos que más se interesaron por el origen de la "sustancia física", la materia tangible, que da lugar a un individuo, y de la naturaleza, de las fuerzas generadoras; aquella energía que se dirige a la sustancia física al materializarse (desarrollarse) en un organismo adulto. Por ejemplo, el tratado sobre la semilla de la semilla hipocrática arguye que *"...el semen masculino, que se forma a partir de muchas partes del cuerpo, que van a través de los vasos sanguíneos hasta los testículos, "humores" activos que actúan como portadores de caracteres hereditarios y son atraídos desde diversas partes del cuerpo hasta el semen. Estos humores podían ser sanos o enfermos. Los humores enfermos explican la aparición de niños recién nacidos con anomalías congénitas o deformidades. Además se creía que estos humores se podían alterar y que su nueva forma pasaría a sus descendientes"*. (Klung: 1999, Pag. 2)

Aristóteles, discípulo de Platón, fue mucho más profundo en sus apreciaciones sobre la transmisión de la herencia, él propuso que el esperma está formado por la sangre, en lugar de cada órgano, y que su poder generador residía en un "calor vital" propio. Este calor era capaz de producir descendientes con la misma forma; es decir, estructura básica y capacidades de los padres. Él creía que se generaba un nuevo ser, uniendo y dando forma a la sangre menstrual con ayuda del semen hasta lograr la forma del ser adulto y no porque tuviera ya las partes en miniatura del ser adulto. Aunque estas ideas suenan un poco ingenuas y descabelladas, hay que reconocer que para la época eran bastante adelantadas. Sólo a finales del siglo XIX se conoció la existencia de los espermatozoides y los óvulos en humanos. (Klung:1999)

Durante los siguientes 2000 años, no cambio mucho la percepción de los conceptos y postulados, gracias a la iglesia. Ya hacia el siglo XVI, William Harvey, famoso por sus experimentos con la sangre y el corazón, escribió algunas reseñas sobre el desarrollo y la reproducción; además, de presentar su teoría de la epigénesis, donde un organismo es producto del ensamble de partes presentes en el huevo. Dicha teoría colisiona de forma directa con la teoría del preformismo, que exponía la idea de la presencia de un hombre completo en miniatura “*homúnculos*” (*seres humanos en miniatura*) en las células sexuales. Esta teoría se mantiene hasta el siglo XVIII cuando el embriólogo Casper Wolff confirmo que estructuras relacionadas con el tracto digestivo no estaban presentes desde el comienzo del desarrollo, sino que se formaban y desarrollaban con el paso del tiempo. Otros aportes indirectos pero cruciales se dieron por parte de Dalton y su teoría atómica; así como los trabajos de Schleiden y Schwann sobre la teoría celular. Otro problema que tuvo que sortear la ciencia fue “la generación espontanea”, la cual sugería que los seres vivos podían generarse de sustancias no vivas, lo cual suscito un gran rechazo en hombres como Francisco Redi, Lazzaro Spallanzani y posteriormente en el padre de la microbiología, Luis Pasteur quien, con su famoso experimento del balón con un cuello en forma cisne, refuto definitivamente esta teoría”. (Klung: 1999. Pag. 3)

Otro problema en la búsqueda de la verdad acerca de la herencia, se presentó en el siglo XIX con el Fijismo de las especies, la cual se basaba en la biblia y la creación de los seres vivos. El fijismo exponía la idea que desde la creación, todos los animales tenían la misma forma (no habían cambiado) se mantenían inmutables. Esta teoría tuvo un problema serio y fue la aparición de los fósiles, ante lo cual, George Cuvier, no dejo de lado el fijismo, sino que planteo una idea nueva para explicar la presencia de estos fósiles. Él llamo a su teoría Catastrofismo la cual encajaba de forma perfecta con la biblia al proponer diferentes catástrofes, las cuales iban eliminando los seres vivos de esas épocas como sucedió en el diluvio universal, para de nuevo pasar a un evento de creación por parte de Dios, dicha teoría era compartida por personajes importantes de la época como Carolus Linnaeus, médico y taxónomo, reconocido por diseñar el sistema de nomenclatura binomial.

A principios de 1800, Joseph Gottlieb Kolreuter, convencido del fijismo y la creación especial, no supo interpretar los resultados obtenidos al cruzar diferentes especies vegetales y sobre todo evidenciar la segregación de los caracteres en los claveles, el cual sería uno de los principios más importantes de la teoría Mendeliana. Al igual que Kolreuter, Karl Friederich Gaertner trabajo cruzando guisantes obteniendo resultados parecidos a los de Mendel; pero falló al interpretar la trascendencia de su trabajo. Posteriormente Mendel propuso su teoría de la dominancia y recesividad, además de la segregación de caracteres. (Klung: 1999)

Darwin en el año 1859 publica “el origen de las especies”, la cual tiene en cuenta muchas observaciones e interpretaciones relacionadas entre sí, como la geografía, la geología y las ciencias biológicas, las cuales lo llevaron a deducir que las especies actuales son el producto de gran cantidad de cambios de las especies ancestrales. Dichas observaciones y deducciones fueron alimentadas también por su viaje en el Beagle, lo

cual dio origen a su teoría de “la selección natural”; en un intento de explicar las transformaciones a las cuales los seres vivos estaban expuestos por acción de la adaptación. Esta teoría fue propuesta al mismo tiempo por Rusell Wallace y consistía en: *“... la observación de que las poblaciones tienden a producir más descendientes de los que el ambiente puede mantener, dando lugar a la lucha por la existencia entre los organismos. En tal lucha, aquellos organismos con caracteres heredables que mejor se adapten a su ambiente, podrían sobrevivir y reproducirse mejor que aquellos con caracteres menos adaptativos”* (Klung: 1999. Pag 4) Si hay algo que no pudo concretar Darwin fue la base genética de su propuesta, lo cual dio pie a críticas bastante sustentadas para su época sin hablar de la crítica religiosa. Darwin en su propuesta inicial, designo a los humores de Aristóteles como Gémulas, él creía, al igual que él, que la sangre transportaba las características físicas del individuo y que ellas tenían la capacidad de adaptarse al medio, transmitiendo estas capacidades a la siguiente generación. El problema era cómo se transmitía, ante lo cual Lamarck propone en su libro “filosofía zoológica” la teoría del uso y el desuso, en la cual, cuando un organismo adquiere o pierde una característica, ésta se hereda automáticamente a la siguiente generación.(Klung: 1999)

Un discípulo de Darwin fue August Weismann, quien contradijo a su mentor y sus Gémulas, proponiendo en su obra “El Germoplasma”, la presencia de dos sustancias, el Somatoplasma y el Germoplasma, que se podrían aproximar al concepto posterior de Fenotipo y Genotipo el germoplasma proporcionaría la continuidad entre generaciones sucesivas de individuos”. (Bobadilla: 2005)

Mendel es la figura central del conocimiento de la genética como tal, al demostrar de forma cuantitativa las leyes generales de la herencia, presentes en las células germinales, la forma concreta en que las características dominantes y recesivas se presentan en los seres vivos. Sin embargo sus trabajos no fueron tomados en serio sino hasta principios del siglo XX cuando Carl Correns, Hugo de Vries y Eric Von Tschermak repitieron algunos de sus experimentos y lo citaron en sus investigaciones. En la misma época Weismann y su trabajo del Germoplasma, fue tomando fuerza y reconocimiento, al corroborar que el desarrollo dependía de la información contenida en los cromosomas, que a su vez estaban presentes en las células germinativas y de esta forma pasaban a sus descendientes.(Bobadilla: 2005)

Ya en el siglo XX comienza a integrarse mucho más la genética con los estudios citogenéticos, vinculando los trabajos de Mendel y sus leyes, con el movimiento y ordenamiento de los cromosomas con los trabajos de Boveri y Sutton. En 1905 Bateson incorporo términos que serian comunes a la genética “.....había introducido los términos alelomorfo, homocigoto y heterocigoto y el término genética para designar la ciencia dedicada al estudio de los fenómenos de la herencia y de la variación” y Wilhelm Johannsen adicionó el termino Gen, para designar caracteres unitarios de expresión. (Bobadilla: 2005)

En los años 20 se producen constantes descubrimientos y avances en la genética, el científico más representativo de esta época fue Thomas Hunt Morgan, quien con su grupo de la Universidad de Columbia inicia el estudio de la genética de la mosca del vinagre *Drosophila melanogaster*. En 1910 descubren la herencia ligada al cromosoma X y la base cromosómica del ligamiento. En 1913 A. H. Sturtevant construye el primer mapa genético y en 1916 Calvin Bridges demuestra definitivamente la teoría cromosómica de la herencia mediante la no disyunción del cromosoma X. En 1927 H. J. Muller publica un trabajo en el que cuantifica mediante una técnica de análisis genético (la técnica *CIB*) el efecto inductor de los rayos X de mutaciones letales ligadas al sexo en *Drosophila*. En 1931 se demuestra que la recombinación genética está correlacionada con el intercambio de marcadores citológicos Harriet Creighton y Barbara McClintock en el maíz y Gunter Stern en *Drosophila*. Estos descubrimientos condujeron a la fundación conceptual de la Genética clásica de que los factores hereditarios o genes son la unidad básica de la herencia, tanto funcional como estructuralmente (la unidad de estructura se definía operacionalmente por recombinación y por mutación) y que los genes, a su vez, se encuentran lineal y ordenadamente dispuestos en los cromosomas como perlas en un collar".(Bobadilla: 2005)

El siguiente reto surgió al explicar la forma en que se da la evolución, mientras algunos pensaban que se daba de forma pausada y continua, otros opinaban que podía darse de forma rápida y saltatoria, como lo evidencia "Era el problema de la naturaleza de la variación sobre la que se produce la evolución. Mientras que Darwin puso énfasis en la evolución gradual y continua que transforma la variación dentro de las poblaciones en variación entre poblaciones; otros, como Thomas Huxley y Galton (cuyo libro *Natural inheritance*, 1889, se considera fundador de la ciencia de la Biometría) creían que la evolución procedía de forma rápida y discontinua, por lo que la selección usaba primariamente variación discontinua, no teniendo ningún valor evolutivo la variación continua" (Bobadilla: 2005. Pag 4). Con el mendelismo este antagonismo se acentuó hasta convertirse en conflicto entre los mendelianos por un lado -que apoyaban la evolución discontinua- y los biométricos por el otro -que estudiaban cuantitativamente la variación en los caracteres físicos y creían en la evolución darwiniana-. Los primeros estaban capitaneados por Bateson, Morgan y Hugo de Vries mientras que Karl Pearson y W. F. R. Weldon (junto con Galton, que se les unió ideológicamente después) fueron los principales biométricos. En 1908 se formula la ley de Hardy-Weinberg, que relaciona las frecuencias génicas con las genotípicas en poblaciones panmícticas. Entre 1918 y 1932 la larga polémica entre biométricos y mendelianos se zanja finalmente: Ronald Fisher, Sewal Wright y J. B. S. Haldane llevaron a cabo la síntesis del darwinismo, el mendelismo y la biometría y fundan la teoría de la Genética de poblaciones. Fisher demuestra en 1918 que la variación cuantitativa es una consecuencia natural de la herencia mendeliana.

En este momento de la evolución de la genética, se presenta un cambio significativo en cuanto a conceptos y avances científicos, bajo los cuales se fundamenta gran parte de este trabajo. Inicialmente se podría hablar de la unión e interrelación de conceptos traídos de diferentes disciplinas: genética de poblaciones, la sistemática, la

paleontología, la zoología y la botánica, las cuales dieron luz durante el periodo de 1937-1950 a la teoría sintética evolucionista o neo darwinista de la evolución. En una segunda instancia se descubre al ácido desoxirribonucleico como el material que contiene la información genética, se evidencia el denominado “dogma del flujo de la información genética” resumido en la secuencia ADN-ARN-PROTEINAS, la configuración genética de organismos procariotas, la estructura y función de los cromosomas y por último, desde finales de los años cincuenta, la manipulación del ADN lo cual revolucionaría completamente otras disciplinas incluyendo a la medicina, que logró avances como la clonación de animales y plantas, el mejoramiento genético, la secuenciación del genoma humano entre otros, de los cuales nombrare a continuación los más significativos como base de este trabajo. (Bobadilla: 2005)

En 1953 James Watson y Francis Crick, dos científicos que a la postre recibirían el premio Nobel por sus aportes a la estructura y composición del ADN, se basaron inicialmente en los trabajos de Rosalind Franklin y Maurice Wilkins sobre la difracción de rayos X obteniendo respuestas a interrogantes claves de composición “...La estructura 3-D se mantiene gracias a enlaces de hidrógeno entre bases nitrogenadas que se encuentran orientadas hacia el interior de las cadenas. Dicha estructura sugería, de un modo inmediato, como el material hereditario podía ser duplicado o replicado. Una estructura pasmosamente simple proveía la explicación al secreto de la herencia: la base material (ADN), la estructura (doble hélice 3-D) y la función básica (portador de información codificada que se expresa y se transmite íntegramente entre generaciones) del fenómeno genético era, por fin, inteligible”, además, dejando en la memoria de toda la humanidad la imagen de la doble hélice, característica de esta molécula. A finales de los años cincuenta, Matthew Meselson y Franklin Stahl, avanzan aún más; al determinar que el ADN se replicaba de forma no completamente conservativa. Además, la dificultad de descifrar la forma en que el ARN lleva la información para fabricar una proteína, se resuelve en parte “un triplete de nucleótidos o codón, corresponde a un aminoácido”, aportando cada vez más al dogma de la biología y la forma en que se transporta la información genética. Hacia la misma época, Artur Kornberg, logra aislar la enzima ARN polimerasa colaborando con el esclarecimiento del código genético. En 1961 Sidney Brenner, Francois Jacob y Meselson descubren el ARNm, con lo cual Marshall Nirenberg y Har Gobind Khorana terminan de descubrir el enigma del código genético. De ahí en adelante los siguientes descubrimientos darían las bases para el desarrollo de la genética molecular y sus técnicas de sondeo e investigación; sobre todo en la búsqueda de mutaciones relacionadas con enfermedades. Como se describe a continuación: “Seymour Benzer publica en 1955 su primer trabajo sobre la estructura fina del *locus rII* en el fago T4. En 1961, François Jacob y Jacques Monod proponen el modelo del operón como mecanismo de regulación de la expresión génica en procariotas. Charles Yanofsky y su equipo demuestran la colinearidad entre genes y sus productos proteicos en 1964. En 1966 R. Lewontin, J. L. Hubby y H. Harris aplican la técnica de la electroforesis en gel de proteínas al estudio de la variación alozimica de las poblaciones naturales; obteniéndose las primeras estimaciones de la variación genética de un sinnúmero de especies” (Bobadilla: 2005).

La teoría neutralista de la variación molecular introducida por el japonés M. Kimura en 1968 suministra la primera explicación satisfactoria al exceso de variación hallada. Los 70 presencian el llegada de las técnicas de manipulación del ADN. “En 1970 se aíslan las primeras endonucleasas de restricción y H. Temin y D. Baltimore descubren la transcriptasa inversa. En 1972 se construye en el laboratorio de Paul Berg el primer ADN recombinante in vitro. El año 1977 fue pródigo: se publican las técnicas de secuenciación del ADN de Walter Gilbert y de Frederick Sanger. Sanger y sus colegas publican, a su vez, la secuencia completa de 5387 nucleótidos del fago *f X171*; varios autores descubren que los genes eucariotas se encuentran interrumpidos (intrones). Los primeros ratones y moscas transgénicos se consiguen entre 1981-82. Thomas Cech y Sidney Altman, en 1983, descubren la autocatálisis del ARN. Este mismo año M. Kreitman publica el primer estudio de variación intraespecífica en secuencias de ADN del locus *Adh* de *Drosophila melanogaster* y S. Arnold y R. Lande introducen el análisis correlacional a los estudios de selección fenotípica en la naturaleza. En 1986, Kary Mullis presentó la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa. En 1990 Lap-Chee Tsui, Michael Collins y John Riordan encontraron el gen cuyas mutaciones alélicas son las responsables principales de la fibrosis quística”. (Bobadilla: 2005. Pag. 5). Ese mismo año Watson y muchos otros lanzan el proyecto del genoma humano para cartografiar completamente el genoma humano y, finalmente, determinar su secuencia de bases. No es hasta 1995 que se secuencia el primer genoma completo de un organismo celular, el de *Haemophilus influenzae*. En 1996 se obtiene en el laboratorio de I. Wilmut el primer mamífero clónico (la oveja Dolly) obtenido a partir de células mamarias diferenciadas” (Bobadilla: 2005)

Luego de esta época, la investigación se centra en la secuenciación del genoma humano, ante lo cual, diferentes países deciden unir esfuerzos con el fin de conocer la secuencia de nucleótidos que conforman la cadena de ADN, esto tiene muchas expectativas relacionadas con el tratamiento de enfermedades, pero de nuevo se presentan dificultades al tratar de relacionar la secuencia de ADN con la estructura de la proteína y mucho más con su función.

Actualmente se espera pasar de la genómica a la proteonómica, es decir, conocer la estructura y la función de todas las proteínas expresadas por un genoma y los retos éticos generados por dicho conocimiento.

Por otro lado, es importante recordar que el ingreso de la Bioquímica conjugo no solo la parte química de las biomoléculas incorporando fenómenos físicos, sino que le dio valor con su función biológica, lo cual brinda un panorama mucho más claro a la hora de entender su comportamiento en el cuerpo humano, hecho primordial en esta tesis. Cada vez vemos como la integración de las ciencias básicas nos brindan posibilidades de entendimiento y explicación de fenómenos que antes no eran muy fáciles de discernir.

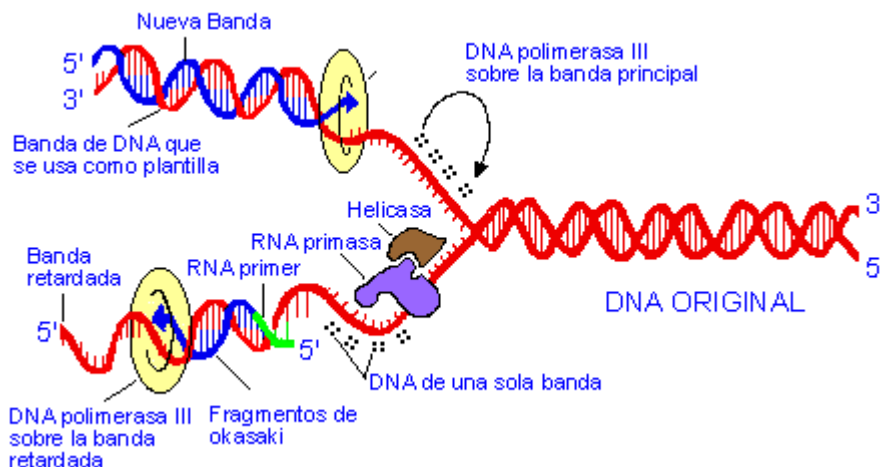
A continuación nombrare los “Hitos” más importantes de la Bioquímica.

*“Desde la química fisiológica: Félix Hoppe-Seyler en Tubinga desde 1861 y en Estrasburgo desde 1872; uno de los fundadores de la química fisiológica y Franz Hofmeister en Praga desde 1883 y de 1896 hasta 1918 en Estrasburgo. Desde la enzimología: A partir de los estudios realizados por Emil Fischer entre otros. Desde la neurofisiología: Con descubrimientos acerca de la composición y los mecanismos de acción de las vitaminas y hormonas. Como también los progresos tecnológicos y metodológicos a partir de la teoría de las partículas elementales de la materia y los estudios desarrollados desde la genética y los errores del metabolismo, realizados por E. Archivald Garrod. Lo anterior demarca gran importancia ya que el desarrollo y aporte han sido mutuos, si bien es cierto que otras ciencias han contribuido al desarrollo de la Bioquímica, es también relevante conocer que esta ha impulsado de manera considerable el desarrollo y avance de las demás ciencias y disciplinas, particularmente las biomédicas. De igual manera, identificamos algunos conceptos que consideramos únicos de la producción del conocimiento bioquímico a través de las relaciones que establece con otras ciencias. Estos son: Las relaciones existentes entre el metabolismo, las bases moleculares y las enfermedades, las enzimas como biocatalizadores y procesos de regulación. La investigación bioquímica para la regulación metabólica del organismo y la comprensión de las causas moleculares de numerosas enfermedades. El desarrollo de técnicas diagnósticas de laboratorio y el empleo de medicamentos en el tratamiento de determinadas afecciones son ejemplos de la aplicación directa de esta ciencia a la práctica médica” (Rozo y Valbuena. 2010. Pag 5)*

Para abordar más propiamente el referente disciplinar, básicamente se realizará una revisión de los conceptos más importantes y primordiales sobre la información contenida en el ADN, cómo se copia dicha información y se traduce al ARN, como se puede sintetizar de forma correcta la proteína para llegar hasta la estructura y función de la misma, comprendiendo al final las implicaciones de este proceso cuando se lleva a cabo con algún tipo de error o cambio.

Después de evidenciarse la estructura helicoidal del ADN, los Biólogos Stanley y Stahl definieron a la replicación de esta molécula como un proceso semiconservativo; ya que las hebras hijas se conforman de una cadena precursora y una recién sintetizada, lo descubrieron de una forma muy sencilla al trabajar con un isótopo radioactivo (nitrógeno 15) como lo expresa *“ya que el nitrógeno es necesario para la síntesis de las bases que componen el ADN, y usando sucesivas generaciones de bacterias Escherichia coli, estos científicos mostraron que cuando el ADN se duplica, cada una de sus cadenas pasa a las células hijas sin cambiar y actúan de molde o patrón para formar una segunda hebra y completar así las dos dobles cadenas”* (Educ.ar, Biología, 2006: Pag: 1)

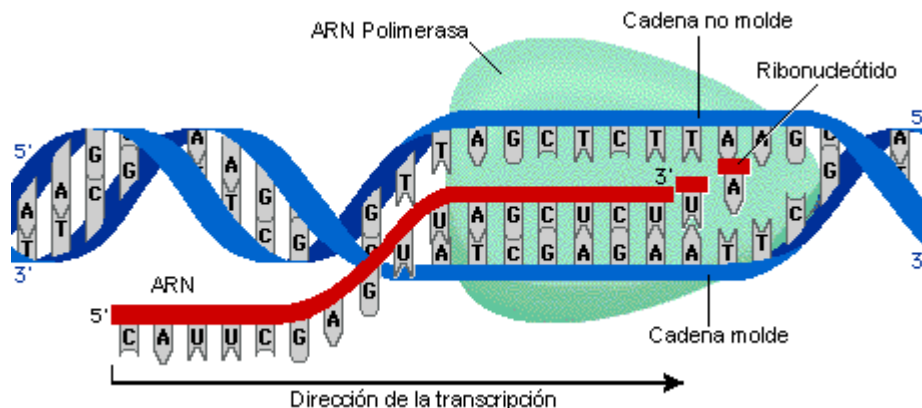
El proceso de replicación es muy complejo en cuanto a las enzimas que se ven involucradas; pasa por las helicasas, encargadas de abrir las dos hebras del ADN. En las células procariotas se forman a partir del origen de replicación; mientras en eucariotas las polimerasas sintetizan una nueva hebra agregando nucleótidos. **Ver figura 1.1**



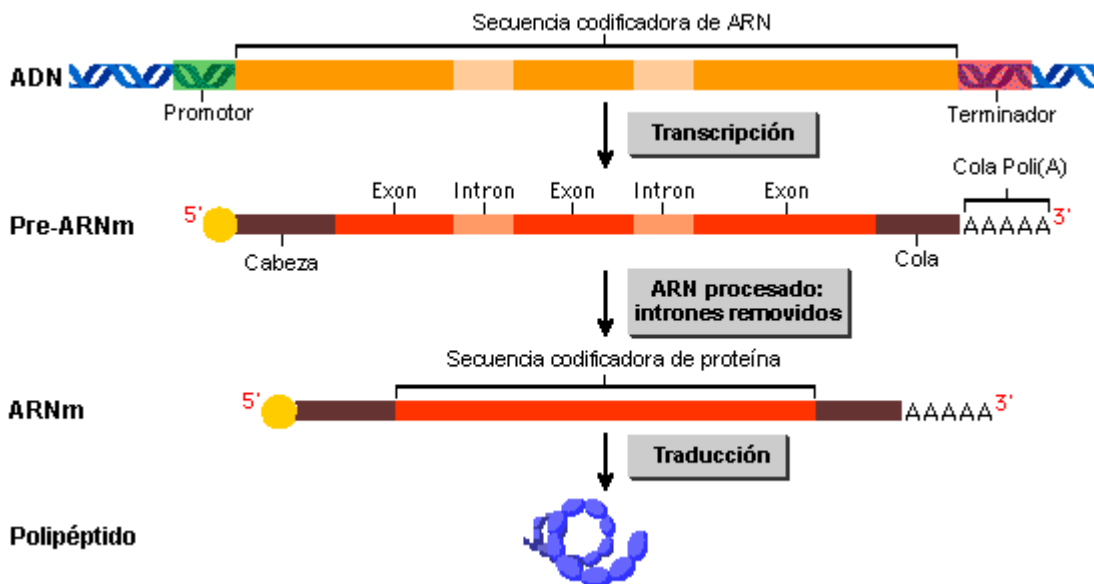
**Figura 1.1** Proceso de Replicación. Fuente: Dirección

internet. <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001832/lecciones/autocatalitica.html>

El ARN se sintetiza a partir de la cadena complementaria del ADN, con los mismos nucleótidos (Adenina, Citocina, Guanina) pero en lugar de utilizar la Timina, ésta es reemplazada por el Uracilo. **Ver figura 1.2.** Luego de sintetizado el ARN, éste debe “madurarse”, que no es más que eliminar los intrones de la secuencia para unir los exones, que son los que llevan la información necesaria para sintetizar la proteína requerida. A este proceso se le llama *Splicing*, en el cual se eliminan algunas secuencias no codificantes (o intrones) y se unen las secuencias codificantes (exones). Una molécula de ARNm puede llegar a tener hasta 70 intrones, que pueden llegar a variar de tamaño entre 80 y 10.000 nucleótidos. La segunda modificación ocurre en los extremos: al extremo 5' se le une una caperuza (compuesta por guanina metilada) y al extremo 3' se agrega una “cola” de poliadenina o poliA. Luego de estas modificaciones, tenemos un ARN maduro” (Educ.ar, Biología, 2006: Pag: 2) **Ver Figura 1.3**

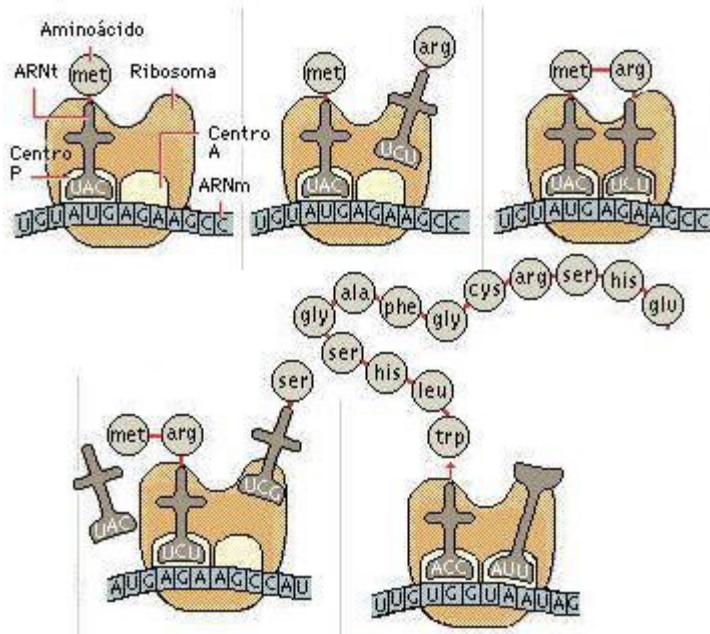


**Figura 1.2** Síntesis de ARN. Fuente. Dirección de internet. <http://www.maph49.galeon.com/arn/tcproc.html>



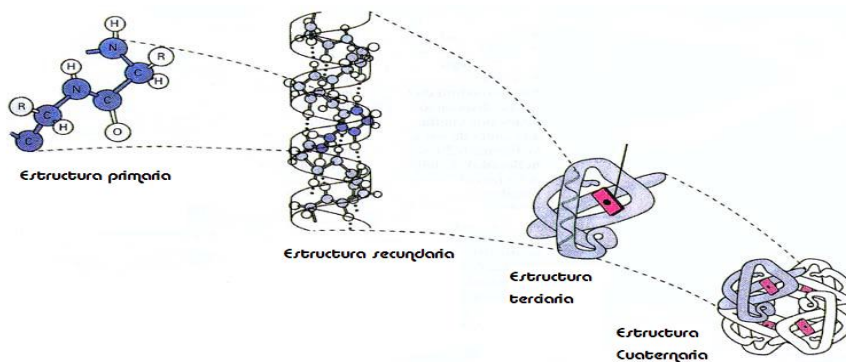
**1.3** Maduración del ARN. Fuente. Dirección de internet. <http://www.maph49.galeon.com/arn/mrnaeuk.html>

El proceso posterior se lleva a cabo fuera del núcleo, más exactamente en el ribosoma. Este proceso es llamado traducción y tiene como objetivo fabricar una cadena de aminoácidos con ayuda de la información guardada en el ARNm. Aquí aparece otro ARN y es el de transferencia (ARNt), el cual con ayuda del código genético va traduciendo la información de los codones (tripletes de nucleótidos), a partir de la cual se sintetiza la estructura primaria de la proteína. Los ARNt tienen una región que se une a un aminoácido específico y otra que reconoce un triplete de nucleótidos en el ARNm (anticodón). La traducción comienza cuando el ribosoma reconoce ciertas secuencias en el extremo 5' del ARNm (en bacterias) o la caperuza (en eucariotas) y se mueve a lo largo del mensajero hasta que encuentra el primer codón AUG, que codifica para metionina (o formil-met en bacterias). Este codón funciona como sitio de inicio. A medida que avanza la traducción, distintos ARNt se van uniendo al codón que le corresponde, se forma el enlace peptídico entre los aminoácidos, y por último se libera el ARNt "descargado", quedando unido al ribosoma el último ARNt incorporado "cargando" con la cadena peptídica en crecimiento" (Educ.ar, Biología, 2006: Pag: 2) Ver figura 1.4



**Figura 1.4** Síntesis de proteínas. Fuente. Dirección de internet. [http://soko.com.ar/Biologia/Sintesis\\_Proteinas.htm](http://soko.com.ar/Biologia/Sintesis_Proteinas.htm)

El proceso siguiente es el plegamiento y modificaciones pos traduccionales; es decir, los procesos que se llevan a cabo después de la síntesis de proteínas. El plegamiento, las metilaciones, acetilaciones y fosforilaciones con el fin de garantizar su correcto funcionamiento basado en la estructura con la ayuda de algunas proteínas llamadas chaperonas. Cuando una proteína ha cumplido el ciclo para el cual se fabricó o cuando está mal elaborada, ésta debe ser degradada; por lo que se les une una proteína llamada ubiquitina, que con ayuda del proteosoma, rompe los enlaces peptídicos degradando la proteína. (Genetic Science, 2012)



### 1.5 Plegamiento de las proteínas. Fuente. Dirección de internet

<http://www.taringa.net/posts/deportes/8585041/Mucha-informacion-acerca-de-las-Proteinas.html>

## 1.2 Referente pedagógico

Los procesos de enseñanza-aprendizaje, por largo tiempo, han sido objeto de múltiples investigaciones. Desde diferentes perspectivas, los educadores han fortalecido estos procesos y contribuido así en el desarrollo de los estudiantes. Ejemplo de ello es el *Proyecto Zero o Enseñanza para la Comprensión (EPC)*, desarrollado desde 1988, por docentes de diferentes niveles educativos vinculados a este proyecto de la Universidad de Harvard, como producto del análisis y la reflexión de las prácticas educativas de estos profesores, surgió el marco conceptual de la EPC.

Desde el marco de la EPC, es necesario diferenciar que es la comprensión —concepto— de otros como el saber y el memorizar, dada la complejidad que implica cada uno de estos procesos mentales. Blythe (1998) explicita que, la comprensión debe ser entendida a partir de la relación con un desempeño, en sus palabras: “[...] la comprensión incumbe a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, establecer analogías y volver a presentar el tópico de una nueva manera” (Blythe, 1998, p. 39). Con esta definición surge la pregunta: ¿qué es necesario para que los alumnos aprendan a comprender?, Blythe aconseja realizar actividades que impliquen el desarrollo intelectual y la aplicación de los tópicos trabajados en cada unidad, siendo necesario que el estudiante los desarrolle de forma reflexiva, bajo la constante retroalimentación del docente y sus compañeros —aprendices—. Por lo anterior, se afirma que un estudiante ha comprendido un tema en el momento en que tiene la capacidad de aplicarlo a diferentes contextos.

Ahora bien, todos los desempeños no favorecen el desarrollo de la comprensión, por lo cual, es pertinente diferenciar los desempeños de comprensión de los desempeños de rutina. Los desempeños de rutina se limitan a las actividades que implican el desarrollo de ejercicios y/o el planteamiento de respuestas de tipo falso/verdadero; mientras que los desempeños de comprensión se basan en la aplicación de habilidades, por ejemplo: el explicar, el argumentar, el proponer (cfr. Blythe, 1998, p. 40). Es de aclarar que en los procesos de aprendizaje cada clase de desempeño cumple una función particular, por lo que no se debe caer en la eliminación y/o malinterpretación de los desempeños de rutina.

En el *Proyecto Enseñanza para la Comprensión* se proponen cuatro ejes centrales para el momento de la aplicación: los tópicos generativos, las metas de comprensión, los desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua. Cada uno de estos ejes se interrelaciona con los otros, lo cual permite que los docentes en el momento de la planificación de las unidades puedan iniciar con su eje predilecto, el que mejor conozcan. Cada eje aporta al diseño de los otros.

Desde el marco de la EPC los tópicos generativos son entendidos como: “[...] temas, cuestiones, conceptos, ideas, etc., que proporcionan hondura, significación, conexiones y variedad de perspectivas en un grado suficiente como para apoyar el desarrollo de comprensiones profundas por parte del alumno.” (Blythe, 1998, p. 53). Al momento de seleccionar los tópicos generativos es conveniente pensar, ¿qué se debe enseñar a los estudiantes?, para dar respuesta a esta pregunta es de contemplar diversos aspectos, entre ellos, los contenidos de la disciplina, los intereses de los estudiantes y el tiempo de aula disponible para la unidad. Algunas de las características de estos tópicos son:

- se reconocen como centrales para una o varias disciplinas,
- llaman la atención de los alumnos, por lo que varían en los diferentes grados y las edades,
- son accesibles, por lo que los estudiante deben ser capaces de acceder a la suficiente información para abordarlo y, el docente debe contar con diversas estrategias y
- permiten establecer numerosas conexiones con ideas previas y posteriores dentro y fuera de la escuela.

El marco de la EPC sugiere que la selección de los tópicos generativos se realice a partir de un torbellino de ideas producto de la reflexión de las prácticas anteriores que, permiten el reconocimiento de aspectos como lo son: los temas que más motivan a los estudiantes, las estrategias exitosas y las dificultades presentadas. Asimismo, se explicita en la importancia de acudir a otros docentes para recibir su retroalimentación; seguidamente, se plantea la construcción de una red en la cual se involucran los conceptos, los proyectos, los recursos, las relaciones, etc., de esta construcción se seleccionan aquellos aspectos que permiten mayor número de conexiones que conllevan

a que el alumno aplique diversas habilidades y no de una única respuesta (cfr. Blythe, 1998, p. 60).

### MARCO CONCEPTUAL DE LA ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN

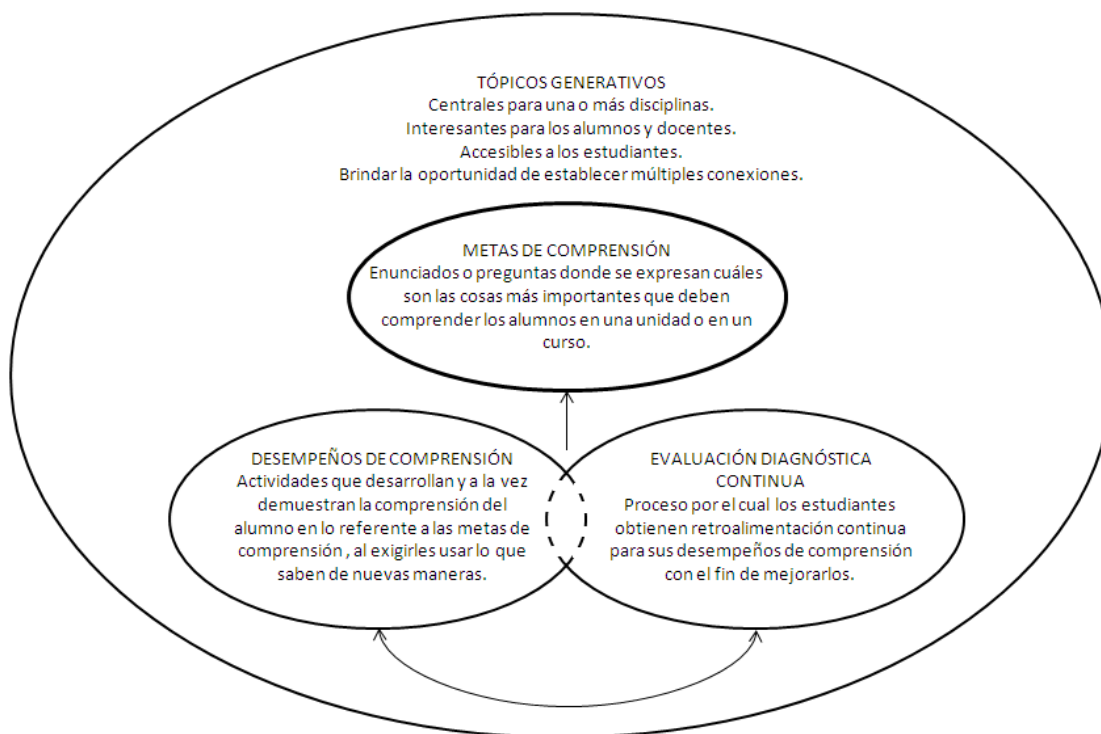


Figura 1.6

Fuente: (Blythe, 1998, p. 45)

Las metas de comprensión corresponden a aquellos conceptos, procesos y habilidades con los que, se espera, comprendan los estudiantes. Dependiendo de su tamaño se pueden clasificar en metas de comprensión e hilos conductores: las primeras, se relacionan directamente con el tópico generativo de la unidad y, las segundas, indican cuánto se espera que los estudiantes desarrollen en un año escolar. Estas dos metas se relacionan directamente, puesto que el desarrollo de las de la unidad aporta al cumplimiento de los hilos conductores. La importancia de plantear estas metas, tanto las largas como las cortas, radica en que permiten evaluar los progresos, reconocer las dificultades y, si es el caso, cambiar las estrategias de enseñanza.

Anteriormente se explicó que todos los desempeños no favorecen la comprensión, vale aclarar que, todas las metas no aportan a la misma. Existen algunos objetivos

relacionados con la memorización, la motivación y el cambio de actitudes que son importantes dentro del desarrollo de una disciplina, pero necesariamente no implican que los estudiantes aprendan a comprender. Blythe (1998) pone de manifiesto la relevancia de dar a conocer a los alumnos, desde el inicio, las metas a abarcar y las de la unidad, ello, les permite ir evaluándose a sí mismos. Igualmente, hace énfasis en tomar las metas de comprensión como punto de partida de la evaluación diagnóstica continua.

Hasta el momento se han retomado el qué —tópicos generativos— y el para qué —metas de comprensión—; ahora se hará referencia al cómo aprender a comprender —desempeños de comprensión—. Estos últimos corresponden a las actividades que proporcionan a los alumnos la oportunidad de aplicar de diversas formas y en diferentes contextos el tópico trabajado. Estos desempeños se caracterizan por exigirle al estudiante que reconfigure, amplíe, extrapole y aplique lo que ya sabe; asimismo, esto permite identificar o evidenciar lo comprendido por el estudiante. El *Proyecto Enseñanza para la Comprensión*, plantea tres tipos de desempeños que pueden manejar a lo largo de una unidad:

- *Desempeños preliminares*: generalmente se encuentran al inicio de la unidad y le permite a los estudiantes explorar o reconocer el tópico generativo; asimismo, le permite al docente identificar lo que los estudiantes conocen de un tópico en particular.
- *Desempeños de investigación guiada*: el objetivo de estos es que los alumnos desarrollen la comprensión de los aspectos principales del tópico generativo.
- *Proyectos finales de síntesis*: permiten que los aprendices sinteticen y demuestren la comprensión desarrollada durante otros desempeños, son los más complejos.

El cuarto eje central de la EPC es la evaluación diagnóstica continua, la cual corresponde al “[...] proceso de brindar respuestas claras a los desempeños de comprensión de los alumnos, de modo tal que les permita mejorar sus próximos desempeños.” (Blythe, 1998, p. 108). Esta evaluación posee dos componentes: los criterios de evaluación diagnóstica y la retroalimentación; en este sentido, al evaluar un desempeño se recomienda que:

- 
- El criterio de evaluación se enuncie a los estudiantes al iniciar cada desempeño de comprensión y esté relacionado con la meta de comprensión.
  - Todos conozcan y comprendan los criterios de evaluación.
  - La retroalimentación sea frecuente de forma formal —planificada— o informal —atendiendo inquietudes de los estudiantes—.
  - Brinde a los estudiantes los resultados de los desempeños anteriores y la forma en que se pueden mejorar los próximos.
  - Se dé a conocer a los estudiantes la planificación de las clases y de las actividades.
  - En la retroalimentación participen el docente, el estudiante que evalúa su desempeño y se permita la evaluación entre estudiantes.

Así pues, es notoria la importancia de realizar la retroalimentación constante desde la que los aprendices pueden reconocer sus avances y dificultades; así como el docente logre identificar las fortalezas y debilidades de la estrategia de enseñanza aplicada.

Ahora bien, luego del reconocimiento de los ejes que fundamentan el *Proyecto Enseñanza para la Comprensión* por la naturaleza y el objeto mismo del presente trabajo, es significativo tener en cuenta la reflexión realizada por Martha Stone (2006) respecto a la EPC y las nuevas tecnologías como recurso para el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje que responden a las características de los estudiantes del siglo XXI.

Cuando se discute respecto al uso de las nuevas tecnologías en la educación, con frecuencia, se inicia una discusión respecto a la capacidad de las instituciones para responder en número de instrumentos, ya sean computadores, calculadoras, redes de navegación, etc., frente a estrategias que tocan las nuevas tecnologías como recurso educativo. Esta situación la critica Stone: “[...] las tecnologías educativas no son como los aparatos electrodomésticos que hacen su tarea automáticamente cuando apretamos el botón de encendido” (Stone, 2006, p. 33). En este sentido, la relación de las nuevas tecnologías en los procesos educativos va más allá de la selección del hardware o el software adecuado, es necesario que los docentes y los estudiantes estén en la capacidad de utilizarlos como recurso que apoya los procesos educativos; lo anterior, implica la inclusión de estos recursos en el plan de estudios de forma planificada.

Finalmente, cabe señalar que la vinculación de este tipo de estrategias (TIC) no debe convertirse en el fin mismo, en otras palabras, el uso de un recurso tecnológico en determinada clase es un medio que le permite al estudiante cuestionarse, analizar determinada situación, discutir con sus compañeros, asimismo, le permite al profesor evidenciar lo comprendido por sus alumnos, lo cual se encuentra a lo largo de todo el documento.

## 2. Descripción de la propuesta didáctica

### 2.1 Análisis de la Enseñanza

La enseñanza de la Biología, siempre ha sido un punto a favor de los docentes, ya que si es cultivado y mantenido el interés, además, de capacidad de asombro dentro de los estudiantes, es una disciplina que se hace bastante asequible a la gran mayoría de los niños, por ende es necesario el variar y alternar diferentes metodologías y tácticas para que este interés no se pierda, sino, que se vea incrementado y adquirido como parte de si diario vivir al reflexionar siempre sobre la consecuencia de sus actos y el impacto que tiene la humanidad en este planeta. Básicamente lo que se quiere es formar niños que respeten su entorno y que actúen en concordancia con su formación y conocimiento.

Otro reto importante al que se ven presionadas las ciencias es el acelerado ritmo en que evolucionan y cambian. Los estudiantes ya se acostumbraron a este hecho y quisieran que sus clases fueran a la misma velocidad, es por esto que el trabajo autónomo y regido por sus propios intereses siempre bajo supervisión para el logro de metas, toma una gran relevancia ante el ritmo de aprendizaje. El estudiante aprende a su ritmo y no al del docente.

Ante dicho reto también es importante reflexionar sobre dos cosas. La primera es la relacionada con la tecnología. Los estudiantes diariamente se sumergen en nuevos desarrollo tecnológicos, adoptan muy rápido sobretodo los medios audiovisuales, si el docente se queda al margen de la tecnología, su práctica pedagógica también se retarda y muchas veces se tilda de mal profesor, así no lo sea. La segunda se relaciona mucho con la primera y es que al incorporar la tecnología con la experimentación el niño adquiere el conocimiento de forma más significativa, evidente y aplicada.

Los docentes actualmente deben ser interdisciplinarios, deben manejar bien conceptos de otras áreas, tratar de actualizarse y mejorar su cualificación. La época de los docentes que no trabajan en equipo y enseñar a hacerlo a su estudiantes. No se debe descartar que para aprender ciencias hay que tener interés de hacerlo, es común ver en aulas de clase estudiantes más interesados que otros en aprender, lo cual hace que estos estudiantes tengan su propio grupo de estudio, compartiendo y mutuamente aprendiendo; estos grupos de estudio como los clubes de Ciencias, brindan la posibilidad de aprovechar el tiempo libre reforzando conocimiento visto en el aula de clase, sin la presión de obtener una calificación.

### 2.2 Contexto institucional

La propuesta didáctica nace de la necesidad de fortalecer la lectura analítica y comprensiva dentro de la institución, todos sabemos lo importante que es saber leer en cualquier área, es una competencia que se debe adquirir y ejercer. Las ciencias básicas necesitan mucho de una buena lectura y al enseñarles a los niños como enfrentarse a los textos científicos, redundara en su capacidad de reflexión, argumentación, explicación e interpretación, lo cual no es común en el colegio Alfredo Iriarte donde los estudiantes son muy cercanos a la ciencia pero no tienen un nivel de comprensión lectora acorde con su edad.

Es importante mencionar que la población es de estratos 1 y 2, muy humilde, pero una particularidad es que tienen buen acceso y entienden de tecnología. El colegio cuenta con buenos computadores y esa es una de las razones por la cual integro el uso de las "TIC's" como medio de transmitir y reafirmar los conceptos, desafortunadamente el nivel educativo de los padres es muy bajo y en muchos casos no ven la importancia de que su hijo estudie.

Los estudiantes tienen del área de Biología tres horas a la semana, lo cual beneficiaría a futuro a las otras áreas con la implementación de talleres de comprensión de lectura. Áreas como Química y Física solo tienen una intensidad horaria de 1 hora a la semana, lo cual impide un desarrollo serio de conceptos y habilidades científicas, solo hasta que llegan a grado decimo, aumentan en tres horas más dichas materias y aunque no es un propósito como tal el buen desempeño en los exámenes del ICFES, si es importante que los estudiantes adquieran habilidades lectoras, las cuales redundaran en su proyecto de vida.

# Estrategia didáctica: Enseñanza para la comprensión

El aprendizaje en humanos ha dado origen a distintos modelos pedagógicos, enfoques que provienen de teoría construidas por psicólogos y sociólogos, que sugieren muchas estrategias según las cuales se alcanzaría un aprendizaje significativo.

Este proyecto se basa en la enseñanza para la comprensión, este busca romper el esquema tradicional en el cual el docente es el principal ente en el proceso enseñanza-aprendizaje, por su parte la colaboración permite una construcción autónoma y relación positiva e integrada profesor-alumno

La enseñanza para la comprensión es introducida en 1990 por el grupo “escuela cero” de la Universidad de Harvard, cuya función principal es dilucidar cómo comprenden las personas y que hacen los docentes para promoverla. Este grupo propuso un modelo en el cual el estudiante lograba alcanzar cierta pericia en la consecución y apropiación del conocimiento, el cual consta en general de dos partes: Los elementos y las dimensiones de la comprensión: (Jaramillo, R: 2004)

## 3.1 Elementos de la comprensión.

- Tópicos generadores: Son aquellas ideas y preguntas centrales que integran el saber con el interés del estudiante en el mismo, con el fin de crear inquietud por conocer más del tema propuesto.
- Metas de comprensión: Los tópicos generadores al ser ricos en conexiones e intereses pueden tornarse muy amplios, por lo cual hay que delimitarlos por parte del docente y definir qué es lo verdaderamente importante que debe aprender el estudiante.
- Desempeños de comprensión: cuando se cree que se sabe o comprende algo, es importante saber aplicarlo o acondicionarlo a la realidad, realizando constantemente una retroalimentación para poner a prueba las teorías y mejorarlas con el paso del tiempo.
- Valoración continua y evaluación final: Hay que enfrentar ante los demás y ante uno mismo los aprendizajes, para detectar errores o vacíos en el conocimiento y comprensión de los desempeños, además, esta valoración nunca debe terminar procesos sino abrir caminos en busca de profundizarlos.

## 3.2 Dimensiones de la comprensión:

- Dimensión de las redes conceptuales: Se refiere a las redes de conceptos que forman su teoría y responden al objetivo de que es lo importante que aprendan los estudiantes.

- Dimensión de los métodos de producción del conocimiento válido, convincente, justo o bello: Se trata de observar si los argumentos son razonados y acertados, y en cómo llego a esas afirmaciones.
- Dimensión de la praxis: Promueve las relaciones entre la teoría y la práctica en la vida diaria. “Él porque queremos que aprenda lo que queremos que aprenda”.
- Dimensión de la comunicación: Implica transmitir lo aprendido, manejarlo y explicarlo de la manera más efectiva (Jaramillo, R2004).

### 3.3 Papel del profesor

La enseñanza para la comprensión requiere de un cambio en la actitud del profesor, principalmente comprender que él no es el centro de la clase, que su función es mediar y servir de guía a todos los estudiantes. Su función es un factor crítico en el éxito de la enseñanza para la comprensión, este es el soporte al desarrollo del mismo, no como centro sino como orientador mediante sus preguntas siempre encaminadas a desarrollar habilidades o encontrar soluciones a los desafíos cognitivos que el mismo siembra en los estudiantes, el cual debe expresarse en un seguimiento constante, la comunicación clara de las ideas, la guía para enfrentar las dificultades y la promoción de un sistema de evaluación acorde y que evidencie el desarrollo del estudiante.

El docente debe ser organizador y diseñador de actividades que fomenten las acciones reflexivas, debe motivar, orientar, brindar seguimiento, distribuir y fomentar la variedad de ambientes de aprendizaje.

Es importante no perder de vista los objetivos propuestos, el docente debe tener bien claro siempre la intencionalidad de los conceptos a buscar y las preguntas guía, los cuales se pueden expresar de forma muy sencilla en el siguiente cuadro:

Cuatro preguntas centrales acerca de la Enseñanza	Elementos de la EpC que aborda cada una de las preguntas
Qué debemos enseñar?	<u>Tópicos Generativos</u>
Qué vale la pena comprender?	<u>Metas de Comprensión</u>
Cómo debemos enseñar para comprender?	<u>Desempeños de Comprensión</u>
¿Cómo pueden saber estudiantes y docentes lo que comprenden las y los estudiantes y cómo pueden desarrollar una comprensión más profunda?	<u>Valoración Continua</u>

**Figura 3.1** Esquema básico sobre los ejes de la Enseñanza para la Comprensión.

Fuente. Dirección de internet: <http://www.nicaraguaeduca.edu.ni/metodologia/1397-epc>

### **3.4 Papel del estudiante**

Así como la Enseñanza para la comprensión requiere un cambio en la actitud del docente, también necesita del compromiso estudiantil, principalmente la responsabilidad de saber que objetivos persiguen y que tengan la claridad de evaluar que tanto aprendieron. Aunque actualmente la educación colombiana carece de esto, la motivación por parte de los estudiantes debe ser pilar para lograr el aprendizaje, encontrar gusto y placer por aprender garantiza la efectividad del proceso.

Como su nombre lo indica, comprensión, los estudiantes deben querer indagar, entender que el aprendizaje es un estado de ánimo y que necesidad de conocer y aprender, nunca debe desaparecer. También es importante que cada estudiante se conozca, es decir, todos aprendemos de formas diferentes. Si un estudiante comprende esto, sus procesos cognitivos serán mejores y el mismo verá resultados positivos en su desarrollo académico.

### **3.5 Evaluación del aprendizaje**

Este tipo de aprendizaje debe ser evaluado grupal e individualmente. Hay que tener en cuenta que la calificación no siempre es necesaria, muchas veces la evaluación de un proceso puede consistir en la emisión de juicios en pro y en contra del desarrollo de la actividad. Para evaluar hay que tener en cuenta los objetivos planteados en el diseño de la actividad, muchas veces la evaluación se logra con la observación del desempeño de los estudiantes, teniendo en cuenta factores como asistencia, trabajo en equipo, orden, respeto de las ideas de los compañeros.

No todos los resultados del aprendizaje (por ejemplo, el nivel de razonamiento, el dominio de los procedimientos para resolver problemas, el pensamiento meta cognitivo) pueden evaluarse por medio de las tareas domiciliarias o las pruebas escritas. Estos importantes resultados sólo se evalúan observando a los alumnos “pensar en voz alta”. Sobre la base de la información recogida durante los diagnósticos, los alumnos establecen objetivos para mejorar su rendimiento. El docente debe esbozar un plan de diagnóstico para cada una de sus clases, centrándose en varios puntos: El proceso de aprendizaje, los resultados del aprendizaje, el ámbito en que se efectúa el diagnóstico.

La evaluación no debe realizarse solo por el docente, recordemos que el estudiante es otro participante del proceso, la valoración individual y grupal que los estudiantes hacen es fundamental para retroalimentar el proceso y mejorarlo. Los estudiantes exponen sus puntos de vista y evalúan el grado de aprendizaje que se pudo alcanzar en el proceso.

### **3.6 Usos de las TIC**

Sin duda alguna el internet ha facilitado la comunicación de las personas independiente de la posición geográfica, hoy en día son muchas las prácticas pedagógicas que se

sustentan en el uso de la web. El internet ofrece herramientas que fomenta la colaboración entre usuarios, como:

### **3.6.1 Blogs**

Sin necesidad de conocimientos en diseño de páginas web, toda persona puede crear su espacio en la web, donde publicar pensamientos, reflexiones, artículos y permite registrar las visitas y los aportes de otros usuarios en el sitio.

### **3.6.2 Foros**

Sitios dispuestos por algunos grupos para debatir o discutir temas de interés, además puedes evaluar la calidad de la intervención de los usuario, puedes responder y publicar nuevas entradas de forma anónima o de forma personal, lo importante de estos foros es que permiten la construcción y la crítica de conocimiento.

### **3.6.3 Wikis**

Los wikis son páginas de internet creadas de forma colaborativa, todos los usuarios pueden aportar a la construcción de conocimiento; actualmente los wikis son una fuente muy grande de información en todos los campos del conocimiento. Algunos wikis importantes son Wikipedia, y Wikibooks.

### **3.6.4 Redes sociales**

Páginas donde los usuarios pueden compartir información personal e impersonal sobre temas de actualidad, además ofrece la posibilidad de crear grupos de acuerdo a afinidades que compartan gustos en común. Algunas redes sociales importantes son Badoo, Twitter, facebook , entre otras.

Básicamente la internet permite la interacción de todas las personas, aunque se descuida esa interacción física que nos hace sociales, se puede sacar el máximo provecho a estas herramientas, no hay que olvidar que el correo electrónico hoy por hoy, ha reemplazado los medios de correo tradicional y ofrece mayor velocidad y soporte a la hora de comunicarnos.

## 4. Diagnostico y talleres

### 4.1 Diagnostico

La fase diagnóstica consiste en la elaboración de un test indagatorio sobre los conceptos básicos y relevantes que un estudiante debe manejar antes de comprender las diferentes funciones de las proteínas, y más importante, el proceso que se realiza para producirlas.

A continuación se enunciarán las preguntas propuestas en el diagnostico y posteriormente se hará el respectivo análisis de las mismas después de aplicarlo. Se sugiere que sea aplicado a los estudiantes del grado noveno, los cuales, dentro de su plan de estudios de este año, deben desarrollar el tema: Genética molecular.

- 1- **¿Cuáles son las características que tiene un ser vivo?**
- 2- **Si piensas en los componentes (moléculas) de un ser vivo, ¿cuáles son las más importantes?**
- 3- **Con que palabra relacionarías a los seres vivos, ¿con lo ORGANICO o lo INORGANICO?, explique**
- 4- **¿En qué molécula se guarda toda la información necesaria para construir un organismo vivo? Explique**
- 5- **¿Qué diferencia existe entre una molécula de ADN y una de ARN? explique**
- 6- **¿Qué relación hay entre el ARN y las proteínas? Explique**
- 7- **¿Las bacterias tienen ADN? explique**
- 8- **¿Cuál es el organelo encargado de sintetizar (fabricar) las proteínas en una célula?**
- 9- **¿Por qué en tu aspecto físico hay características tanto de tu padre como de tu madre? Explique.**
- 10- **¿Qué es un Gen? Explique**
- 11- **¿Qué relación hay entre ADN, GEN Y CROMOSOMA? Explique**
- 12- **¿Qué es una mutación? Explique**
- 13- **¿puede una mutación afectar la estructura o forma de una proteína? explique**
- 14- **¿Qué funciones cumplen las proteínas en tu organismo? Explique**

Este taller diagnostico de diseño con la intención de evidenciar conceptos y dirigir a los estudiantes hacia los conocimientos esenciales, con los cuales se puede desarrollar un mejor trabajo, encaminado hacia un verdadero entendimiento de las proteínas y su función en el cuerpo humano. Al conocer las limitaciones conceptuales relacionadas con la síntesis de proteínas y su función, por tal razón se elaboro un OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje); con el fin de afianzar dichos conceptos que serán utilizados en el desarrollo de los talleres (ver **CD anexo con el OVA con título “retroalimentación”**).

## 4.2 Talleres

Antes de comenzar con la elaboración de los talleres es bueno hacer algunas precisiones sobre la forma en que serán encaminados, creados y desarrollados los talleres. Inicialmente debemos combinar una estrategia de lectura comprensiva de artículos científicos con la estrategia de la Enseñanza para la Comprensión.

En este trabajo utilizaremos el método C.R.I.T.I.C. (las preguntas pueden ser usadas a discreción del docente, sólo si las considera oportunas o no). Se puede realizar una actividad inicial en donde el estudiante identifique las primeras ideas sobre el tema, al tiempo que las va consignando en el cuaderno, por ejemplo:

- Cómo está organizado el artículo (partes, capítulos, graficas etc.) acompañada de una fase previa de conceptos o hipótesis iniciales.
- Identificar palabras desconocidas y palabras “clave” en el artículo, lo cual implica una fase de lectura general.
- Preguntas básicas sobre el artículo.

Para este último punto, el docente puede utilizar algunas preguntas básicas que pueden ir de menor a mayor complejidad, conocida como fase pos-lectura. Las preguntas pueden ser:

- **Consigna o afirmación que expone el texto.** ¿A quién va dirigido?
- **Rol del que hace la afirmación.** ¿Quién ha escrito esta noticia, artículo o anuncio? ¿Qué intereses puede tener? ¿Por qué lo ha escrito? ¿Estará de acuerdo con lo que ha escrito?
- **Ideas.** ¿Qué conocimiento o creencias hay detrás de las afirmaciones expresadas?
- **Test.** ¿Se podría hacer una prueba o experimento para comprobarlas? ¿Los datos son suficientes y validos?
- **Información** ¿Qué evidencias o pruebas se exponen o podrían exponerse para apoyar la afirmación? ¿Hay incoherencias, errores, o contradicciones?
- **Conclusiones** ¿Te convence lo que afirma el texto? ¿el texto aporta argumentos suficientes? ¿Está de acuerdo con el conocimiento científico actual? Y lo más importante. ¿Has aprendido algo?

Ahora con relación a la Enseñanza para la Comprensión, utilizaremos una matriz de datos que servirán de guía al docente con el fin de orientar el trabajo y lograr los objetivos esperados.

El artículo que se va a trabajar tiene por título: GENÉTICA, CARACTERÍSTICAS DE LA HEMOGLOBINA S, ANEMIA FALSIFORME Y HAPLOTIPOS (**Ver anexo B**).

El docente organizará las preguntas y acciones clave teniendo en cuenta la tabla que se presenta a continuación; con el fin de dirigir un adecuado desarrollo de la actividad. Es importante que las apreciaciones del docente sean hechas a tiempo y que éste formule mínimo tres tipos diferentes de preguntas a saber: Explicativas, Interpretativas y Argumentativas; para lograr cada uno de los elementos de la Enseñanza para la comprensión.

El estudiante podrá compilar y ordenar sus apuntes en una red conceptual o preferiblemente en un Mapa Mental (**Ver anexo C**); con el fin de evitar categorizaciones artificiales ya que todos los procesos son importantes.

CUATRO PREGUNTAS ACERCA DE LA ENSEÑANZA	ELEMENTOS DE LA EpC QUE ABORDA CADA UNA DE LAS PREGUNTAS
¿Qué debemos enseñar?	Tópicos generativos
¿Qué vale la pena comprender?	Metas de comprensión
¿Cómo debemos enseñar a comprender?	Desempeños de comprensión
¿Cómo saber lo que comprenden o no? Y ¿Cómo desarrollar una comprensión más profunda?	Valoración continua

La evaluación se realizara con la ayuda de un OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje), el cual se encuentra en el **CD Anexo con el nombre de “taller Evaluativo”**.

Se presentan dos talleres, los cuales tienen como objetivo centrar y orientar al estudiante sobre los elementos relevantes en la función de las proteínas, a la luz de la Enseñanza para la Comprensión.

El artículo científico a trabajar (anexo B) se dividirá en dos partes, con el fin de tener dos oportunidades de evaluar el aprendizaje. Para los dos talleres el “tópico generador” será: **¿Cómo se relaciona el tema que estás analizando en la pregunta propuesta, con la función de las proteínas?**

#### 4.2.1 Taller 1

- **Objetivo:** Observar, recoger y organizar información relevante relacionada con la síntesis de proteínas y su función biológica, con el fin de verificar y contribuir a la comprensión de conceptos.
- **Metodología:** Luego de hacer el acercamiento (C.R.I.TI.C.) los estudiantes responden las preguntas, que corresponden a cada artículo particular, las cuales han sido organizadas previamente por el maestro de acuerdo a las instrucciones mencionadas. Inmediatamente se hace una lectura rápida reconociendo los términos desconocidos y claves. Los términos desconocidos se buscan en el diccionario y se aclara su significado por el maestro. A continuación los niños

deben leer el artículo e ir extrayendo las ideas principales. Si hay dudas, éstas deben ser resueltas por el maestro. En el caso del artículo “Genética de la hemoglobina, características de la hemoglobina y determinación del aminoácido alterado” el estudiante de manera individual resuelve las siguientes preguntas:

- ¿Cómo está conformado el gen de la Hemoglobina y qué función cumple esta proteína?
- En algún sitio del artículo se habla de la enfermedad (Anemia falciforme), la cual está relacionada con un carácter genético, ¿Cómo se expresa el fenotipo, cuando un individuo es homocigoto para los dos genes de la enfermedad y cuando es heterocigoto?
- Las tripletas de nucleótidos en el código genético, permiten ubicar un aminoácido particular, de acuerdo al código genético. La anemia falciforme es el resultado del cambio en un aminoácido. Revise una figura del código genético ¿Qué pasa con el aminoácido, si una persona presenta una mutación en la tercera letra de un codón? ¿Qué pasa con el aminoácido, si la mutación es en la primera letra del codón? Analice estos dos tipos de mutaciones y explique ¿Cuál podría ser una mutación silenciosa o una peligrosa y por qué?

Recuerda que después de hacer el primer acercamiento con el método (C.R.I.T.I.C), Debes ir consignando tus apuntes en el modelo de Mapas Mentales, con esto lograras tener un mejor acercamiento y bases, para responder a las preguntas.

Socializa las preguntas que corresponden al artículo en un grupo de 4 estudiantes, discútelas y lleguen a un acuerdo. Ahora realiza, de manera individual el taller OVA que se encuentra en el CD anexo, cuyo título es “Evaluación Taller 1”, con esta actividad terminaras de reforzar tus conceptos y podrás encontrar tus deficiencias. Realiza un listado de estas deficiencias y comunícalas a tu maestro. De esta forma él podrá ayudar a superar estos vacíos conceptuales.

#### 4.2.2 Taller 2

- **Objetivo:** Observar, recoger y organizar información relevante relacionada con la síntesis de proteínas y su función biológica, con el fin de verificar y contribuir a la comprensión de conceptos.
- **Metodología:** Luego de hacer el acercamiento (C.R.I.T.I.C.) los estudiantes responden las preguntas, que corresponden a cada artículo particular, las cuales

han sido organizadas previamente por el maestro de acuerdo a las instrucciones mencionadas. Inmediatamente se hace una lectura rápida reconociendo los términos desconocidos y claves. Los términos desconocidos se buscan en el diccionario y se aclara su significado por el maestro. A continuación los niños deben leer el artículo e ir extrayendo las ideas principales. Si hay dudas, éstas deben ser resueltas por el maestro. En el caso del artículo: Síntomas de la enfermedad (anemia falciforme), Transmisión Genética de la Enfermedad, Distribución Geográfica de la enfermedad, Conteste:

- ¿Por qué una persona afectada con anemia falciforme respira con dificultad? explique
- En el artículo se señala que en algunos grupos humanos es más probable la aparición de una persona enferma por Anemia Falciforme, ¿Por qué cree usted que ocurre esto? Explique.
- ¿Cómo es la estructura del aminoácido, que permite la síntesis normal de la proteína y cuál la del aminoácido que se altera? ¿De qué manera altera la proteína?

Recuerda que después de hacer el primer acercamiento con el método (C.R.I.T.I.C), Debes ir consignando tus apuntes en el modelo de Mapas Mentales, con esto lograras tener un mejor acercamiento y bases, para responder a las preguntas.

Socializa las preguntas que corresponden al artículo en un grupo de 4 estudiantes, discútelas y lleguen a un acuerdo. Ahora realiza, de manera individual el taller OVA que se encuentra en el CD anexo, cuyo título es "Evaluación Taller 2", con esta actividad terminaras de reforzar tus conceptos y podrás encontrar tus deficiencias. Realiza un listado de estas deficiencias y comunícalas a tu maestro. De esta forma él podrá ayudar a superar estos vacíos conceptuales.

El uso de bitácoras en el aula de clase, nos ayuda a fortalecer el sentido crítico y de responsabilidad en los estudiantes, les ayuda a auto evaluarse y comprender que conceptos necesitan reforzar. Aquí un ejemplo de bitácora usada en clase de Biología.

COLEGIO ALFREDO IRIARTE

AREA DE CIENCIAS

DESARROLLO DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS TECNOLOGIAS

GRADO. NOVENO. DOCENTE: RICARDO SUAREZ MEDINA

risume@gmail.com

Bitácora # \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Docente \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Grado \_\_\_\_\_

Nota: Usa renglones extras, si los necesitas, en hojas anexas.

Nivel Básico:

¿Qué pasó?

---

---

---

¿Qué sentí?

---

---

---

¿Qué aprendí?

---

---

---

¿Qué hice bien?

---

---

---

---

---

¿Qué no entendí?

---

---

---

---

---

---

¿Qué debo mejorar?

---

---

---

---

Nivel Analítico:

¿Qué propongo?

---

---

---

---

---

¿Qué integro?

---

---

---

---

¿Qué Invento?

---

---

---

---

¿Qué preguntas me surgen?

---

---

---

Nivel Crítico:

¿Qué quiero lograr?

---

---

---

---

---

¿Qué estoy presuponiendo?

---

---

---

---

---

¿Qué utilidad tiene?

---

---

---

---

---

¿Qué debo mejorar?

---

---

---

---

Bibliografía

## 5. Recomendaciones

- La Enseñanza para la Comprensión es una herramienta que facilita el desarrollo conceptual y de análisis en el estudiante, pero, si esta herramienta no se acompaña de un método efectivo y llamativo de tomar apuntes, es posible que se pierda gran parte del trabajo del docente.
- La evaluación siempre es un proceso formativo, por tal motivo la Enseñanza para la Comprensión brinda estos espacios, además el manejo de vitacoras permite que el niño sea participe de su formación.

# Anexo A: Diagnostico

Señor Profesor: Usted debe desarrollar este taller diagnostico con sus estudiantes, al principio y al final del proceso, con el fin de evaluar el mismo.

## EVALUACION DIAGNOSTICA

### COLEGIO ALFREDO IRIARTE

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_ Grado 90\_\_

#### OBJETIVO

Realizar una exploración de los conceptos previos esenciales implicados en la transmisión de la información genética con el fin de identificar el nivel de apropiación de éstos y detectar problemas cognitivos.

#### ESTANDARES DE COMPETENCIA

- Establezco relaciones entre ADN, genes, proteínas y las funciones celulares
- Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias

#### NIVEL DE DESEMPEÑO

- Justifica la importancia de la importancia de la información almacenada en el ADN, su relación con las proteínas y la función biológica de las mismas.

#### SITUACIÓN DIDÁCTICA

Exploración de las ideas previas.

#### RESULTADOS ESPERADOS

- ➔ Comprobar el nivel de apropiación de los conceptos aprendidos por las estudiantes en relación con las temáticas relacionadas con la información genética y función de las proteínas.
- ➔ A partir de éste análisis orientar un proceso de retroalimentación; para llevar a los estudiantes a una comprensión de estos conceptos previos esenciales, los cuales son un fundamento conceptual para el desarrollo de la temática de la transmisión genética y función de las proteínas.



**NO DEJES DE RESPONDER NINGUNA PREGUNTA**

### **PARTE 1 SERES VIVOS**

1-¿Cuáles son las características que tiene un ser vivo?

.....

.....

.....

.....

2- Si piensas en los componentes (moléculas) de un ser vivo, ¿cuáles son las más importantes?

.....

.....

.....

.....

3- Con que palabra relacionarías a los seres vivos, ¿con lo ORGANICO o lo INORGANICO?, explique.

.....

.....

-----  
-----  
**PARTE 2 MOLECULAS DE INFORMACION**

**15-** ¿En qué molécula se guarda toda la información necesaria para construir un organismo vivo? explique

-----  
-----  
-----

**16-** ¿Qué diferencia existe entre una molécula de ADN y una de ARN? explique

-----  
-----  
-----

**17-** ¿Qué relación hay entre el ARN y las proteínas? explique

-----  
-----  
-----  
-----

**18-** ¿Las bacterias tienen ADN? explique

-----  
-----  
-----  
-----

**19-** ¿Cuál es el organelo encargado de sintetizar (fabricar) las proteínas en una célula?

-----  
-----  
-----

**20-** ¿Por qué en tu aspecto físico hay características tanto de tu padre como de tu madre? Explique.

-----  
-----  
-----  
-----

**21-** ¿Qué es un Gen? explique

-----  
 -----  
 -----

**22-** ¿Qué relación hay entre ADN, GEN Y CROMOSOMA? Explique

-----  
 -----  
 -----

**23-** ¿Qué es una mutación? explique

-----  
 -----  
 -----

**24-** ¿puede una mutación afectar la estructura o forma de una proteína? explique

-----  
 -----  
 -----

**25-** ¿Qué funciones cumplen las proteínas en tu organismo? Explique

-----  
 -----  
 -----

	Llevar información hereditaria	Tienen cromosomas	Tienen genes	Sintetizan proteínas
Muscular				
Espermatozoide				
Ovulo				
Neurona (C. Cerebro)				
Célula vegetal				

**26-** Menciona tres estructuras de tu cuerpo que estén constituidas de proteínas.

-----  
 -----  
 -----

**27-** ¿Por qué hay que consumir alimentos que contengan proteínas? Explique.

---

---

---

---

**28-** ¿Qué es un aminoácido y que biomoléculas se construyen con ellos? Explique

---

---

---

---

Ahora con ayuda de tus compañeros, en una mesa redonda, confronta tus respuestas e identifica que conceptos consideran son correctos y sepáralos de los que debes profundizar. Para aclarar estas dudas entra al OVA "retroalimentación". Si aún quedan dudas consulta con tu profesor. Este ejercicio es esencial antes de comenzar el estudio del ADN, el ARN y las Proteínas.



**PROFESOR:** Este es el artículo principal sobre el que se trabajara la metodología de la Enseñanza para la Comprensión, además, se utilizara como medio de organización de apuntes, los mapas mentales.

## **Anexo B: Artículo**

### **GENETICA, CARACTERÍSTICAS DE LA HEMOGLOBINA S, ANEMIA FALCIFORME Y HAPLOTIPOS**

Zulema Bustamante\*, Roxana Garcia y Gabina Martinez \*Fac. de Bioquímica y Farmacia – UMSS 2002

#### **RESUMEN**

La anemia falciforme es una enfermedad hereditaria, producida por la presencia de la hemoglobina S en su forma homocigoto (HbsHbs), que produce un cambio de aminoácido en la posición 6 de beta globina normal, cambiando ácido glutámico por valina, lo que disminuye la solubilidad de la proteína, de tal manera que la hemoglobina S forma polímeros produciendo un glóbulo rojo en forma de hoz. Esta característica produce la vaso-oclusión, así como la liberación del grupo hemo, que interacciona con la membrana de los glóbulos rojos, causando hemólisis con la consecuente anemia. La enfermedad está acompañada de varios síntomas característicos. La herencia de esta hemoglobina, sigue las leyes mendelianas, de tal manera, que si un progenitor es portador de la hemoglobina S y el otro no, lo probable es que la mitad de los hijos sean portadores de la HbS y la otra mitad sano, en cambio si los 2 progenitores son portadores de la HbS, en cada gestación hay una probabilidad del 25% de que el niño sea normal, una probabilidad de un 50% de que sea portador de Hb S y un 25% de probabilidad de que el niño tenga enfermedad falciforme por HbS. Los métodos de identificación de hemoglobina S son electroforéticos o cromatográficos, utilizándose también en la actualidad métodos de análisis del ADN del genotipo. También se considera como un aspecto importante la presencia de los haplotipos que determinan en parte las características ancestrales y culturales de las poblaciones que tienen este gen o la severidad de los cuadros clínicos.

#### **INTRODUCCION**

Existen varias enfermedades hereditarias por hemoglobinas anormales que afectan a millones de personas en el todo el mundo. Entre estas, las mas importantes son aquellas que están relacionadas con alteraciones en la cadena beta de la hemoglobina, siendo la más importante la drepanocitosis o anemia falciforme, que es una enfermedad que se encuentra con frecuencia en personas de raza negra y su mestizaje, debido a que son portadoras de la hemoglobina S en su forma homocigota (HbSHbS), sin embargo, también puede presentarse como heterocigoto, es decir HbA y HbS produciendo tan sólo el rasgo falciforme y una resistencia a la malaria, pero al mismo tiempo esta hemoglobina S puede estar relacionada con diferentes haplotipos (1).

En este trabajo se revisará la genética de la hemoglobina S, así como sus características y propiedades químicas, el estudio realizado para la identificación del aminoácido cambiado, su relación con la anemia falciforme, el rasgo falciforme, la distribución geográfica de este problema, los métodos de identificación de la Hb S, la herencia de la hemoglobina S, los haplotipos de Hb S y finalmente se realizará un comentario sobre el tema tratado.

#### GENETICA DE LA HEMOGLOBINA S

El componente proteico de la hemoglobina esta formado por 4 subunidades, 2 cadenas alfa y 2 cadenas beta del tipo de las globinas, el gen para la beta globina esta localizado sobre el cromosoma 11, p 15.5 y tiene 475 variantes alélicos, Este es un miembro de la familia de los genes de la globina, que es un grupo involucrado en el transporte del oxigeno. Otros miembros de la familia de este gen incluyen a alfa, gamma, delta y épsilon y zeta genes de globina. Estos genes son regulares y se presentan en un tiempo específico durante el desarrollo de la vida del ser humano (fig. 1). Entre los variantes alélicos, se tiene la hemoglobina falciforme (HbS), que es responsable de la formación de los glóbulos rojos falciformes (2).

La hemoglobina S se debe a un cambio en el codón GAC normal, que pasa a GTG, que da como resultado la sustitución del aminoácido ácido glutámico por valina, en la posición 6 de la cadena beta, resultando una hemoglobina anormal, que es la hemoglobina S, en lugar de la hemoglobina A normal. En estudios realizados en padres de niños con drepanocitosis revelan que hasta un 40% de su hemoglobina es anormal. Este gen es autosómico y su herencia sigue un patrón mendeliano común y corriente, sin embargo el hecho que el paciente heterocigoto tenga niveles importantes de hemoglobina S indica que el gen se comporta como codominante (1).

## CARACTERISTICAS E IDENTIFICACION DE LA HEMOGLOBINA S

En 1949, Pauling y colaboradores examinaron las propiedades fisicoquímicas de la hemoglobina de individuos normales y de pacientes con el rasgo falciforme o con anemia falciforme y realizaron pruebas electroforéticas. En el punto isoeléctrico, la carga neta de la proteína es cero y no existe movilidad. Estos puntos isoeléctricos para la hemoglobina normal y la hemoglobina falciforme cuando están oxigenadas son de 6,87 y de 7,09, respectivamente. Esta diferencia sugirió que existía una variación entre el número o clase de grupos ionizables en las dos hemoglobinas. Un cambio en la unidad de pH de una disolución de hemoglobina se asocia con otro de alrededor de 13 cargas. La diferencia entre las unidades es de 0,23 y corresponde aproximadamente a unas tres cargas por molécula de hemoglobina. Como resultado de la electroforesis se determinó que los pacientes con anemia falciforme tienen hemoglobina S pero no hemoglobina A y los pacientes con rasgos falciformes tiene ambas clases de hemoglobina en cantidades aproximadamente iguales. De esta manera se reveló que existía una alteración en la proteína debido a un cambio alélico en un solo gen relacionado a su síntesis, convirtiéndose en la primera demostración de una enfermedad molecular (4).

## DETECCIÓN DEL MINOÁCIDO ALTERADO

La etapa siguiente de estudio consistió en separar las proteínas por hidrólisis con proteasas. Después, se separaron por electroforesis, pero existía mucho solapamiento, luego se realizó una separación cromatográfica y las huellas dactilares resultantes fueron altamente reveladoras. Se vio que se trataba de un péptido de 8 aminoácidos, se secuenció el péptido y se determinó que la diferencia entre la hemoglobina S y A se debía a un aminoácido en la posición 6, es decir que la hemoglobina S contiene valina en lugar de glutamato. La cadena lateral de la valina es apolar, por lo que aparece un "parche" hidrófobo en la superficie de la molécula, mientras que el glutamato es polar. Esta alteración reduce marcadamente la solubilidad de la hemoglobina S desoxigenada, pero tiene poco efecto sobre la solubilidad de la Hb S oxigenada (4) (5).

La menor solubilidad de la forma reducida de esta hemoglobina da lugar a la formación de una red gelatinosa de polímeros fibrosos llamados tautoides, debido a que en la hemoglobina S desoxigenada estos parches hidrófobos se pegan unos a otros por su tendencia a excluir el agua, haciendo que la hemoglobina polimerice formando agregados en forma de cadena que endurecen y deforman el hematíe produciendo eritrocitos rígidos y en forma de hoz, que atraviesan vasos finos con dificultad o no las

atravesan en absoluto (5)(6). La concentración de la desoxihemoglobina S en los heterocigotos es alrededor de la mitad de los homocigotos, así que la velocidad de formación de fibras será del orden de  $2^{10} = 1024$  (4).

#### ANEMIA FALCIFORME Y SÍNTOMAS

La anemia falciforme es una enfermedad hereditaria, autosómica recesiva, ya que es necesario que el individuo sea homocigoto para tener la enfermedad, que afecta a los glóbulos rojos de la sangre o hematíes. En esta enfermedad, los glóbulos rojos cambian su forma a la de una hoz cuando han liberado el oxígeno. Estos glóbulos rojos falciformes no son flexibles y forman tapones en los vasos sanguíneos pequeños, produciendo una interrupción de la circulación de la sangre que puede dañar los órganos de cualquier parte del cuerpo (7).

En un estudio realizado por Robert Hebbel y sus colaboradores, demostraron que el componente hemo de la hemoglobina tiende a liberarse de la proteína debido a episodios repetidos de la polimerización de la hemoglobina S. Algunos de estos grupos hemo libres tienden a alojarse en la membrana de los hematíes, el hierro de este grupo promueve la formación de componentes muy peligrosos llamados especies reactivas de oxígeno. Estas moléculas dañan los componentes lipídicos y proteicos de la membrana de los glóbulos rojos, produciendo su destrucción (hemólisis). Por lo tanto, en la anemia falciforme se incrementa la hemólisis y desciende el valor de la hemoglobina y el hematocrito aproximadamente a la mitad del valor normal (3).

Una de las características más importantes de esta enfermedad es la vaso-oclusión que es particular de la Hb S, La vaso-oclusión se inicia y es sostenida por la interacción entre las células deformadas por la polimerización de la Hb S el endotelio de los vasos y algunos constituyentes del plasma. La desoxigenación de las células con hemoglobina S produce una salida de potasio de los glóbulos rojos, lo cual aumenta la densidad de los glóbulos y la tendencia de la hemoglobina S a polimerizarse. La adherencia de los hematíes al endotelio vascular ocurre como consecuencia de daño a las membranas celulares, al ser perturbadas las células endoteliales por los glóbulos rojos conteniendo hemoglobina polimerizada. El balance entre vasoconstrictores y vasodilatadores se altera a favor de los primeros y el flujo de la sangre se hace lento, de tal forma que los procesos de polimerización de la hemoglobina S, la deformidad de los glóbulos rojos y la vaso-oclusión ocurren antes del paso de la sangre(8).

Un porcentaje alto de neutrófilos es un factor de riesgo que puede producir la muerte en anemia falciforme, pues estos interactúan con las células deformadas y el endotelio, que

son estimuladas a liberar citoquinas dañinas; por otra parte, los reticulocitos que son liberados prematuramente de la médula o sea debido a la hemólisis severa favorecen también, la adherencia de los glóbulos rojos deformados al endotelio, asimismo, las plaquetas activadas liberan trombospondina, lo cual promueve también adherencia. Por este motivo, la crisis tronbótica o vaso oclusivo ocurre en un 70% de los pacientes (8). Las manifestaciones clínicas más frecuentes de esta enfermedad son: Anemia; Crisis aplásica; Dactilitis o síndrome mano pie ( los niños pequeños pueden tener dolor e hinchazón en manos o pies); Episodio o crisis dolorosa (se dan con mayor frecuencia en los brazos, manos piernas, o abdomen y se producen por la vaso oclusión); Infecciones graves ( las personas afectadas, sobre todo niños, tienen un riesgo grande de padecer sepsis, meningitis y neumonías); Crisis de secuestro esplénico, ( el bazo crece por secuestro de glóbulos rojos en su interior);Accidente cerebrovascular ( se da cuando la circulación cerebral se bloquea por glóbulos rojos falciformes). Complicaciones pulmonares; Infartos óseos ( que afectan a huesos largos y vértebras y con la evolución de la enfermedad, se puede presentar necrosis de la cabeza femoral). Complicaciones visuales, cardiaca, de riñón, del hígado y vías biliares(7) (9).

**RASGO FALCIFORME** Las personas con rasgo falciforme son portadoras de la hemoglobina S, son asintomáticas , las cifras y la morfología sanguínea son normales , su desarrollo físico, actividad y longevidad son normales.

La concentración de la Hb S es menor del 50%, no obstante, en algunas circunstancias de anoxia, puede ocasionalmente presentar complicaciones (9). Los heterocigotos Hba Hbs, presentan una anemia leve y bajo circunstancias normales , presentan la misma eficacia biológica que los homocigotos normales HbAHbA , Sin embargo en las regiones de África, con una incidencia alta de paludismo, los heterocigotos presentan una eficacia mayor que los homocigotos normales, porque la presencia de alguna cantidad de hemoglobina falciforme protege de alguna manera frente al protozoo del paludismo y es un caso que ilustra la relación entre la eficacia biológica y el ambiente, siendo este un caso de lo que se llama polimorfismo compensado (4) (10).

#### HERENCIA DE LA HEMOGLOBINA S

En relación a la herencia de la hemoglobina S se tienen dos posibilidades: Si un progenitor es portador de Hb S (rasgo falciforme) y el otro no, lo probable es que la mitad de los hijos sean portadores de hemoglobina S y la otra mitad sanos. Ninguno de los hijos tendrá enfermedad falciforme por hemoglobina S. Los portadores de Hb S están

sanos, por lo que pueden transmitir la hemoglobina S durante muchas generaciones sin que nadie de la familia lo sepa. Cuando el padre y la madre tienen rasgo falciforme los dos, en cada embarazo habrá las siguientes probabilidades: 25% de probabilidad de que el hijo herede la hemoglobina normal del padre y de la madre. En este caso el hijo sería normal. 50% de probabilidad de que el hijo herede la hemoglobina normal de uno de sus padres y la hemoglobina S del otro. En este caso el hijo tendría rasgo falciforme. 25% de probabilidad de que el hijo herede la Hb S del padre y de la madre, en este caso el hijo estaría afectado de células falciformes (77).

#### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA HEMOGLOBINA S

La mayor concentración del gen para la drepanocitosis se da en la población negra de África ecuatorial, donde hay grupos donde el gen afecta hasta a un 40% de la población (1), el cromosoma más común beta<sup>s</sup>, fue encontrado en Benin (Nigeria) y África oeste central (11)

También en Europa y Asia se presenta en países de la cuenca mediterránea, como Turquía, Grecia, Italia, España y Oriente Medio, así como en los países árabes e India oriental. En América se da en los Estados Unidos (en personas de origen africano o afroamericano) y en el Caribe, América Central y del Sur (Brasil)(7).

#### DIAGNOSTICO DE LA HEMOGLOBINA S Y DEL GENOTIPO

Para el diagnóstico de la anemia de las células falciformes, se realiza la electroforesis o separación cromatográfica de hemoglobina en preparados hemolisados de sangre periférica. Para la electroforesis se utilizan acetatos de celulosa y buffer alcalino (pH 8,6 a 9,2), la corrida electroforética se realiza por 30 minutos de 250 a 300 voltios: Después de revelar y decolorar la tira se incuba por 10 minutos a una temperatura entre 60 a 100 grados centígrados y se observa las diferencias de movilizaciones de las hemoglobinas de la sangre.(12) (13). También para el estudio de la anemia drepanocítica, se usan enzimas de restricción como la Hpa. El ADN normal y patológico se somete a la enzima. Los fragmentos resultantes, se colocan en contacto con una sonda radioactiva para el gen de la beta hemoglobina, la sonda hibridiza en la hemoglobina normal con dos fragmentos de 7000 a 7600 nucleótidos de longitud, en la anemia drepanocítica la hibridación ocurre con una sola secuencia de 13000. Resultados similares se obtienen de estudios de células obtenidas por amniocentesis, lo cual provee una herramienta para la detección prenatal de la anemia drepanocítica. Los marcadores en los que ocurre la hibridación se conocen como RFLPs. El fragmento grande en la anemia drepanocítica se interpreta como evidencia de una mutación en la secuencia de reconocimiento. Dos

secuencias nucleotídicas en la misma molécula de ADN tienden a estar juntas (ligamiento). En el ADN de la anemia drepanocítica la cadena beta de la hemoglobina queda ligada con otro gen que de alguna manera altera el reconocimiento en la cual actúa la Hpa. Encontrándose (13): Homocigotos normales (fragmentos cortos)

Homocigotos para la anemia drepanocítica (fragmentos largos) Heterocigotos (fragmentos largos y cortos)

#### HAPLOTIPOS DE LA HEMOGLOBINA S

Los haplotipos se definen como diferentes combinaciones de sitios polimórficos a lo largo de una región cromosómica (ADN). Su determinación puede ser útil para la detección de una determinada mutación, cuando esta se encuentra asociada a un haplotipo particular. En el caso del gen de la hemoglobina beta, estos son segmentos polimórficos a nivel del brazo largo del cromosoma 11 que se encuentran flanqueando al gen a manera de segmentos heterogéneos de ADN. Hasta el momento se han encontrado 6 haplotipos principales y varios menores, todos ellos coheredados con la mutación beta S, como alelos sencillos demostrándose que se correlacionaban con áreas específicas de Africa y Asia, denominándose como haplotipos Benin (Ben), haplotipo Republica Centro Americana (CAR) o Bantú, haplotipo Senegal (Sen), Haplotipo Camerún (Cam), haplotipo Arabe.Saudí (Arabe) haplotipo Asiático (Indio o Hindú) y haplotipos menores. Esta caracterización de haplotipos ha permitido dilucidar mosaicos culturales y étnicos de ciertas poblaciones y aclarar, por lo menos parcialmente, la razón de la heterogeneidad clínica de la drepanocitosis o anemia falciforme, debido a que dependiendo del haplotipo se pueden presentar cuadros clínicos de anemia drepanocítica, más benigna o severa (14).

#### CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La anemia falciforme es una enfermedad genética muy importante en la población, que se presenta principalmente en la raza negra, constituyéndose en una enfermedad de alta prevalencia en algunos países. Esta enfermedad es la causante de morbilidad y mortalidad en las poblaciones que tienen Hb S, en su forma homocigota, conociéndose en la actualidad todas las características genéticas y moleculares de la enfermedad. Sin embargo hasta el momento no existe un tratamiento que pueda normalizar totalmente el funcionamiento de los glóbulos rojos que poseen la hemoglobina S para que el portador pueda realizar su vida normal. Si bien no hay ningún tratamiento eficaz para esta enfermedad, existe la posibilidad de un trasplante de medula ósea, utilizando fragmentos

donados por algún hermano, pero con un riesgo elevado. Los especialistas recomiendan el consumo de ácido fólico para la anemia, también se recomienda que los niños con enfermedad falciforme, comiencen a tomar antibióticos por vía oral a los dos meses de vida para prevenir infecciones graves.

Por otra parte, como se trata de una enfermedad genética, será muy interesante que la solución a este problema sea del tipo genético, pensando en una terapia génica, de gran importancia en la actualidad, debido al gran avance de la ciencia en este campo como el mapeo del genoma humano, que permitirá encontrar soluciones a un gran número de enfermedades genéticas. Algo interesante observado es que en el caso del rasgo falciforme, en lugar de constituirse en una enfermedad, es más bien una adaptación del hombre al medio ambiente, ya que debido a la presencia de la hemoglobina S y A se constituye en una defensa contra la malaria, predominante en los países del África y otros.

Se debe mencionar que en Bolivia no se han reportado estudios referidos a la presencia de la Hb S, pero será muy importante realizar trabajos de investigación sobre la misma, ya que en algunas regiones del país podrían existir portadores de este gen, especialmente en la región de los Yungas del departamento de La Paz, cuyos antecesores, africanos, vinieron a Bolivia durante la época del coloniaje. Por este motivo será muy importante determinar en la población boliviana la incidencia de la Hemoglobina S.

AGRADECIMIENTOS Agradecemos al profesor André Lejeune, por su apoyo y guía para la elaboración de este trabajo.

DIRECCIÓN Maestría en Bioquímica y Biología molecular y celular. Fac. de Bioquímica y Farmacia. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba- Bolivia. Email: z.bustamante@bio.umss.edu.bo

---

PROFESOR: Lea detenidamente este artículo, antes de comenzar a realizar los talleres y lecturas. Realice una prueba con sus estudiantes, con el fin de perfeccionar el instrumento.

## **Anexo C: Artículo Mapas mentales**

### **Mapas Mentales**

Los mapas mentales son herramientas que apuntan a representar de forma más precisa la forma en que nuestro cerebro utiliza la información. Esto implica, tratar de representar en “mapas”, el funcionamiento del cerebro y el desarrollo del pensamiento.

#### **BENEFICIOS DEL USO DEL MAPA**

Permite, de manera más eficaz, tomar notas, jerarquizar y guardar la información, imaginar, crear y asociar ideas, en forma mucho más dinámica. Al mismo tiempo el mapa es clarificador, ya que ayuda a manejar los tiempos, fomenta la creatividad y permite descubrir una capacidad infinita de nuestro cerebro. Se trata, además, de una técnica sencilla, no requiere tecnología, ni cursos complejos, se puede aplicar en cualquier contexto, a cualquier nivel, estudiantes, docentes, en la investigación, etc. En el aprendizaje, según los docentes, los mapas son una herramienta importante al permitir el uso de ambos hemisferios, desarrollando y explotando todas las capacidades, tanto la espacial y de la imagen, así como la del razonamiento lógico. Un aporte fundamental, dicen, se refiere a que la persona que desarrolla esta herramienta, al apropiarse del tema, se involucra, construye su propio conocimiento, lo crea, es único. Además de presentarnos su trabajo, Lucía Fornaro y Jorge Cardozo, explicaron las razones que los motivaron a presentar el tema. “En primer lugar y ante todo, como experiencia personal, la práctica de los mapas mentales, desarrollan la capacidad de creación y la imaginación. Luego de un trabajo de tres años con mapas mentales, hemos presentado exposiciones, preparado clases, tomado notas, armado informes, dinámicas y han sido aplicados en diferentes clases. Por uno de nosotros, concretamente a nivel de primer año liceal del Colegio Jesús María, con una buena aceptación -en general- por parte de los alumnos. En segundo lugar un grupo de docentes de Biología, Física y Química estamos trabajando en coordinación, aprendiendo sobre el tema e intentando conjuntamente, que los alumnos ingresen a los mapas mentales y usen la herramienta. En tercer lugar, la poca difusión en nuestro país, el desconocimiento casi total del tema y por su-

la cara de asombro, curiosidad de la gente cuando los ve. Pero si hay cosas que sabemos, por ejemplo, que hay muchas instituciones y empresas en el mundo que los usan, científicos, profesionales, en sistemas educativos. Por ejemplo en Finlandia, (primer lugar en el mundo, según la evaluación de las pruebas PISA) ha usado exitosamente esta herramienta. Los propios autores los han utilizado en alumnos con dificultades de aprendizaje obteniendo buenos resultados. La experiencia recién se ha iniciado y todavía nos falta camino por recorrer y aprender, lo que si tenemos es mucha inquietud con respecto al tema.

#### “PENSAMIENTO IRRADIANTE Y MAPAS MENTALES”.

Según investigaciones, se ha demostrado que durante un aprendizaje se almacena información de:

- Los contenidos inmediatos o primeros.
- Los más recientes, o sea los del final del proceso.
- Lo que nos interesa o queremos aprender.
- Lo que logramos asociar a otros conocimientos.
- Aquello que impactan nuestros sentidos.
- ¡Los que nos parecen único! ¡Nos llama la atención! ¡Nos provoca!

Tony Buzan y Barry Buzan, ambos ingleses. luego de numerosos estudios e investigaciones, ellos elaboraron una nueva forma de representar la manera de pensar, es decir, cartografiaron el pensamiento, elaboraron los llamados mapas mentales. Los autores sostienen la teoría del pensamiento irradiante. El cerebro, afirman ellos, piensa en forma irradiante, no lineal, no como escribimos. Ante una idea, el pensamiento se dispara en varios sentidos, sin respetar la forma de los renglones. Las palabras, las frases, son útiles y necesarias, han permitido el desarrollo del pensamiento a lo largo del tiempo, pero podrían también limitarlo. En las palabras, encerradas en renglones lineales, monocromáticos, la asociación a veces es difícil de encontrar, ¿Cómo se identifican los términos importantes de un texto que leemos? ¡Subrayándolos! ¡Con colores! ¿No pensamos acaso también con imágenes, sonidos, colores, sabores, olores, emociones? Según estudios realizados por Roger Sperry, cada hemisferio del cerebro predomina en alguna habilidad, el hemisferio derecho en las artísticas, la conciencia espacial, dimensión, registro y expresión de las emociones, imaginación, color, conciencia holística; el hemisferio izquierdo en las habilidades relacionadas con el lenguaje y la escritura, los números, secuencia, linealidad, el análisis y la lógica. Pero aquí viene lo interesante ¡Ambos

hemisferios deberían trabajar como un todo! ¿Por qué? Se afirma que cada hemisferio potencia sus propias capacidades, si lo hace trabajando en interacción con el otro. Buzan nos dice: “Todo el mundo tiene una extensa gama de facultades intelectuales, de pensamiento, de creatividad, de los cuales solo usa una parte” La forma en que usamos nuestro cerebro no permite una “conversación” entre ambos hemisferios. Cuando utilizamos solo una parte de nuestras habilidades corticales, por ejemplo usando solamente el hemisferio izquierdo, podemos provocar la reacción de nuestro cerebro, el aburrimiento y por tanto el “olvido” son las señales, provocaremos que el cerebro “se rebele”. El autor lo describe así: “Si insisten con su estilo de vida zurdo-cerebral, tu cerebro te obligará a hacer pausas, los síntomas serán pérdida de concentración, stress, falta de memoria, etc.” Hablar del pensamiento irradiante – que tratamos de reflejar cuando construimos un mapa mental- significa partir de una imagen o idea central, de la cual irradian las ideas ordenadoras básicas, jerarquizadas, estableciendo categorías. Estas deben estar representadas por palabras o mejor aún, por imágenes coloridas, sobre líneas curvas, tratando de estimular todos los sentidos y por tanto ambos hemisferios. Eso es solo el comienzo y después animarse a romper nuestros esquemas clásicos. Es imposible abarcar todo el tema en este resumen, sus bases, sus leyes, sus aplicaciones. Nuestra intención es difundir el tema, despertar el interés, motivar la búsqueda de información y proponer el reto a usar esta herramienta creativa que nos parece pueden mejorar los aprendizajes a nivel educativo.

A modo de ejemplo, un mapa mental sencillo utilizado en la preparación del congreso.

La 1ª ley nos dice que hay que ¡¡ENFATIZAR!! ¿Cómo? Usando colores (3 o 4 como *f* mínimo), usando imágenes, representaciones en *f*, utilizando la sinestesia o fusión de los sentidos, variando el TAMAÑO de las letras, utilizando el [espacio] correctamente. La 2ª ley dice que hay establecer asociaciones entre ideas, con flechas, conectores, *f* usando códigos, símbolos y subrayando. La 3ª ley establece que hay que tener claridad, utilizar una y solo una palabra por línea *f* curva y en lo posible horizontal, letra de imprenta, en forma mayúscula o minúscula, asociar con imágenes, trocear la información, envolver en círculos, líneas de distinto tipo. La 4ª diagramar para jerarquizar, se numera, se pueden agregar líneas en blanco, infinitas *f* posibilidades. En 5º lugar alcanzar un estilo propio, respetando las leyes, se puede y debe lograr una *f* forma personal de representar el mapa mental. En 6º lugar lo

fundamental, ¡¡ Animarse a romper los bloques mentales!! Quebrar los *f* límites y las paredes de los esquemas o formas de tomar notas aprendidos anteriormente.

#### LAS LEYES DE LOS MAPAS MENTALES

GUYTON, A. "Tratado de Fisiología Médica" MC. GRAW- HILL INTERAMERICANA. 2001 BEST Y TAYLOR. "Bases Fisiológicas de la Práctica Médica" EDIT. PANAMERICANA. ALBERTS, B. "Biología Molecular de la Célula" EDICIONES OMEGA, S.A. BUZAN, T. "El poder de la inteligencia creativa" EDIT. URANO-MADRID-2003 BUZAN, T., BUZAN, B.- "El libro de los mapas mentales"- Edit. Urano. Barcelona-1996. Direcciones de Internet: [www.mindmapping.com](http://www.mindmapping.com) - [www.neuralmatters.com](http://www.neuralmatters.com)

## Bibliografía

1. Angulo, F. (1998) <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/File/6743/6176>
2. Avendaño, J (2011) <http://www.slideshare.net/jomachi/ensayo-epistemologia-de-la-ciencia>
3. Blythe, T. (1998). *La enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires: Paídos.
4. Borbadilla, A (2005) Recursos del curso de Genética, Universidad Autónoma de Barcelona <http://bioinformatica.uab.es/base/base.asp?sitio=cursogenetica&anar=la-genetica&item=breve>
5. De Alba, E.(2009) Structure and interdomain dynamics of apoptosis-associated speck-like protein containing a CARD (ASC). *J. Biol. Chem.* 284, 32932-32941
6. De Alba, E. (2012) Proteínas Desordenadas y su incidencia en la salud: una contribución clave de la bioinformática. Centro de Investigaciones Biológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid [http://www.instituto-roche.es/Biotecnologia\\_nuevas\\_vias\\_hacia\\_la\\_medicina\\_personalizada/V71.html](http://www.instituto-roche.es/Biotecnologia_nuevas_vias_hacia_la_medicina_personalizada/V71.html)
7. Educ.ar(2006), [http://aportes.educ.ar/biologia/nucleo-teorico/estado-del-arte/como-se-encienden-y-apagan-los-genes-el-dogma-central-de-la-biologia-paso-a-paso/replicacion\\_del\\_adn.php](http://aportes.educ.ar/biologia/nucleo-teorico/estado-del-arte/como-se-encienden-y-apagan-los-genes-el-dogma-central-de-la-biologia-paso-a-paso/replicacion_del_adn.php)
8. Genetic Science Learning Center (2012, August 6) Descubre cómo funcionan las proteínas. *Learn.Genetics*. Retrieved November 21, 2012, from <http://learn.genetics.utah.edu/es/units/basics/protein/>
9. Jaramillo, R (2004). Enseñanza para la comprensión. *Revista Educere*. Volumen 8, número 27, Venezuela. Pág.529-534
10. Klung, W. (1999) *Conceptos de Genética*, Editorial Prentice Hall IBERIA, Pág.3
11. Seguí, M, (2011) Estructura y propiedades de las proteínas, [http://www.uv.es/tunon/pdf\\_doc/trabajo\\_matilde.pdf](http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/trabajo_matilde.pdf)
12. Rozo, W; Valbuena, E. (2010) *La bioquímica: ¿una disciplina? Implicaciones del análisis epistemológico en los trabajos prácticos para su enseñanza*, Universidad Pedagógica Nacional. [http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/DOCENTES/R1000\\_Gonzalez.pdf](http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/DOCENTES/R1000_Gonzalez.pdf)

13. Stone, M. (1999) Enseñanza para la comprensión. Editorial PAIDOS. Buenos Aires, Argentina. Pág.: 6
14. Stone, M. (2006). Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías. Buenos Aires: Paídos.