



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

LA COMPRENSIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS UN CAMINO PARA EL
MEJORAMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA CELULAR

MARTHA LILIANA CHOGÓ GONZALEZ

Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas

Bogotá, Colombia

2019

LA COMPRENSIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS UN CAMINO PARA EL
MEJORAMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA CELULAR

MARTHA LILIANA CHOGÓ GONZÁLEZ

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Educación.

Directora:

Dr. Mary Ruth García Conde

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas

Bogotá, Colombia

2019

Dedicatoria

A mi es poso, Julio Orduz Villamizar, por estar ahí apoyándome siempre, a mis adoradas hijas, Lizeth y Juliana, ya que con nada se compensa el tiempo y ausencia por la realización de este proyecto.

Agradecimientos

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

De manera muy especial quiero agradecer a mi directora de tesis Mary Ruth García por apoyarme de manera incondicional en la construcción de esta investigación.

De igual manera al profesor Fabio de Jesús Jurado, Director de maestría Universidad Nacional de Colombia y su interés de mejorar la calidad de la educación en las regiones alejadas de la capital.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito diseñar e implementar estrategias metodológicas para mejorar la comprensión lectora de textos de Divulgación Científica relacionados con la Biología Celular en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa José María Carbonell del municipio de Arauquita,

Se realizó una prueba diagnóstica para conocer el estado inicial de los dos grupos de noveno (46 estudiantes) en relación con la comprensión lectora de textos de divulgación científica. A partir de artículos publicados en revistas científicas, se diseñaron y aplicaron talleres de lectura con actividades previas, durante y después leído texto que buscaban desarrollar las habilidades de localizar información explícita, hallar la idea principal del texto, completar mapas conceptuales y cuadros con ideas importantes del texto, resumir, inferir el significado de vocabulario especializado, interpretar frases textuales, relacionar el texto leído con el contexto de los estudiantes, analizar las intenciones del autor y valorar críticamente la temática tratada en la lectura. Al mismo tiempo, los temas de la biología celular expuestos en las lecturas, los cuales hacen parte del plan curricular de Ciencias Naturales eran reforzados, otros eran nuevos y algunos de ellos relacionados la salud humana. Estas actividades pedagógicas pretendían de desarrollar las habilidades de comprensión lectora y aportar algunas estrategias para el aprendizaje autónomo de los estudiantes. Después de las lecturas de intervención, los estudiantes presentaron la prueba final que mostró un progreso de la mayoría de ellos en todos los niveles de comprensión lectora.

PALABRAS CALVES: Aprendizaje, estrategias, autónomo, comprensión lectora, mapas conceptuales, textos de divulgación científica.

ABSTRACT

This research work aims to design and implement methodological strategies to improve reading comprehension of scientific divulgation texts related to cell biology in ninth grade students of the José María Carbonell Educational Institution of the Arauquita municipality.

A diagnostic test was performed to know the initial state of the two groups of ninth (46 students) in relation to the reading comprehension of scientific divulgation texts. From articles published in scientific journals, reading workshops were designed and applied with previous activities, during and after reading text that sought to develop the skills to locate explicit information, find the main idea of the text, complete conceptual maps and tables with important ideas of the text, summarize, infer the meaning of specialized vocabulary, interpret textual sentences, relate the text read to the students' context, analyze the author's intentions and critically evaluate the topic dealt with in reading. At the same time, the topics of cell biology exposed in the readings, which are part of the curricular plan of Natural Sciences were reinforced, others were new and some of them related to human health. These pedagogical activities were intended to develop reading comprehension skills and provide some strategies for the autonomous learning of students. After the intervention readings, students presented the final test that showed a progress of most of them at all levels of reading comprehension.

KEYWORDS: Learning, strategies, autonomous, reading comprehension, conceptual maps, scientific dissemination texts.

Tabla de contenidos

Tabla de contenido

Capítulo 1: CONTEXTO Y PROBLEMA	15
1.1 Contexto Institucional	15
1.2 Planteamiento del problema	17
Capítulo 2: MARCO CONCEPTUAL	24
2.1 Estado del arte	24
2.2 Enfoque pedagógico	26
2.3 Estándares Básicos de competencia.....	32
2.4 Niveles de comprensión lectora.....	34
Capítulo. 3: LA INVESTIGACIÓN EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES	36
3.1 Las habilidades de pensamiento científico.....	36
3.2 La enseñanza de las ciencias y la biología celular	40
Capítulo. 4: METODOLOGÍA	43
4.1 Análisis de la información.....	55
Capítulo 5: RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	56
5.1 Análisis de resultado fase uno.....	56
5.2 Fase dos, implementación de la propuesta pedagógica.....	59
5.3 Fase tres, evaluación de los resultados	67
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFIA	79
CIBERGRAFIA	81

Lista de anexos

ANEXO A. LECTURA 1 “Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?” y taller de actividades.

ANEXO B. LECTURA 2 “La mitocondria: fuente de la energía y mucho más” y taller de actividades.

ANEXO C. LECTURA 3 “Neurona espejo, el reflejo de nuestros actos” y taller de actividades.

ANEXO D. LECTURA 4 “Respirar, sin respirar” y taller de actividades.

ANEXO E. LECTURA 6 “Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro” y taller de actividades.

ANEXO F. Encuesta a estudiantes sobre los hábitos de lectura.

ANEXO G. Autoevaluación de los talleres de lectura de textos de divulgación científica

ANEXO H. Rúbricas de las lecturas de intervención

ANEXO I. Prueba diagnóstica

ANEXO J. Prueba final o postest

ANEXO K. Tablas comparativas de las habilidades de comprensión lectora en lecturas de intervención.

Lista de tablas

Tabla 1. Rúbrica para la prueba diagnóstica.

Tabla 2. Planeación proceso de investigación de aula

Tabla 3. Rúbrica de la lectura Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?

Tabla 4. Rúbrica para la comprensión del tema de biología en la lectura de Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?

Tabla 5. Rúbrica de la prueba final o pos-test.

Tabla 6. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 1

Tabla 7. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 2

Tabla 8. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 3

Tabla 9. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 4

Tabla 10. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 5

Tabla 11. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 6

Tabla 12. Evolución de las habilidades de comprensión lectora durante las lecturas en el grupo 901

Tabla 13. Evolución de las habilidades de comprensión lectora durante las lecturas en el grupo 902

INTRODUCCIÓN

La ciencia es viva y dinámica, incompleta, en permanente cambio, en contexto, en diálogo e interlocución entre diversos saberes; permite la migración de paradigmas de una disciplina a otra; pregunta y liga los diferentes aspectos de la realidad, lo abstracto y lo concreto; es crítica, cuestiona las ideas espontáneas con el uso de conceptos, modelos y teorías; y es capaz de transformar las representaciones sociales y los procesos productivos (<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87456.html>).

El pensamiento científico se origina en la curiosidad del ser humano para comprender su entorno; es fundamentalmente crítico y analítico, pero al mismo tiempo, desarrolla la creatividad y la capacidad de pensar de manera diferente. El pensamiento científico es el que trata de explicar la realidad a partir de procedimientos rigurosos de observación, buscando comprender los diferentes fenómenos mediante evaluaciones precisas de causas y relaciones entre ellos. El pensamiento científico sólo usa argumentos demostrables racionalmente. La ciencia es limitada y sabe que hay cosas que desconoce, pero no acepta explicar irracionalmente lo desconocido.

La lectura de textos de divulgación científica es una herramienta para mejorar el aprendizaje de la biología celular y fortalecer un pensamiento científico de los estudiantes. Se inicia el trabajo con la descripción del contexto socioeconómico de la Institución Educativa José María Carbonell, la cual se ubica en el Centro Poblado de La Esmeralda, municipio de Arauquita. El planteamiento del problema expone tanto los factores particulares de la institución educativa como las dificultades comunes en la educación para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. También se resalta la temática del trabajo por tratar la biología celular en la medida que el concepto de célula es considerado un concepto estructurante que le permite al estudiante comprender el funcionamiento de los organismos vivos, relacionar y estructurar nuevos conocimientos.

En el marco conceptual se recogen los planteamientos de diferentes autores en los que se presentan las características de los textos científicos, la teoría sobre una concepción integral de la comprensión de los textos escritos y la estrategia de lectura en diferentes niveles con preguntas de tipo literal, inferencial, evaluativa y creativa. En el enfoque pedagógico se toman ideas y se procura aplicar las orientaciones especialmente de Lev S. Vygotsky como la importancia para el niño de comprender los conceptos científicos para estructurar las

experiencias cotidianas, asignar actividades retadoras para desarrollar su capacidad cognitiva y el concepto de la zona de desarrollo próximo. También se tuvieron en cuenta los planteamientos teóricos de los autores David Ausubel, Philippe Perrenoud, Julia Leymonié y Jacques Delors. Se cierra este capítulo con los estándares básicos de competencia en Ciencias Naturales que fueron establecidos por Ministerio de Educación Nacional como una guía sobre las competencias fundamentales que deben tener los estudiantes en los niveles de educación y son un referente para el ICFES en la elaboración de las pruebas SABER.

Se explica la importancia de la investigación en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Como la lectura de obras de divulgación científica constituye una herramienta básica en los procesos de investigación y en la formación integral de los estudiantes. La enseñanza de las ciencias además de explicar los procesos biológicos, químicos y físicos, busca crear en los estudiantes las habilidades de pensamiento científico. Que los estudiantes tomen posturas críticas en relación con los alcances de los avances científicos, de la explotación los recursos naturales y tomen decisiones en relación con el consumo de alimentos saludables y el cuidado de la salud física.

La propuesta de intervención se aplicó a los dos grupos de noveno grado de la Institución Educativa José María Carbonell y se organizó en la parte de metodología en tres fases. En la primera se diseña y aplica una prueba diagnóstica a los estudiantes. Luego, se elaboró la planeación del proceso curricular que comprende los estándares, contenidos, competencias, indicadores de desempeño, estrategias metodológicas, recursos y evaluación. En la fase de evaluación se diseñan las rúbricas para la prueba diagnóstica, evaluar los talleres de intervención y el pos-test a fin de medir los avances en el dominio de las estrategias lectoras implementadas.

En los resultados desde el punto de vista cuantitativo, se muestra un desempeño superior en la prueba final de los niveles de comprensión lectora literal primario, literal profundo, inferencial y crítico. En el seguimiento a las respuestas de las lecturas de intervención se puede corroborar un avance progresivo en el dominio de las habilidades de comprensión lectora. Desde el punto de vista profesional, el desarrollo de un proceso de investigación da la satisfacción de ir aprendiendo en todo momento desde la fundamentación teórica, la planeación de las actividades, la implementación de las estrategias pedagógicas en el aula de clase hasta la evaluación general de la propuesta pedagógica.

Capítulo. 1: CONTEXTO Y PROBLEMA

1.1 Contexto institucional

La Institución Educativa José María Carbonell es un establecimiento educativo oficial que funciona desde el año 1977 en el centro poblado de La Esmeralda, Municipio de Arauquita. La planta física de la institución educativa en su mayor parte es antigua, con 20 años de servicio y se ha venido adecuando para ofrecer ambientes educativos agradables a los estudiantes, posee amplias zonas verdes y espacios especializados (establo, galpones y cocheras) para las prácticas pecuarias y el procesamiento de alimentos.

En el año 2014 la Institución Educativa tuvo una matrícula inicial de 949 estudiantes, casi el 30% proceden de la zona rural, de veredas como: Javillal, Las Bocas de Jujú, Totumal, el Oasis, los Chorros, el Triunfo y San Luis de Los Palmares, entre otras. La principal actividad económica del corregimiento de La Esmeralda es la ganadería. Según datos del Comité de Ganaderos de la localidad hay 251 afiliados y en la vacunación de noviembre de 2014 se aplicaron 163.660 dosis al ganado del municipio de Arauquita. Las propiedades campesinas son de mediana y pequeña extensión (40 hectáreas) y con una producción ganadera extensiva, en la que los bovinos se rotan en los potreros para su alimentación. La mayoría de las familias campesinas conformaron hace 10 años la Asociación de Productores de Leche de La Esmeralda – ACOPROLEDA que se encarga de almacenar y comercializar la leche con empresas pasteurizadoras de Cúcuta (La Mejor) y Bogotá (Alquería); esta empresa comunitaria acopia cerca de 8.000 litros diarios. En el corregimiento hay 9 queseras, microempresas con tres o cuatro empleados, que compran leche a los campesinos y producen queso doble crema que es comercializado a Bogotá, Cúcuta y Bucaramanga. Diariamente se observan camiones que transportan ganado en pie para ser vendido en las ciudades citadas anteriormente. Las necesidades y el deseo de progresar han hecho que la gente de este corregimiento se asocie para lograr más oportunidades en la comercialización de sus productos y mejores condiciones de vida.

El centro poblado de La Esmeralda tiene aproximadamente 5.000 habitantes distribuidos en 6 barrios. Alrededor del parque principal, como es tradicional, está la Iglesia Católica y la zona comercial: restaurantes, supermercados, almacenes de calzado y ropa, ferreterías, farmacias, taxis de servicio intermunicipal y oficinas de servicios de giros y encomiendas. La Institución Educativa se ubica al sur occidente del centro poblado en el barrio San José Obrero y junto al Seminario Mayor. En la parte periférica del pueblo reside la gente

con menos recursos económicos, conformada principalmente por desplazados de la violencia que se ocupan como jornaleros de fincas, pescadores, obreros de construcción y vendedores informales. Por lo general, la gente con mayores necesidades está en el centro poblado; ya que los campesinos, si bien no son grandes hacendados, tienen mejores ingresos con la comercialización de sus productos.

Teniendo en cuenta las características socio-económicas del corregimiento, la Institución Educativa orienta su formación en la media técnica a mejorar las prácticas pecuarias, la conservación de los recursos ambientales, el procesamiento de productos de la región: carne, leche, frutas y vegetales. Los estudiantes realizan las prácticas en sus fincas, en las instalaciones y laboratorios de la institución con la asesoría de los docentes. Las utilidades de la producción de especies menores y procesamiento de alimentos son para los estudiantes. De esta forma, se estimulan iniciativas de emprendimiento y se presentan alternativas para un mejor aprovechamiento de los recursos agropecuarios.

Durante la educación media también se hace énfasis en la formación en ciencia y tecnología, que busca proyectar al estudiante hacia los estudios universitarios, mediante una sólida formación en los fundamentos de química, física y sistemas. Los estudiantes reciben los conceptos teóricos de estas asignaturas y realizan prácticas en el laboratorio que refuerzan éstos.

El suministro del servicio de internet contratado por parte del Ministerio de Educación Nacional y la Secretaria de Educación Departamental de Arauca no se presenta de manera continua y el ancho de banda que es muy limitado; sólo permite la conexión de pocos equipos de cómputo y tradicionalmente se utiliza sólo para el servicio de las oficinas del sector administrativo y en la sala de informática, donde funciona muy lento en pocos computadores. Por esta razón, se afirma que no hay ni el sitio, ni el servicio de internet para que los estudiantes desarrollen las habilidades de manejo de información que requieren el uso de estas tecnologías, ni la posibilidad de que el maestro pueda innovar su proceso de aula, a través del uso de los múltiples recursos que ofrece la web. Para trabajar con material audiovisual, éste se debe descargar con anticipación y presentarlo para todos los estudiantes. Esto debilita la capacidad de innovación y de actualización del docente, puesto que en La Esmeralda tampoco se dispone de una biblioteca actualizada, donde el maestro pueda ir o enviar a sus estudiantes a consultar referentes de la literatura. La biblioteca se encuentra en la cabecera municipal a 23 km. y la

biblioteca del colegio solamente tiene servicio en la mañana y cuenta con pocos libros actualizados.

Las buenas intenciones de innovar por parte de algunos docentes se ven limitadas por deficiencias en la dotación de equipos actualizados de computo, falta de video beam y la ausencia de un servicio de internet de banda ancha con acceso libre para los estudiantes y maestros de la institución.

1.2 Planteamiento del problema

En el planteamiento del problema sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales hay factores particulares propios de la institución educativa José María Carbonell como factores generales, comunes al sistema educativo sin importar si es un establecimiento público o privado, ni el entorno social donde se localice la escuela y que han sido descritos por diferentes autores que afectan el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Durante la planeación del Proyecto Educativo Institucional (PEI) se realizó un diagnóstico y se encontró que la mayoría de los educadores utilizan un texto con actividades prediseñadas y algunas guías complementarias; con el fin de cumplir con la programación del área. Igualmente, el énfasis en el trabajo docente se coloca en cubrir el mayor número de contenidos temáticos; en lugar de, propiciar el desarrollo de las competencias científicas y diseñar estrategias pedagógicas que favorezcan el aprendizaje autónomo a través de la lectura y la escritura. Hay problemas de actividad lectora en los maestros porque los docentes se limitan a las lecturas de los textos guías del área y se muestra poco interés por renovar sus prácticas pedagógicas.

Los docentes de Ciencias Naturales de la Sede Principal José María Carbonell planean y desarrollan las clases de acuerdo con los estándares del Ministerio de Educación Nacional y realizan prácticas en el laboratorio, por lo menos una vez por bimestre. Los docentes mantienen prácticas pedagógicas tradicionales que no responden a la formación en competencias que les permita a los estudiantes comprender y reflexionar sobre los avances científicos y sus implicaciones en la vida diaria. De igual forma, no se aplican estrategias de comprensión lectora para abordar los textos y las lecturas complementarias de ciencias. Se considera que el análisis de una lectura y la explicación de las características, en cuanto a la estructura de un texto, le corresponden enseñarlo a los docentes del área de lengua castellana. Sin embargo, éstos hacen énfasis en los textos literarios y los textos explicativos como los de las ciencias, pasan desapercibidos, a pesar de que son utilizados por las diferentes áreas de estudio, y de que

su comprensión es una habilidad esencial para la competencia científica. Por esta razón, el rendimiento de nuestros estudiantes en este campo de las pruebas saber es incipiente y durante el periodo escolar la mayoría de los estudiantes no alcanzan los puntajes mínimos para aprobar las asignaturas. Es evidente que hay problemas en la enseñanza del área de Ciencias Naturales. El bajo rendimiento académico puede ser el resultado de factores externos, sobre los cuales el docente no puede hacer mucho. No obstante, hay factores relacionados con el proceso llevado en la institución educativa, cuyo mejoramiento podría ayudar a que el estudiante alcance mejores resultados.

A pesar de la importancia del lenguaje, como medio de comunicación social y de las habilidades lecto-escritoras, que podrían garantizarle a los educandos acceder al conocimiento mediante información disponible en las redes, o facilitar la comprensión de textos de diversas disciplinas y el aprendizaje a lo largo de la vida. La escuela y el entorno del estudiante fallan, al no darle la relevancia, que se merece el proceso lecto-escritor. Esta debilidad se superaría, en parte, si el currículo asume el desarrollo de las competencias en lecto-escritura en todas las disciplinas, lo que mejora no sólo las habilidades, sino que facilita la comprensión y el aprendizaje de la disciplina, como lo muestra este trabajo. Además, le da la posibilidad al estudiante de acceder libremente a cualificar su aprendizaje, mediante la lectura de textos que le interesen y de resolver sus dudas de forma autónoma. Sin embargo, en el corregimiento de la Esmeralda, el contexto de violencia y desplazamiento afecta la motivación por el aprendizaje y los procesos de aula. Entre los factores que más afectan el bajo rendimiento académico son situaciones en la que los estudiantes no viven con los dos padres bien por separación voluntaria o por la violencia que le ha quitado la vida a uno ellos, frecuentemente al padre. Algunos padres de familia que residen en la zona rural, no motivan el estudio sino prefieren que sus hijos ayuden en las labores de la finca. Otros jóvenes prefieren una alternativa más fácil como es el estudio por ciclos en la que hacen dos años en uno y sólo van al colegio un día a la semana. El programa se llama SER, servicio educativo rural y permite a los estudiantes mayores de 15 años de zonas rurales hacer todo el bachillerato en tres años.

Muchas experiencias pedagógicas, análisis de resultados de las pruebas de evaluación internas y externas, artículos y presentaciones en foros y congresos muestran que la enseñanza de las ciencias no da buenos resultados. Los estudiantes no aprenden o aprenden parcialmente los conocimientos científicos que la escuela trata de transmitirles. Estos resultados no son un fenómeno único en nuestro país o en nuestras regiones; es un resultado común a diferentes países y en diferentes estratos sociales. Cuando se analiza lo que los estudiantes retienen, se

concluye que es realmente poco y la mayor parte de esto, son conceptos alternativos y en muy pocos casos se construyen las estructuras cognitivas que les permiten avanzar en el aprendizaje de las ciencias (Gagliardi, 1988). Los estudiantes no se apropian de los conocimientos científicos, que podrían ser útiles para tomar decisiones en favor del ambiente, de la salud y de la calidad de vida de la población en general y no están en capacidad de delimitar los problemas éticos y biológicos que plantean la aplicación de estos conceptos en el ámbito tecnológico.

Se acepta, que los estudiantes tienen dificultades para construir nuevo conocimiento, lo que en su mayor parte reside en obstáculos epistemológicos. Sin embargo, cuando el estudiante logra transformar su sistema cognitivo, transforma su estructura lógica y mejora su autoestima. Por esta razón la determinación de los obstáculos cognitivos, constituye uno de los aspectos más importantes de transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y de las demás áreas. Puesto que la enseñanza se centra en mejorar la capacidad de aprehender, construir conocimiento y transformar el sistema cognitivo del estudiante en función de lo que se le enseña al estudiante y de lo que éste aprende (Gagliardi, 1986). Esto nos lleva a que el objetivo de enseñar ciencias, es coadyuvar a que el estudiante supere sus conflictos cognitivos, lo que le permite continuar su aprendizaje y le ayuda a utilizar la ciencia como una forma de conocer el mundo; bien sea para crear, o para usar su información para lograr unos fines particulares, lo que se conoce como educación científica (NASEM, 2016).

El desconocimiento de la célula le dificulta al estudiante comprender aspectos fundamentales de los organismos vivos. Es importante tener en cuenta, que el descubrimiento del microscopio, la observación microscópica de las células, la descripción de las células vegetales y animales no fue suficiente para construir la teoría celular. Fue necesario comprender que las características macroscópicas que permitían clasificar a éstos como seres vivos, dependen de su estructura microscópica. En términos de obstáculos epistemológicos fue necesario poder integrar estos conceptos en una totalidad coherente para elaborar la teoría celular, que permite explicar, de una manera general, cómo funciona la célula (Gagliardi, 1988).

El concepto de célula que conecta todas las funciones que realiza el organismo es un ejemplo de lo que llamamos un concepto estructurante; es decir un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo del estudiante, permitiéndole adquirir nuevos conocimientos, organizar la información que recibe de otra manera y transformar, con ello, incluso los conocimientos anteriores (Gagliardi, 1986). Se esperaría que el estudiante cuando construya el concepto de teoría celular, podrá comprender la síntesis de sustancias, la relación con el sistema

respiratorio y excretor, la nutrición, etc., nociones que presentan los estudiantes, pero que no las integran en un todo coherente, que le permita explicar cómo procesan las sustancias y la energía los organismos. Es importante tener en cuenta que el sistema cognitivo está en permanente funcionamiento y que las estructuras cognitivas no existen aisladas de los conceptos. Es decir, que al construir un concepto el estudiante construye (o reconstruye) su sistema cognitivo. Utilizando la teoría de Maturana y Varela (1980; el hecho de construir un concepto estructurante determina una reestructuración del sistema cognitivo, lo que le facilita al individuo construir otros conocimientos. Lo que importa no es lo que se aprenda, sino la transformación en el sistema de conocimientos, que va a determinar lo que puede seguir aprendiendo y el sistema de significación, que le permitirá incorporar elementos, que antes no se tomaban en cuenta o se les daba otro significado (Gagliardi, 1986).

En los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2004) se plantea como objetivo de la formación: "...que las generaciones que estamos formando no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas. Se trata de ser competente, no de competir" (p. 5). Esto nos lleva, a que las ciencias naturales en la escuela deberían ayudar a desarrollar en los estudiantes las habilidades "científicas" y ciudadanas para explorar hechos y fenómenos, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar procesos, compartir resultados, tomar decisiones a partir del conocimiento, solucionar problemas, trabajar en equipo, analizar información de manera crítica, cuidarse a sí mismo, a sus pares y al entorno, entre otras. Elementos que permiten que el individuo se pueda desempeñar de manera exitosa en el medio social, laboral y académico y a que éste favorezca la construcción de entornos de cuidado.

Cuando se consideran las habilidades, se habla de una disposición natural o adquirida en un campo determinado, que nos facilita el aprendizaje o la ejecución de una tarea. Para Gagné (1970) las habilidades son las capacidades intelectuales que son necesarias para ejecutar una tarea en forma adecuada. Las habilidades científicas incluyen habilidades investigativas e intelectuales y su desarrollo requiere de una combinación de habilidades más simples como las habilidades básicas de pensamiento y las habilidades de pensamiento crítico, entre otras, las que se combinan para dar lugar a una habilidad más compleja.

Esto nos lleva a la necesidad de reconstruir el imaginario actual de la escuela, para que los docentes del Área de Ciencias Naturales y los de otras áreas; más que presentar contenidos,

opten por diseñar estrategias de aula con metodologías adecuadas para: desarrollar en los estudiantes las habilidades mencionadas, fomentar actitudes para el trabajo en equipo, la reflexión sobre cómo se realiza el proceso de aprendizaje individual, el interés por valorar críticamente las implicaciones de los descubrimientos científicos, aplicar los conceptos en los contextos cotidianos, etc. de manera que el aprendizaje adquiriera algún sentido para el estudiante.

A lo anterior se suman las limitaciones que tienen los textos de ciencias; que en su afán por facilitar la comprensión de los temas, simplifican y fragmentan los contenidos, hasta el punto de diluir la conceptualización dada por los investigadores. Además estos textos presentan los conceptos como verdades absolutas y no muestran que éstos son el producto de un trabajo colectivo que va unido al desarrollo de la ciencia y de la tecnología y que están sujetos a cambios en la medida que aparecen nuevos descubrimientos y otras interpretaciones de los fenómenos objeto de estudio (Sardá, Márquez & Sanmartí 2006, p. 292).

La importancia de estimular el acceso de los estudiantes a una educación verdaderamente integral, amplia y comprensiva, que trascienda los límites de una disciplina académica elegida, permitiría superar uno de los inconvenientes que presenta la educación científica. Durante el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje se encuentra una marcada desconexión entre los saberes científicos, lo que obliga al estudiante a tratar las distintas materias, e incluso los mismos conceptos de las ciencias, como si fueran unidades en sí mismas. El saber se presenta desvertebrado y atomizado, sin otorgarle al estudiante la oportunidad de percibir una visión de conjunto. Esto conlleva a que no se le permite al estudiante comprender ni integrar la información y cuyo resultado final es la pérdida del sentido verdadero del aprendizaje y del objeto de la enseñanza de las ciencias (Cornejo, et al. 2011).

La psicología del aprendizaje con orientación constructivista aporta luces para entender los problemas en la enseñanza de las Ciencias.

La constatación de que el aprendizaje de los educandos está influido por la búsqueda de los significados, de la experiencia y de la información, y que la misma depende de las concepciones que éstos tienen en un determinado ámbito del conocimiento; ha derivado en enfoques de la enseñanza de las Ciencias basados en la *construcción de conceptos científicos*, a partir del conocimiento que los estudiantes ya traen consigo, y de los *procesos de cambio conceptual, procedimental y actitudinal* (LLECE – OREALC – UNESCO, 2013, p. 30).

Es erróneo conceptuar que los estudiantes llegan al aula de clase sin ningún conocimiento de Ciencias, sino por el contrario ellos vienen con ideas acerca de los fenómenos naturales, basados en: observación directa en algunos casos, por lecturas en grados anteriores y por el conocimiento del sentido común del entorno. Algunas de estas ideas previas pueden ser erróneas; porque hay conceptos que son difíciles de asimilar como la fotosíntesis y la respiración celular. El docente también se encuentra, con bastante frecuencia, que los estudiantes no recuerdan los conceptos básicos, vistos el periodo previo anterior, que son esenciales porque le van a permitir al estudiante comprender el tema nuevo. Esto nos lleva a la necesidad de que el maestro indague sobre los conocimientos previos, que ya tiene el estudiante; para que a partir de allí, estructure los nuevos contenidos, uniéndolos y reconstruyéndolos con el nuevo conocimiento.

Igualmente, así como los estudiantes tienen un punto de vista acerca de los fenómenos de la naturaleza; los maestros tienen un punto de vista en relación con la enseñanza de las Ciencias, que puede variar según el grado de comprensión científica, que haya alcanzado en su proceso de formación, y de acuerdo con las experiencias en el aula y en el colegio.

Mientras la **Ciencia** se distingue por el carácter abstracto de los conocimientos científicos, la coherencia teórica de las explicaciones científicas y el uso de un lenguaje técnico, **los conocimientos empíricos** se fundamentan en la experiencia, lo concreto y en aspectos parciales de los fenómenos; con los que el ser humano intenta dar explicaciones generales, sin tomar en cuenta las posibles inconsistencias de sus propuestas. La enseñanza de las Ciencias debería permitir la superación de las concepciones empíricas de los fenómenos naturales y promover en los estudiantes la formulación de hipótesis, el planteamiento de problemas y la indagación de respuestas apropiadas a sus inquietudes (LLECE – OREALC – UNESCO, 2013, p. 27).

La mayor parte de la información que circula en los establecimientos educativos proviene de alguna fuente documental: libros, apuntes, artículos de revistas científicas, etc. Por esta razón es fundamental que los estudiantes aprendan a manejar las fuentes documentales y a realizar una lectura comprensiva de éstas. Sin embargo, uno de los problemas que se ha hecho evidente, en las diferentes pruebas externas e internas del país y en los diferentes niveles educativos; es la dificultad de comprensión frente al texto escrito que presentan los estudiantes; lo que, a su vez, les impide manejar los nuevos conceptos y dificultan el avance de los estudiantes en el sistema educativo. Es posible afirmar que la actividad académica en la

educación se basa, en gran medida, en la comunicación escrita. Por lo tanto, la adquisición de competencias relacionadas con la comprensión lectora y con el manejo de textos científicos y técnicos en Ciencias, permitirá, que los estudiantes alcancen mejores logros en sus estudios, que se mantengan actualizados en las áreas de su interés y que desarrollen otras habilidades de forma autónoma. La comunicación escrita juega un papel importante en la vida cotidiana; porque facilita comprender lo que sucede en el mundo y despertar un mundo de posibilidades sobre nuestro quehacer en el planeta y en nuestro entorno.

Leer en Ciencias implica extraer información, valorarla y utilizarla como guía para los procesos de razonamiento o para realizar determinadas actividades prácticas. Por esta razón, este tipo de lectura requiere de una serie de habilidades, que van más allá de descifrar el texto escrito; para que ayude a resolver preguntas, para complementar o aclarar la información que ya conoce o para plantearse la solución a los problemas o inquietudes que se tiene en un momento particular.

El uso del lenguaje, parece ser uno de los aspectos que más dificultan el aprendizaje de los conceptos científicos. La Ciencia ha desarrollado un lenguaje técnico donde cada palabra tiene un significado preciso, y no otro. El grado más elevado de formalización lo alcanza el individuo al expresarse en un lenguaje matemático. Los alumnos, por el contrario, están inmersos en un contexto social, donde cada palabra tiene varios significados y, en general, ninguno de ellos coincide con el científico (LLECE – OREALC – UNESCO, 2013, p. 39).

Teniendo en cuenta la problemática en la enseñanza anteriormente descrita, la autora de este trabajo se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles estrategias de aula llevarán al mejoramiento de la comprensión lectora de textos científicos sobre biología celular en los estudiantes de noveno grado?

Capítulo. 2: MARCO CONCEPTUAL

2.1 Estado del arte

A fin de conocer el estado de las investigaciones sobre el tema del trabajo, se realizaron consultas en diferentes fuentes bibliográficas como el internet, los libros y materiales aportados por la Universidad Nacional en el transcurso la maestría. Se pudieron identificar pocas investigaciones sobre las lecturas de divulgación científica, ya que apenas se está conceptualizando sobre las características de estos textos; a pesar de que los investigadores a través de la historia han utilizado el lenguaje para dar a conocer sus hallazgos.

Ana Atorresi y Bertha Zamudio en su libro *El texto explicativo y su enseñanza* presentan el tema de la explicación en tres partes. En la primera parte del libro se conceptualiza la explicación desde los dominios epistemológicos, lingüísticos y pedagógicos. En la segunda parte, se trata la divulgación científica y otros géneros explicativos. En la tercera parte incluye dos propuestas didácticas sobre la explicación. El tema de los textos explicativos, es importante, en la medida que no es posible concebir la enseñanza de las áreas escolares prescindiendo de la explicación. En primera instancia se hace necesario distinguir entre los textos académicos y los textos de divulgación científica.

La ciencia tiene por finalidad fundamental explorar, describir, explicar y predecir los acontecimientos que tienen lugar en el mundo en que vivimos. Habitualmente, los resultados de las investigaciones científicas se comunican mediante textos científicos o académicos. Estos textos están destinados a los expertos. Por otra parte, ocurre también que los contenidos del discurso científico se difunde entre el público no experto mediante géneros que se conocen, en general, como textos de divulgación científica (Atorresi, A. & Zamudio, B., 2014, p.91)

A partir de elementos como emisor, receptor y mensaje que conforman una situación de comunicación, se pueden diferenciar los tipos de textos que difunden los conocimientos científicos. En los textos científicos el emisor es un investigador y los receptores también son expertos de la comunidad científica. En los textos de divulgación científica dura, el emisor es un profesional especializado con dominio científico del tema y los receptores son lectores que están interesados en estos temas, sin necesidad de dominarlos. En los textos de divulgación científica blanda, el emisor es un periodista especializado en el tema y el receptor es el público en general. En los textos científicos y en los de divulgación científica dura, el discurso teórico está ausente de referencias sobre el autor; se usan con frecuencia las nominalizaciones,

oraciones impersonales y en voz pasiva. En textos científicos son poco usados los recursos de analogías, paráfrasis, definiciones y ejemplos; mientras que, en los textos de divulgación científica baja, sí es común el uso de estos recursos literarios. El científico hace énfasis sobre el objeto de su trabajo de investigación y los medios de difusión son revistas o libros especializados. El texto de divulgación científica blanda utiliza un lenguaje periodístico y expresiones populares y su medio de difusión son las revistas de publicación masiva como *Muy interesante* y algunas secciones de los periódicos.

Durante la comprensión lectora de los textos de ciencias, es oportuno conocer la estructura sintáctica del texto expositivo, que se caracteriza por presentar información nueva, con objetividad y precisión conceptual. Esta información de manera esquemática cuenta con tres elementos: problema, resolución y conclusión, que utiliza diferentes recursos lingüísticos como definición – descripción, clasificación – tipología, comparación – contraste, pregunta – respuesta, causa – efecto e ilustraciones. La importancia de distinguir la forma como se presenta la información en los textos de ciencias y en las revistas especializadas es porque le puede facilitar al estudiante la comprensión de la organización del discurso científico y la decodificación del tema presentado (Álvarez, T & Ramírez, R., 2010, p. 74-77).

Giovanni Parodi (2011) plantea una teoría de una concepción integral de la comprensión de textos escritos, la que es coherente conceptualmente con el enfoque pedagógico socio constructivista objeto del presente trabajo, la *Teoría de la Comunicabilidad*, que consiste en “una actividad controlada por el propio lector, basada en sus conocimientos previos y de acuerdo con los contextos sociales y culturales en que ella se produce” (p. 147). Esta teoría se fundamenta en un principio, la “acreditabilidad de lo comprendido”, y tres supuestos generales: el “supuesto de la cognición situada”, el “supuesto de la interactividad” y el “supuesto de la socio - constructividad”.

Teniendo en cuenta las estrategias personales, los conocimientos previos, la capacidad de inferencial y los objetivos de lectura, todo lector debería ser capaz de exteriorizar en forma oral o escrita la comprensión del texto leído, y de esa manera se demuestra la acreditabilidad de lo comprendido. El supuesto general de la “*cognición situada*” reconoce los conocimientos previos, los objetivos de lectura y las experiencias del lector. El “*supuesto de la interactividad*” explica las relaciones entre los diferentes procesos internos del lector, el texto y el contexto en el proceso de la lectura. El “*supuesto de la socio-constructividad*” plantea el desarrollo

progresivo de estrategias de lectura y considera las particularidades biológicas y el entorno social del lector.

Otros conceptos importantes de la teoría de la comunicabilidad en el proceso de la lectura hacen referencia a la dimensión literal y la dimensión relacional. La dimensión literal permite obtener información específica de la lectura, a partir de palabras, frases u oraciones y recurre a la memoria del lector. La dimensión relacional recurre a procesos psicolingüísticos del lector, para hacer inferencias a partir de los conocimientos previos y los objetivos de la lectura. Esto nos lleva a la necesidad de aplicar estrategias de lectura para obtener información explícita y proponer actividades que conduzcan a encontrar las ideas principales en los textos y relacionarlas coherentemente con otros conceptos y aplicarlas en otros contextos.

Sardá, A., Márquez, C. & Sanmartí, N (2006) encuentran dificultad en los estudiantes para la comprensión de los textos de ciencias y proponen una estrategia de lectura en diferentes niveles, mediante el uso de preguntas de tipo literal, inferencial, evaluativa y creativa, utilizando cómo guía las preguntas:

Lectura literal: ¿Qué dice el texto?

Lectura inferencial: ¿Qué informaciones no dice el texto pero necesito saber para entenderlo?

Lectura evaluativa: ¿Cuáles son las ideas más importantes? ¿Qué ideas nuevas me aporta el texto que no sabía? ¿Qué valoración hago de las ideas del texto?

Lectura creativa: ¿Para qué me sirve este texto? ¿Estas ideas pueden ser útiles para interpretar otros fenómenos? (Sardá et al., 2006, p. 292).

2.2 Enfoque pedagógico

Se tendrán en cuenta en nuestra investigación para la fundamentación teórica a autores como Lev S. Vygotsky, David Ausubel, Philippe Perrenoud, Julia Leymonié, Jacques Delors, entre otros. Se puede considerar que no existe un modelo pedagógico único que facilite la comprensión de textos de divulgación científica. En las asignaturas de ciencias no se le presta mayor interés a la comprensión de lectura, porque se cree que la lectura sólo atañe a docentes del área de Lengua Castellana. A pesar, de que los estudiantes presentan dificultades para comprender textos de carácter científico, no se promueve la lectura profunda de este tipo de textos.

Lev S. Vygotsky, en el libro *Pensamiento y Lenguaje* explica el desarrollo de los conceptos científicos en la infancia y su relación con los métodos de instrucción, que son el fundamento de lo que ahora se denomina enfoque histórico cultural.

A cualquier edad un concepto formulado en una palabra representa un acto de generalización. Pero el significado de las palabras evoluciona, y cuando una nueva ha sido aprendida por el niño, el desarrollo comienza a ponerse en marcha. La palabra es la generalización del tipo más primitivo y a medida que se desarrolla la inteligencia del niño –un proceso que conduce finalmente a la formación de verdaderos conceptos. El desarrollo de los conceptos, o el significado de las palabras presupone, a la vez, de muchas funciones intelectuales: la atención deliberada, la memoria lógica, la abstracción, la habilidad para comparar y diferenciar. Estos aprendizajes psicológicos complejos no pueden ser dominados a través del aprendizaje aislado (Vygotsky, 1998, p.120).

Los conceptos formados por el niño a partir de sus experiencias diarias, evolucionan a la par que los conceptos científicos, que adquiere en la escuela. Se sugiere partir de una experiencia cotidiana, que sea conocida por el estudiante, para introducir un nuevo concepto científico. A medida que el niño madura en sus funciones intelectuales se pueden presentar actividades más complejas que propicien su desarrollo. El autor expresa lo inútil que resulta explicar de manera aislada los conceptos y recomienda al docente que de manera consciente realice actividades pedagógicas durante la lectura, que promuevan el desarrollo intelectual del niño.

En sus estudios experimentales Vygotsky aclaró y demostró lo equivocado de algunos conceptos con relación a los procesos mentales de los niños en la etapa de 7 a 12 años expresados por Piaget y Claparède; que permiten entender las dificultades de los niños en ese periodo y que debería considerar el docente para diseñar las actividades de aprendizaje:

Nuestros estudios experimentales sugieren que el niño toma conciencia de las diferencias, antes que de las semejanzas, no porque las diferencias conduzcan a una inadaptación, sino porque el conocimiento de las similitudes requiere una estructura más avanzada de generalización o de un concepto, que comprende los objetos semejantes; y que el de las diferencias no requiere tal generalización, éste puede efectuarse por otros medios (Vygotsky, 1998, p.128).

Para complementar este concepto es oportuno mencionar otra conclusión importante en pedagogía que muestra Vygotsky:

“El niño responde a la acción figurativa representada, antes que a la presentación de un objeto, pero toma conciencia total del objeto antes que de la acción” (Vygotsky, 1998, p. 128).

Según el libro, *Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales* (LLECE – OREALC – UNESCO), la educación de esta área en Cuba se desarrolla por medio de tareas de aprendizaje con exigencia de complejidad gradual y de acuerdo con el desarrollo psicológico de los estudiantes (p. 131); algunas tareas para el grado segundo tienen en cuenta los conceptos teóricos de Vygotsky anteriormente mencionados. En el texto se presenta una primera tarea, que demanda de los estudiantes la observación y descripción de una lámina en la que hay seres vivos y objetos no vivos y busca que los niños representen por medio del lenguaje escrito lo observado, haciendo uso de un proceso de interiorización mental de los elementos presentados. Según Vygotsky es más fácil para los niños dramatizar una situación, que expresarla de forma escrita. En la segunda tarea se pide a los niños identificar y agrupar los seres vivos y los objetos no vivos de la lámina. Aquí el docente debe ser consciente de otro concepto de Vygotsky, quien afirma que, le es más fácil a los niños identificar cosas que son diferentes a aquellas que son semejantes. Con relación a los conceptos científicos que el niño adquiere en la escuela, Vygotsky dice, que éstos son esenciales para iniciar un proceso de sistematización de los objetos que el niño percibe en su vida cotidiana, pero de los que no es consciente:

“Los rudimentos de sistematización ingresan primero en la mente infantil por medio de su contacto con los conceptos científicos y son transferidos entonces a los conceptos cotidianos, cambiando totalmente su estructura psicológica” (Vygotsky, 1998, p. 131).

Entonces el concepto de rosa, es modificado por el concepto de flor que lo incluye y por el de planta, que es aún más general. En la explicación que hace Vygotsky sobre la relación entre el aprendizaje escolar y el nivel desarrollo del niño, se plantea la posibilidad de conducirlo a nuevos niveles de desarrollo mental por medio de la instrucción y la imitación:

Nosotros hemos intentado un enfoque diferente, habiendo descubierto que la edad mental de los niños era, por decirlo así, de 8; les dimos a cada uno de ellos problemas más difíciles, que aquellos con los que podían manejarse solos y les facilitamos apenas una ayuda: el primer paso en una solución, un planteo indicador, o algún otro modo de apoyo. Descubrimos que un niño, en cooperación, podía resolver problemas destinados para los de 12 años; mientras que él solo no podía pasar de los asignados a los de 9. La discrepancia entre la edad mental real y el nivel de su desarrollo próximo, en nuestro ejemplo era de cuatro para el primero y de dos para el segundo. ¿Podemos decir realmente que su desarrollo mental era el mismo? La experiencia ha demostrado que el niño con una zona más amplia que la de su desarrollo próximo tendrá un

mejor rendimiento escolar. Esta medida brinda una clave más útil que la edad mental para la dinámica del progreso intelectual (Vygotsky, 1998, p. 142).

El concepto de la zona de desarrollo próximo, implica la necesidad de conocer bien a los estudiantes, para colocar tareas acordes con su estado de desarrollo mental. De manera que éste con el apoyo del docente las pueda resolver y se favorezca así la madurez intelectual de los estudiantes; bajo el supuesto de, que lo que hoy hace con la cooperación del docente, después lo podrá hacer solo.

David Paul Ausubel, pedagogo y psicólogo Estadounidense, desarrolló la teoría del aprendizaje significativo, dentro de la corriente constructivista. Él plantea que el aprendizaje significativo se produce cuando las ideas o conceptos presentados por el docente son reorganizados con la estructura cognitiva previa del estudiante para reproducirlo posteriormente:

La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto o una proposición). El aprendizaje significativo presupone que el alumno manifiesta una actitud hacia el aprendizaje significativo; es decir, una disposición para relacionar, no arbitraria, sino sustancialmente, el material nuevo con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, especialmente relacionable con su estructura de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra (Ausubel, 1961, p. 1).

Las condiciones para que se produzca el aprendizaje significativo en el aula de clase, involucran a todos los elementos presentes en el proceso. Éste necesita que el estudiante cuente con una disposición favorable para el aprendizaje y para relacionar los nuevos contenidos con sus conocimientos previos del tema. El currículo debería presentar una organización coherente y secuencial y el tema debería despertar el interés del estudiante. El docente puede presentar los contenidos tanto de forma expositiva, como para que el estudiante descubra las ideas fundamentales, pero lo principal es saber relacionarlo con los conceptos previos que tiene el alumno.

La educación encierra un tesoro, de Jacques Delors, se ha tomado como uno de los referentes del enfoque pedagógico en el PEI de la Institución Educativa José María Carbonell, y sus planteamientos también se tienen en cuenta en este trabajo. Según Delors, el mundo actual demanda de la educación dos exigencias aparentemente opuestas: La primera, proveer un

volumen grande de conocimientos teóricos y técnicos, como base para desarrollar las competencias de los estudiantes para enfrentar el futuro y la segunda, suministrar a los estudiantes las pautas para no desviarse de su rumbo, entre la multitud de informaciones superficiales y tendencias sociales efímeras, y que le ayuden a alcanzar sus metas personales y colectivas:

Para cumplir el conjunto de las misiones que les son propias, la educación debe estructurarse en torno a cuatro aprendizajes fundamentales, que en el transcurso de la vida serán para cada persona, en cierto sentido, los pilares del conocimiento: aprender a conocer, es decir, adquirir los instrumentos de la comprensión; aprender a hacer, para poder influir sobre el propio entorno; aprender a vivir juntos, para participar y cooperar con los demás en todas las actividades humanas; por último, aprender a ser, un proceso fundamental que recoge elementos de los tres anteriores. Por supuesto, estas cuatro vías del saber convergen en una sola, ya que hay entre ellas múltiples puntos de contacto, coincidencia e intercambio (Delors, 1996, p. 1):

- El aprender a conocer se trata de alcanzar los conocimientos necesarios para desempeñarse en la vida, desarrollar habilidades comunicativas para relacionarse con su entorno y de disfrutar el aprendizaje y el conocimiento; significa también despertar la curiosidad por apreciar el arte y los conocimientos científicos proporcionando a los estudiantes los instrumentos para el razonamiento científico.
- El aprender a aprender incluye ejercitar la atención, la memoria, la reflexión sobre cómo se aprehende y el pensamiento.
- El aprender a ser implica el uso de los valores y las relaciones de cuidado para crear entornos adecuados para vivir y generar el bienestar general.
- En el aprender a hacer se relaciona más con el desarrollo de las habilidades para aplicar el concepto en otro contexto y para solucionar problemas.

Estos pilares contribuyen al desarrollo de una formación en competencias: para la vida, académicas y laborales generales, y facilitan la transición y el desarrollo de las competencias específicas; no sólo para los sectores tradicionales de la agricultura o la industria, sino que le facilitan al individuo atender a las demandas de un mundo cambiante, donde aparecen ocupaciones orientadas a ofrecer servicios especializados en los que el componente de relaciones personales y la actitud para el aprendizaje son fundamentales.

Aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás es uno de los retos de la educación actual, con el fin de minimizar los conflictos y buscar una solución pacífica. La gran brecha económica entre países desarrollados y países pobres, los problemas socioeconómicos, la inequidad, la falta de tolerancia, la violación a los derechos humanos, los prejuicios políticos,

religiosos y raciales y el modelo económico capitalista, que exalta la competencia y el individualismo, han generado confrontaciones y violencia. Para mejorar esta situación Delors hace dos propuestas para la educación: 1. El descubrimiento gradual del otro y 2. La participación en proyectos comunes. El descubrimiento gradual del otro se facilita a través del reconocimiento de la diversidad de la especie humana, reconocer las semejanzas y la interdependencia de los seres humanos y comprender los puntos de vista de otros grupos étnicos o religiosos.

De acuerdo con el cuarto pilar de la educación, aprender a ser, la educación debería atender a una formación integral de la persona: en el componente físico, mental, espiritual, estético, en la autonomía y la responsabilidad, entre otros valores. La participación en proyectos comunes permite el desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, la empatía, la solidaridad, el autoconocimiento y el desarrollo de las relaciones interpersonales.

Según Khishfe y Lederman (2006) durante la formación científica en los procesos de enseñanza – aprendizaje debería buscarse la construcción de un saber integrado, no-atomizado, que le permita al estudiante elaborar visiones de conjunto y construir nuevos conceptos, reflejo de un intelecto activo y en constante evolución. En ésta, la lectura es una de las herramientas más importantes para lograr esta transformación hacia una formación integral. Sardá et al., (2006), plantean que la lectura como: comprensión, utilización y reflexión sobre textos, coadyuva para alcanzar metas propias, desarrollar el autoconocimiento y el potencial para participar en la sociedad.

Las reflexiones de Vygotsky y Ausubel convergen de cierto modo en los planteamientos de Philippe Perrenoud en el libro *Competencias para enseñar* (2004), que presenta las competencias de los profesores de primaria con la intención de que éstas se conviertan en un referente de cambio para mejorar las prácticas docentes. Por lo general, el maestro considera que la labor docente se planea, desarrolla y evalúa con responsabilidad. Por esta razón, las causas del bajo rendimiento escolar normalmente se le atribuyen a la falta de materiales didácticos y a los estudiantes. Sin embargo, los profesores deberíamos reflexionar sobre los problemas de la institución educativa y revisar nuestras competencias profesionales; de manera que esto nos ayude a encontrar las falencias y desarrollar mecanismos para superar estas deficiencias. Perrenoud (2004) define la competencia como “una capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones” (p. 8). Para el autor la competencia se relaciona más con el saber hacer, que con un saber cómo mera información. Los recursos cognitivos son los distintos procesos mentales que se requieren para la ejecución de una actividad particular. Tanto los recursos cognitivos como el modo de ejecución se

ajustarán a la situación que se propone resolver o cumplir. Entonces la competencia en la profesión docente podría ser definida: como la capacidad del profesor para desarrollar y solucionar las situaciones que se presentan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Son diez las competencias docentes presentadas por Perrenoud (2004):

1. Organizar y animar situaciones de aprendizaje.
2. Gestionar la progresión de los aprendizajes.
3. Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación.
4. Implicar a los alumnos en sus aprendizajes y en su trabajo.
5. Trabajar en equipo.
6. Participar en la gestión de la escuela.
7. Informar e implicar a los padres.
8. Utilizar las nuevas tecnologías.
9. Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión.
10. Organizar la propia formación continua (p. 6).

Estas diez competencias generales están compuestas, a su vez, por varios elementos de competencia, que nos ayudan a revisar en detalle las diferentes facetas del oficio del docente. Estas competencias se pueden correlacionar con los diferentes componentes de la gestión que se utilizan durante la autoevaluación institucional: gestión directiva, académica, comunitaria y administrativa y financiera. Tener en cuenta estas competencias podría enriquecer el proceso de autoevaluación institucional y llevarnos a asumir un plan de mejoramiento más acorde con la situación real del establecimiento educativo.

2.3 Estándares básicos de competencia

El Ministerio de Educación Nacional ha fundamentado su estrategia de mejoramiento de la calidad educativa en la construcción de los estándares básicos de las áreas básicas de conocimiento; mediante éstos se busca desarrollar en los estudiantes las competencias indispensables que demanda el mundo actual. En la serie guías N° 7, el Ministerio de Educación Nacional presenta los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.

En este contexto, y en el marco del Plan de Desarrollo, desde el 2003, el Ministerio de Educación Nacional, bajo la coordinación de la Asociación de Facultades de Educación y en conjunto con maestros, catedráticos y miembros de la comunidad educativa, viene trabajando en el mejoramiento de la calidad de la educación, basado en la definición de unos estándares

básicos que pretenden desarrollar en los niños las competencias y habilidades necesarias que exige el mundo contemporáneo para vivir en sociedad (MEN, 2004, p. 3).

Los estándares básicos de competencia son criterios establecidos por el Ministerio de Educación Nacional para orientar a los docentes sobre lo que los estudiantes deben *saber* y *saber hacer* en el área de Ciencias Naturales. Son un referente para las instituciones educativas, tanto urbanas como rurales, con el fin de tener unos conocimientos mínimos, por los que deberían responder los estudiantes en esta área. Los estándares están organizados en forma gradual y aumentan en complejidad de acuerdo con los diferentes niveles de escolaridad: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo. Éstos se presentan ordenados en tres columnas de forma secuencial desde el punto de vista pedagógico con la intención de que el estudiante en un primer momento se aproxime a los conceptos de la ciencia, luego participe en actividades donde se haga uso de los conocimientos científicos y finalmente exprese su opinión sobre los conceptos estudiados y valore y respete las posturas diferentes de sus compañeros sobre esos temas.

Los estándares son referentes para el ICFES para evaluar el desempeño de los establecimientos educativos a través de las pruebas SABER. Las pruebas SABER tan sólo eran aplicadas en el grado undécimo y con el valor agregado de que sus resultados podría ser un requisito para el ingreso a la educación superior. Incluso en el año 2009 se habían aplicado las pruebas SABER a quinto y noveno grado. Pero desde el año 2012 se aplica al grado tercero. Las pruebas SABER buscan evaluar el desarrollo de las competencias cognitivas en los estudiantes en cada nivel de la educación colombiana. Las competencias en lenguaje según el ICFES son: competencia interpretativa, competencia argumentativa y competencia propositiva.

- La competencia interpretativa corresponde a la habilidad para identificar y comprender las ideas fundamentales en un texto, una gráfica, un dibujo y entender las relaciones existentes entre estas ideas.
- La competencia argumentativa incluye la habilidad de dar explicaciones de las partes de un proceso, la relación entre éstas y el porqué de esos resultados. También permite justificar un punto de vista, aclarar las diferencias y realizar críticas reflexivas.
- La competencia propositiva se refiere a la habilidad para la resolución creativa de problemas, aportar un nuevo modelo o sentido a partir de las ideas presentadas. Esta competencia corresponde a la mayor habilidad de los procesos

de pensamiento porque requiere de una síntesis y de la transformación de las ideas.

2.4 Niveles de comprensión lectora

Isabel Solé plantea el modelo de lectura como una actividad cognitiva compleja en la cual el lector posee un esquema que le permite relacionar la información del texto con los conocimientos previos. La interpretación del texto depende de las expectativas y condiciones de observación del lector. Este procesa de forma activa la información de la lectura y aporta los esquemas de conocimiento que son resultado de sus experiencias y aprendizajes anteriores. Las expectativas de los estudiantes sobre el contenido de la lectura por medio de la formulación de hipótesis pertinentes al texto y la orientación para verificarlas, son fundamentales en el proceso de aprendizaje de la lectura. (Solé, 1987).

Los niveles de comprensión describen los procesos interactivos entre el lector y texto que se desarrollan de forma progresiva de acuerdo con los saberes previos del lector. En el proceso de enseñanza y aprendizaje se distinguen los niveles literal superficial, literal profundo, inferencial y crítico.

En el nivel literal superficial, el lector identifica información relevante del texto. Comprende el significado de palabras de acuerdo al texto leído. Sigue las instrucciones de un procedimiento. Identifica la idea principal de un párrafo. Responde a preguntas sobre información específica del texto.

En el nivel literal profundo, el lector tiene un sentido general del texto. Identifica la idea principal de la lectura y las ideas secundarias. Hace resumen del texto. Completa mapas conceptuales o formatos con información relevante de la lectura. Comprende la estructura del texto.

En el nivel inferencial, el lector a partir de los indicios del texto y los conocimientos previos del tema, se formula hipótesis sobre el contenido de la lectura y éstas se van confirmando o reformulando mientras se va leyendo. La lectura inferencial lleva a una interacción constante entre el lector y el texto que relaciona las experiencias y aprendizajes anteriores con las ideas nuevas que presenta el texto para sacar conclusiones sobre el mismo. En este nivel el docente motiva a los estudiantes a realizar conjeturas sobre el contenido del texto, inferir el significado de palabras, interpretar un lenguaje figurativo, inferir secuencias lógicas y relacionar los contenidos del texto con su entorno.

En el nivel crítico, el lector es capaz de emitir juicios sobre el texto leído para aprobar o refutar, pero con argumentos. En este nivel el estudiante analiza la intención del autor, expresa su opinión frente al contenido del texto y saca sus propias conclusiones.

Capítulo 3. LA INVESTIGACIÓN EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la competencia lectora es “la capacidad individual para comprender, utilizar y analizar textos escritos con el fin de lograr sus objetivos personales, desarrollar los conocimientos y posibilidades y participar plenamente en la sociedad” (OCDE, 2009). La comprensión lectora, se define como “el proceso de elaborar el significado por la vía de aprender las ideas relevantes de un texto y relacionarlas con las ideas que ya se tienen; es decir, es un proceso a través del cual el lector interactúa con el texto”. Todo lo que ayude a recapacitar sobre el texto leído será válido para entrenar la competencia lectora; no se trata simplemente de realizar preguntas sobre el texto, sino de usarlo como herramienta para afianzar conocimientos adquiridos, investigar sobre nuevas realidades, comparar puntos de vista, actuar sobre el texto y con el texto para enriquecer el acervo vital y cultural y, sobre todo, reflexionar sobre lo que deseaba conseguir el autor al escribir el texto (Jiménez Pérez, E. 2013).

La comunicación y difusión de la ciencia son una parte integral de la ciencia misma, su lectura debería ser un aspecto constitutivo de la formación científica. Especialmente, la lectura de obras de divulgación puede transformarse en una excelente herramienta para la formación integral de los estudiantes de carreras científicas o tecnológicas (Cornejo, et al., 2011). Montoya (2009, citado por Cornejo et al. 2011) analiza la prioridad otorgada en la escuela con relación a la lectura, la escritura y la ciencia y concluye que la enseñanza de esta última da como resultado un mejoramiento de las capacidades en lectoescritura de los estudiantes. Además, este autor cita una experiencia realizada por el Ministerio de Educación de Francia, en la que se encuentra que el aprendizaje científico conduce a los niños a mejorar su rigor crítico, su capacidad de comunicación y sus capacidades lingüísticas.

3.1 Las habilidades de pensamiento científico

El objetivo de la enseñanza de las ciencias se concentra en que todos los estudiantes puedan desarrollar la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar problemas y sacar conclusiones basadas en evidencia; de manera que éstos puedan entender y evaluar las decisiones humanas sobre el mundo natural y explicar las causas de los cambios provocados por la actividad antrópica sobre los bienes y recursos del planeta. Por esta razón, además de

desarrollar contenidos como: estructura y función de los seres vivos; organismos, el ambiente y sus interacciones; la materia y sus transformaciones; fuerza y movimiento y la tierra y el universo, entre otros, se busca desarrollar las habilidades de pensamiento científico (HPC).

Las HPC son las habilidades de razonamiento y del saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural y en la búsqueda de evidencias. Por esta razón, se considera que las HPC promueven en los estudiantes una orientación hacia la reflexión científica y hacia la metacognición; es decir, que los estudiantes estén en capacidad de conocer sus propios procesos de aprendizaje, de autorregularlos y de gestionar su capacidad para aprender mejor. Además, para lograr estas habilidades el estudiante debe realizar lectura comprensiva de la literatura científica y desarrollar la capacidad de razonar, argumentar, hablar con claridad y precisión; distinguir los argumentos válidos de los argumentos personales y de las palabras grandiosas; disciplinarse para observar y registrar las observaciones de la realidad sin sesgos, ni prejuicios y en forma ordenada; ser capaz de abstraer los elementos críticos de un proceso y definir con precisión los problemas; evaluar cómo se resuelven los problemas y cómo se comprueban las hipótesis; y plantear y buscar explicaciones utilizando los conceptos científicos. Mediante el pensamiento científico se realizan procesos de abstracción de la realidad: Sin embargo, el saber abstracto y general se aplica a hechos concretos. Por ejemplo, en la biología celular, un campo de la biología moderna, facilita la aplicación concreta, proceso que es esencial para comprender la ciencia.

Los estándares de ciencias naturales proponen estimular en niños, niñas y jóvenes las habilidades necesarias para que investiguen, comprendan y conozcan el entorno mundo natural, físico, químico y social (Trejos, 2004) e invitan a los maestros a estimular en los niños su capacidad de preguntar y buscar respuestas y son una invitación para que desde las ciencias naturales se contribuya a la formación de ciudadanos creativos, capaces de pensar y argumentar de manera racional y flexible, resolver problemas, y a producir y convivir en un mundo complejo y competitivo. Dentro de las HPC se incluyen: la formulación de preguntas, la observación, la descripción y el registro de datos, el ordenamiento e interpretación de información, la elaboración y análisis de hipótesis, procedimientos y explicaciones, la argumentación y debate en torno a controversias y problemas de interés público, la discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología; habilidades que están consideradas en los estándares de ciencias.

Debido al volumen de información que un individuo debería procesar y asimilar, la lectura ocupa un lugar esencial; de ahí la necesidad de alcanzar una buena comprensión lectora. Como resultado de la cantidad y disponibilidad de información, las exigencias de la sociedad cambiaron. El volumen de materiales escritos va en aumento y se espera que las personas los seleccionen y utilicen de forma adecuada; tanto para tomar decisiones, como para solucionar problemas e innovar. Actualmente, se reconoce que la necesidad de un manejo eficiente de la competencia lectora evoluciona simultáneamente con los cambios sociales y culturales.

Por otro lado, la necesidad de una racionalización del contenido y de una reorientación metodológica de los programas curriculares, en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de la educación, exige un alto nivel de responsabilidad individual para el autoaprendizaje por parte de los estudiantes; lo que exige un buen desarrollo de competencias académicas y HPC. El objetivo de la educación ha cambiado su énfasis y éste, ya no se centra exclusivamente en la recopilación y memorización rápida de información, sino que incluye un concepto más amplio del conocimiento: “Saber ya no significa ser capaz de recordar información, sino ser capaz de encontrarla y utilizarla” (Simon, 1996).

La competencia lectora se define como la capacidad de un individuo para comprender, utilizar, y reflexionar sobre los textos escritos y comprometerse con ellos para alcanzar sus propios objetivos, desarrollar sus conocimientos y su potencial, y participar en la sociedad. La competencia científica, se considera como la capacidad de un individuo para adquirir conocimientos científicos y utilizarlos para identificar problemas, alcanzar nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en evidencia acerca de temas relacionados con la ciencia. Asimismo, la competencia científica incluye la comprensión de la ciencia y se considera una forma de conocimiento y de investigación humana, y la disposición a comprometerse con temas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo (Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación, SIMCE, 2011).

El trabajo de los investigadores en ciencias se orienta principalmente a la producción y divulgación de los conocimientos científicos. La producción científica se enfoca en la solución de problemas y en la construcción de representaciones de fenómenos o situaciones en las distintas áreas de investigación. Los requerimientos básicos de un investigador en ciencias son el conocimiento de los conceptos, las teorías y la metodología utilizada en la disciplina de la que hace parte. El investigador debe entender y saber usar el lenguaje propio del área estudio;

poder trabajar en equipo y saber relacionarse con los demás miembros de la comunidad científica. Además, debería contar con los valores éticos, que le den credibilidad a sus investigaciones y de la capacidad para establecer límites, para que sus hallazgos no afecten a la humanidad y de responsabilidad para cumplir con los compromisos adquiridos.

Según Holloway (1999), las habilidades lectoras son fundamentales en el rendimiento académico de los estudiantes y tienen un efecto directo sobre la cognición y en los procesos de pensamiento. Guthrie, (2008) plantea que el rendimiento en lectura, no es sólo la base del rendimiento académico, por su relación con otras asignaturas; sino que es un prerrequisito para participar con éxito en casi todos los ámbitos de la vida adulta. Es posible afirmar que la competencia científica requiere de la competencia lectora; debido a que la capacidad para acceder, comprender y reflexionar sobre cualquier tipo de información es fundamental para que las personas puedan hacer parte de una sociedad basada en el conocimiento.

Los ciudadanos del siglo XXI, que hacen parte de lo que se conoce como la “sociedad del conocimiento”, tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables; por esta razón, es necesario poner al alcance de todos y todas la cultura científica. El reto para la sociedad actual es lograr que la ciudadanía posea los conocimientos necesarios para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social, de manera que puedan participar críticamente en la sociedad y coadyuvar para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad (Pedrinaci, 2006).

En Colombia 51 % de la población tiene sobrepeso y obesidad, una de cada dos personas es obesa, y cuando hablamos de diabetes, el porcentaje es de 10 % y la hipertensión es del 25 %, datos de junio de 2015 de la Fundación Colombiana de la Obesidad. El director de esta entidad resaltó la necesidad de que las entidades se unan para garantizar un cambio de cultura que ayude a disminuir estas cifras (<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15968518>, revisado en mayo de 2016). Como educadores afrontamos un gran compromiso, porque no basta con desarrollar las habilidades que ayuden a los estudiantes a ser ciudadanos críticos y responsables, sino que se desea que éstos estén en capacidad de hacer elecciones personales responsables en relación con su salud y el ambiente. En los ciudadanos se espera responsabilidad para mantener una dieta saludable, hacer ejercicio con regularidad, limitar su consumo de alcohol y tabaco y en el ejercicio de una sexualidad responsable, En relación con el cuidado del ambiente; se esperaría, que éstos estén dispuestos a reducir, reutilizar y reciclar

todos los subproductos generados por sus elecciones como consumidores. Mediante la enseñanza de las ciencias naturales se participa en la “formación de un ser humano”; puesto que, para la mayoría de estudiantes la educación básica es la única y última oportunidad que tienen para formarse en la escuela; porque muchos concluyen sus estudios formales a los 16 años, para incorporarse a la vida laboral. En la actividad científica y cultural el lenguaje, más que un instrumento para la comunicación, es el vehículo para construir relaciones y entidades. El lenguaje escolar, más que descripciones y definiciones de lo que “la comunidad científica dice”, es una “entidad” que evoluciona a medida que lo hace la actividad científica, y proporciona recursos para argumentar (Witgenstein, 1997). La enseñanza de las ciencias en edades tempranas favorece el aprendizaje de la lengua materna, incide en el desarrollo del pensamiento, en el autoconocimiento y en el desarrollo de la identidad (UNESCO, 2004).

La ciencia y la tecnología ha producido transformaciones en la sociedad actual. El desarrollo científico y tecnológico ha traído beneficios en la calidad de vida de la humanidad, pero también ha implicado riesgos por su avance vertiginoso y el uso desmedido. Estas implicaciones conllevan a la necesidad que la formación en ciencia y tecnología que se imparte en la educación media promueva una actitud crítica de los estudiantes frente a dichos avances. (Osorio, 2002)

El aula de clase debe ser el espacio para el análisis y la interpretación de las implicaciones en los avances de ciencia y tecnología a nivel global y en el ámbito local. El estudiante de la IEJMCA requiere desarrollar las competencias para comprender los alcances de la ciencia y la tecnología en su vida diaria; reflexionar sobre la información que plantean los temas científicos, identificar los valores implicados y tomar una postura crítica frente a ellos, por ejemplo, a los organismos creados por la ingeniería genética para aumentar la producción alimentaria con sus ventajas y riesgos y el tratamiento de enfermedades con células madre a partir de embriones humanos.

3.2 La enseñanza de las ciencias y la biología celular

La enseñanza de las Ciencias Naturales hace parte de una de las nueve áreas fundamentales en la educación colombiana y busca desarrollar las competencias necesarias para comprender la naturaleza, los avances científicos, los riesgos surgidos del deterioro del ambiente y la adopción de una actitud crítica con relación a las necesidades del mundo actual. Igualmente, ésta cumple un rol fundamental al desarrollar competencias ciudadanas para asumir un papel crítico frente a los riesgos de contaminación y destrucción de los bosques,

lagunas y páramos, como resultado de la explotación minera de los recursos del subsuelo como: el petróleo, oro y carbón, entre otros; actividades que provocan problemas de salud en los habitantes, reducen la biodiversidad, alteran las fuentes hídricas y el suministro de agua para la población. Por esta razón es fundamental que desde las ciencias se trabaje para mejorar la comprensión de los bienes y servicios ambientales, el autocuidado y desarrollar competencias para la defensa, la conservación y el mejoramiento del ambiente. Más aún, cuando la explotación petrolera en el departamento de Arauca ha contribuido al deterioro del ambiente. Deterioro representado, principalmente, en contaminación y desecación de caños y esteros, con la pérdida de la fauna que vivía en ellos. Igualmente, los taponamientos de caños en el complejo Caño Limón han ayudado al incremento de las inundaciones en los complejos habitacionales de la ribera del Río Arauca.

Las ciencias juegan un papel importante en la formación de ciudadanos integrales con un pensamiento humanista, científico e innovador; de manera, que la comprensión de ésta les permita participar en un mundo cada vez más impregnado de ciencia y tecnología. Por esta razón se acepta, la necesidad del aprendizaje de las ciencias naturales en todos los niveles de enseñanza. La biología es una de las ciencias con mayor desarrollo en la actualidad. Muchos de sus fundamentos, aplicaciones y desarrollos han trascendido el ámbito puramente científico y se han convertido en temas de interés público e incluso de debate en diferentes ámbitos como el legal, médico y ambiental, entre otros. Para los estudiantes de educación básica y media, el conocimiento de la biología celular constituye un pilar fundamental para afrontar con éxito la toma de decisiones que se les presentan relacionadas con este campo del conocimiento y para interpretar los fenómenos concretos que se relacionan con la estructura y función de los organismos; de manera que éstos puedan explicar cómo funcionan y cómo se adaptan los organismos al ambiente.

Sin embargo, diversos estudios dan muestra de las dificultades de aprendizaje de algunos conceptos de biología y, más concretamente, del concepto de célula (Campos et al., 2000 y Mengascini, 2006). Caballer y Giménez (1992) consideran que las dificultades de aprendizaje del concepto de célula son el resultado de que los estudiantes son incapaces de relacionar la estructura celular con las funciones fisiológicas y a que desconocen que los procesos biológicos a nivel bioquímico tienen lugar a nivel celular.

Campos et al., (2000) plantean que las principales causas de las dificultades de aprendizaje abarcan aspectos disciplinares relacionados con contenidos complejos y abstractos;

conceptos errados, adquiridos previamente; debilidades en las habilidades académicas de los estudiantes; falencias en la formación disciplinar y el uso inadecuado de estrategias didácticas por parte de los docentes. Mengascini (2006) destaca que cuando el estudio de la célula se enfoca básicamente en su relación con el cuerpo humano; esto deriva en una visión antropocéntrica y dificulta la comprensión de ésta como la unidad estructural de todos los organismos. Por esta razón muchos estudiantes piensan que los vegetales no tienen células (Banet & Ayuso, 1995).

Capítulo. 4: METODOLÓGIA

El trabajo de investigación sobre la comprensión lectora de textos científicos tiene en cuenta durante la fase de implementación la concepción constructivista que considera tres elementos fundamentales en el proceso de construcción de los aprendizajes. El primer elemento se refiere a la situación de enseñanza-aprendizaje como *un proceso de construcción conjunta* en la que la docente y los estudiantes en un contexto determinado, en este caso la IEJMC, cuenta con una serie de lecturas de divulgación científica sobre biología celular, que analizan conjuntamente con el fin de entender el funcionamiento de la célula e ir progresivamente desarrollando las habilidades para la comprensión de ese tipo de textos. La docente realiza un proceso de evaluación continuo y va ajustando las actividades de acuerdo con el trabajo realizado de los estudiantes. Es decir, el docente debe tener la sensibilidad y capacidad para analizar las dificultades resultantes durante el aprendizaje de los estudiantes e introducir las modificaciones respectivas que permitan reforzar una habilidad particular o mejorar la comprensión del proceso de la biología celular correspondiente.

Un segundo elemento se relaciona con el rol del docente como *guía* del proceso de aprendizaje de los estudiantes. El docente tiene como tarea construir estrategias para coadyuvar a que los estudiantes relacionen los conocimientos previos con los nuevos conocimientos, los que se requieren para mejorar la comprensión del texto que se va a leer y lo que, muy probablemente, facilita la reconstrucción de un nuevo concepto. Igualmente, el proceso debería facilitar que el estudiante identifique las dificultades de comprensión durante la lectura y realice unas estrategias adecuadas para mejorar sus habilidades lectoras.

Un tercer aspecto, es proporcionar al estudiante la *autonomía* para que asuma la responsabilidad de aplicar los procedimientos necesarios para mejorar el aprendizaje y facilitar que éste se sienta competente. Durante las primeras lecturas se requiere una intervención continúa del docente, para ayudar a aclarar las dudas de los estudiantes. En la medida en que se desarrolla el proyecto de lectura, el estudiante va desarrollando habilidades que le permiten participar de forma más activa y adecuadamente en la resolución de las actividades propuestas.

El proyecto de investigación se desarrolló con los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa José María Carbonell (IEJMC) del centro poblado de La Esmeralda en

el municipio de Arauquita; específicamente con 25 estudiantes del grupo 901: 14 mujeres y 11 hombres y con 21 estudiantes del grupo 902: 12 mujeres y 9 hombres, con edades entre 14 y 16 años. Para el proceso se adoptó un diseño cuasi-experimental, donde se trató de experimentar la efectividad de un grupo de estrategias en el mejoramiento de la comprensión lectora de textos científicos en los estudiantes. No hubo aleatoriedad en la selección de la muestra, participaron todos los estudiantes de noveno grado de la IEJMC.

Se tomó a la rúbrica como la guía de evaluación más precisa del desempeño de los estudiantes en las etapas diagnóstica, los talleres de intervención y el posttest. La rúbrica es un instrumento de evaluación que facilita la valoración de áreas estimadas subjetivas, complejas o imprecisas a partir de criterios específicos sobre rendimiento. El objetivo central de las lecturas y las actividades de los talleres era desarrollar la comprensión de los textos de divulgación científica relacionados con la biología celular. Para evaluar el desempeño de los estudiantes en los niveles literal primario, literal profundo, inferencial y críticos se formulan preguntas o actividades de completar cuadros o mapas conceptuales que se orientan a fomentar las habilidades de comprensión lectora: identificar las características del texto científico, hallar la idea principal, interpretar imágenes o ilustraciones de lectura, entre otras. Estas habilidades de comprensión lectora para nuestro caso, constituyen los criterios específicos de la rúbrica. Una habilidad de comprensión lectora puede tener uno o varios ítems con características similares como por ejemplo localizar información explícita del texto cuando se busca que el estudiante identifique datos importantes de la lectura. En cada habilidad de comprensión lectora se establecen los niveles de logro: avanzado, intermedio e insuficiente. Las respuestas están en el nivel avanzado cuando identifica entre el 80% y 100° de los elementos esperados. El nivel intermedio cuando identifica entre el 40% y 79% de los elementos esperados. El nivel insuficiente cuando identifica menos del 40% de los elementos. Luego se realiza una descripción por cada criterio específico, variando su complejidad en cada nivel y se les asigna un puntaje de 2 para avanzado, 1 para intermedio y 0 para insuficiente.

La evaluación diagnóstica se aplicó al comienzo del cuarto periodo del año 2014 para conocer el estado de las habilidades de comprensión lectora en los estudiantes. En la tabla 2 se presenta la rúbrica de la prueba diagnóstica, ésta cuenta con 15 ítems. Después de que se aplica y procesa la información obtenida, se sintetizan los resultados alcanzados por los estudiantes durante el desarrollo del proceso y se tiene evidencia de las necesidades de los estudiantes en relación con las habilidades de comprensión lectora.

Tabla 1. Rubrica para la prueba diagnóstica.

RUBRICA DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA			
Entorno: Ciencia, tecnología y sociedad			
Tema: Origen de la enfermedad de Parkinson			
Indicador de desempeño: Identifica los factores que dan origen a la enfermedad de Parkinson.			
Tipos de respuestas: abiertas (1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15) y cerradas (6, 7, 8, 9)			
ITEMS	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
1. ¿Por qué es esta una lectura de divulgación científica?	Respuestas que mencionan por lo menos 2 de las características de los textos de divulgación científica. El autor es un investigador o un periodista experto en los temas científicos. Utiliza comparaciones y/o ilustraciones para explicar el tema. Uso de terminos especializados relacionados con el tema.	Respuesta que menciona una de las características de los textos de divulgación científica.	La respuesta no menciona ninguna de las características de los textos de divulgación científica.
2. ¿Por qué se puede decir que el autor de este artículo de divulgación científica es un experto en el tema?	Respuestas que incluyen sus estudios de bioquímica, biología molecular, genética y los trabajos realizados (artículos de investigación, patentes y reconocimientos recibidos)	Respuesta incompleta, es decir, que menciona sólo los estudios o los trabajos realizados por el autor.	La respuesta no incluye ni los estudios ni los trabajos realizados por el autor del artículo.
3. Compare la lectura de divulgación científica con un cuento literario. ¿Qué semejanzas y diferencias puede haber en su estructura y lenguaje?	Respuesta que incluye la comparación de la estructura y el lenguaje del cuento literario con una lectura de divulgación científica. En la estructura el cuento tiene tres partes (introducción, desarrollo y desenlace) y el artículo científico también tres partes: introducción o presentación del tema, desarrollo de las ideas y conclusiones. Pero el cuento normalmente se desarrolla en orden cronológico mientras el artículo científico tiene una secuencia lógica. En el lenguaje hay diferencia porque los cuentos utilizan un vocabulario sencillo con expresiones de la vida diaria mientras el artículo científico emplea vocabulario técnico propio en este caso de la biología o enfermedades causadas por alteraciones del organismo.	Respuesta incompleta, es decir que menciona sólo las diferencias en el lenguaje pero no compara la estructura de los dos tipos de texto.	La respuesta no incluye la comparación de los dos tipos de textos: cuento literario y lectura de divulgación científica.
4. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?	Respuesta acertada incluye a factores genéticos, ambientales y el envejecimiento en el origen de la enfermedad de Parkinson. El origen de la enfermedad de Parkinson por la interacción de factores genéticos con condiciones ambientales como estar expuesto a algunos herbicidas y que normalmente esta enfermedad se manifiesta en personas entre 50 y 80 años.	Respuesta menciona uno o dos factores en el origen de la enfermedad de Parkinson.	La respuesta no menciona los factores que dan origen a la enfermedad de Parkinson.
5. La afirmación "Todos conocemos a alguna persona que padece la enfermedad de Parkinson (EP), pues se estima que en España existen unos 80.000 enfermos", ¿podría ser válida para Colombia? Justifique su respuesta.	Respuesta acertada puede ser afirmativa o negativa pero la justificación debe explicar cada caso. Si la respuesta es afirmativa indica que el estudiante conoce en su entorno a alguien que tenga la enfermedad de Parkinson y por tanto puede ser posible que afecte en Colombia a muchas personas como en España. Si la respuesta es negativa, se puede justificar de manera valida diciendo que no sabe de nadie con esa enfermedad.	Respuesta incompleta porque menciona que en Colombia es tan frecuente en España pero no justifica su respuesta.	Otras respuestas distintas.
6. La etiología de la Enfermedad de Parkinson se refiere a:	Opción a Los factores que producen Enfermedad de Parkinson.		Que haya seleccionado cualquier otra opción
7. ¿Cuáles de estos síntomas se presentan en la enfermedad de Parkinson?	Opción a. Temblores, rigidez de los músculos y movimientos lentos		Que haya seleccionado cualquier otra opción
8. ¿En qué se basa esta enfermedad?	Opción a. Temblores, rigidez de los músculos y movimientos lentos		Que haya seleccionado cualquier otra opción
9. ¿En qué influye la dopamina?	b. En el control del movimiento		Que haya seleccionado cualquier otra opción
10. Explique en sus palabras la figura sobre los tres factores implicados en el origen de la enfermedad de Parkinson.	La respuesta describe y explica los elementos de la figura (círculo dividido en tres partes). La figura tiene el título de etiología de la enfermedad de Parkinson, es decir, el origen de esta enfermedad. La palabra multifactorial indica que son varios los factores que la originan: Ambientales como estar expuesto a plaguicidas, la edad avanzada propicia también su aparición y la transmisión por herencia familiar. Hay 16 variedades de genes Park implicados en la enfermedad de Parkinson.	La respuesta describe y explica de manera incompleta los elementos de la figura.	No escribe ninguna explicación de la figura.
11. ¿Cómo considera Usted se puede disminuir el riesgo ambiental para evitar la enfermedad de Parkinson?	La respuesta menciona que se debe evitar el uso de plaguicidas o herbicidas. Puede ser una idea complementaria: utilizar medidas de protección en la fumigación como trajes especiales y caretas.	La respuesta es tan precisa que no pisibilita respuestas incompletas	Otra respuesta diferente
12. ¿Por qué se llama enfermedad de Parkinson?	La respuesta menciona a James Parkinson que describe la enfermedad por primera en 1817	La respuesta es tan precisa que no pisibilita respuestas incompletas	Escribe otra respuesta.
13. ¿Qué neurotransmisor ve empeorada su producción en quien sufre Parkinson?	La respuesta menciona la dopamina	La respuesta es tan precisa que no pisibilita respuestas incompletas	Escribe otra respuesta.
14. ¿Qué es exactamente la sustancia negra	La respuesta menciona el área de mesencéfalo.	La respuesta es tan precisa que no pisibilita respuestas incompletas	Escribe otra respuesta.
15. Complete el siguiente diagrama de acuerdo con el contenido de la lectura.	ENFERMEDAD DE PARKINSON ORIGEN Envejecimiento Ambiental (plaguicidas, herbicidas, químicos industriales) herencia familiar SINTOMAS Motores (temblores, lentitud, rigidez) No motores (perdida de olfato, trastornos sueño, disfunción sexual)	Completa parcialmente el diagrama	Escribe otra respuesta.

La propuesta de investigación se organizó en tres fases.

Durante la **primera fase** se planificó el proceso, la ficha didáctica se presenta en la tabla 1, en cuyas columnas se organizan los elementos de la programación curricular de la intervención. En la columna dos se ubican los contenidos temáticos, que corresponde con las 6 lecturas trabajadas durante el proceso realizado con los cursos de noveno. Los contenidos de las lecturas, van más allá de la explicación del funcionamiento de la célula y presentan los problemas; algunos de origen genético, de deterioro por la edad o por factores ambientales, que llevan a la aparición de enfermedades y los avances en medicina para su tratamiento. La lectura sobre el *Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro*, muestra las posibilidades y la controversia por el uso de los avances en biología para lograr una mayor producción de alimentos, que ha llevado a la extinción de especies vegetales de bajo valor comercial.

A continuación, se presentan los criterios para la selección de las lecturas empleadas en el desarrollo de la tesis. En primer lugar, la lectura se relaciona con el estándar del Ministerio de Educación Nacional del área de Ciencias Naturales “Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes” que corresponde al objetivo de formación a lo largo de todo el proceso. El segundo criterio se refiere a la edad (14 a 16 años) y en el grado noveno de educación básica secundaria ya los alumnos han estudiado los contenidos y competencias relacionadas con la biología celular; por tanto, las lecturas tienen el propósito de reforzar y ampliar estos conocimientos. Sin embargo, indicadores sobre la edad o el nivel educativo no deben ser una limitación para alejar a un lector de los temas científicos que están transformando la sociedad contemporánea. El tercer criterio se relaciona con el conocimiento del docente sobre el grupo de estudiantes. En este caso, la docente había trabajado con estos alumnos desde el año anterior, en el grado octavo con el área de Ciencias Naturales y conocía sus capacidades y dificultades. A pesar que las lecturas eran un poco extensas de 2 a 5 páginas con ilustraciones, notas complementarias y algunos términos nuevos, especialmente los relacionados con las enfermedades, los estudiantes logran comprenderlas como se evidencia en el análisis de los resultados.

A través de estas lecturas se retoma y profundizan los contenidos de ciencias naturales de básica secundaria propias del grado sexto a noveno. En la columna uno, se presentan los estándares de ciencias naturales, que se relacionan con los procesos adelantados durante la investigación.

La columna tres detalla las competencias de comprensión lectora y del área de biología que se buscan desarrollar en los estudiantes. Los indicadores de desempeño, tanto de

comprensión lectora como de los logros de biología; corresponden a los aprendizajes esperados en cada actividad. Las estrategias pedagógicas utilizadas por el docente para facilitar la comprensión lectora y de los contenidos de biología celular y los recursos corresponden a las columnas cinco y seis. En la columna siete se señalan las rubricas para evaluar los contenidos de biología celular y las habilidades de comprensión lectora, que se encuentran en los anexos.

Tabla 2. Planeación proceso de investigación de aula

PLANEACIÓN CURRICULAR						
AREA: CIENCIAS NATURALES (BIOLOGÍA)			DOCENTE: LIC. MARTHA LILIANA CHOGÓ GONZÁLEZ			
GRADO: NOVENO 9°		PERIODO: CUARTO		UNIDAD TEMÁTICA: LA BIOLOGÍA CELULAR		
ESTANDAR	CONTENIDOS	COMPETENCIAS	INDICADORES DE DESEMPEÑO	ESTRATEGIAS PEDAGOGICOS	RECURSOS	EVALUACION
Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes. Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos	<i>Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?</i> Las células madres son una herramienta valiosa con potencial inmenso para tratar múltiples lesiones y enfermedades humanas	Reconoce la idea principal de un texto. Diferencia los conceptos de célula madre adulta, embriona e inducida.	Identifica el concepto de célula madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades. Escribe la idea principal de la lectura.	Los estudiantes hacen una lectura de todo el texto. Se realiza la presentación de una diapositiva para enseñar al estudiante como e identificar y redactar la idea principal de una lectura, despues de realizada la lectura y en mesa redonda cada estudiante leia su idea principal y se elegia las ideas mejor redactadas . Con la ayuda de las imágenes que trae la lectura se explica a los estudiantes los tipos de células madre.	In Slideshare, comprensión lectora, ideas principales y secundarias. https://es.slideshare.net/ceciliahuapaya1/comprension-lectora-ideas-principales-y-secundarias	Rúbricas de la lectura 1 Células madre y de su respectiva rúbrica de la comprensión del tema de biología celular.
	<i>La mitocondria: fuente de la energía y mucho más</i>	Capacidad para resumir las ideas principales de la lectura. Reconoce las funciones de la mitocondria en la célula.	Identifica a la mitocondria como fuente de energía para la célula y como sus alteraciones pueden producir enfermedades de diversa manifestación. Realizar un resumen con sus palabras de la lectura.	Se explica previamente con diapositivas el proceso de hacer un resumen con la lectura anterior. Luego el estudiante aplica esta estrategia en la lectura de la mitocondria. En la etapa de socialización, se leian los resúmenes hechos por algunos estudiantes. El profesor presenta video sobre la estructura y funciones de la mitocondria y luego se aclaran las dudas sobre el tema.	Diapositivas sobre la habilidad de resumir In Slideshare, El resumen. https://es.slideshare.net/aeropagita/el-resumen-7756298 Video de youtube: Fisiología - Funciones y estructura de la mitocondria - Estructura física de la célula. https://www.youtube.com/watch?v=B165ITJDmYM	Ver rúbricas de la lectura 2 sobre la comprensión lectora y la comprensión de la biología celular (La mitocondria)
	<i>Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos</i>	Habilidad para relacionar lo leído con otros textos o situaciones reales de su entorno. Conocer como funciona el sistema de neuronas espejo en los primates y humanos.	Identifica la función de las neuronas espejo, su relación con el aprendizaje y el autismo Relaciona información del texto con la vida diaria.	El docente explica los procesos de inferencia a partir de ejemplos de la vida cotidiana. Se escuchan otras situaciones de inferencia aportadas por los estudiantes. Con la ayuda de las imágenes que ilustran la lectura, el docente explica la ubicación de las neuronas espejo y su relación con otras áreas del cerebro.	La lectura Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos y el respectivo taller de actividades	Ver rúbricas de la lectura 3 Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos.
	<i>Respirar, sin respirar.</i> La obtención de energía por glucolisis aeróbica en organismos eucariotas y glucolisis anaeróbica en organismos procariotas	Durante el transcurso de esta unidad se desarrollará las competencias relacionadas con la comprensión lectora en textos científicos sobre la biología celular. Infiere el significado de vocabulario científico a partir del contexto. Diferencia los procesos de respiración aeróbica y anaeróbica en las células.	Conoce el proceso de respiración natural en las células eucariotas y la investigación que se ha realizado para proveer de manera artificial oxígeno al organismo. Comprende vocabulario nuevo a partir del contexto Entiende los procesos de respiración celular y como la microparticulas lipídicas semipermeables pueden llevar oxígeno a las células en el cuerpo.	Orientar al estudiante para analizar el contexto donde aparece el vocabulario desconocido para inferir su significado. Con la ayuda de los esquemas gráficos que acompañan la lectura se explica a los estudiantes los procesos anaeróbicos y aeróbicos de la célula como también los LOMs ceden oxígeno a los eritrocitos.	Daniel Moreno, Revista Journal of Feelsynapsis, N° 14, marzo de 2014, pag. 95-99 Diccionario Wikipedia	Ver rúbrica de la lectura 4 <i>Respirar, sin respirar</i> y rubrica de la comprensión del tema de biología celular: respiración celular.
Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo las características de sus células	<i>¿Están vivos los virus?</i> Sus semejanzas con otros microorganismos	Localiza información relevante de un texto científico. Reconoce el nivel de organización celular en organismos procariotas y eucariotas y su relaciones.	Halla y entiende los conceptos explicados en la lectura. Identifica algunos conceptos de biología celular como .célula eucariota, célula procariota, genotipo y fenotipo, mutación y diversidad, genética y evolución.	El docente explica los niveles de comprensión lectora y como el nivel litera primario es el más fácil pues se trata de hallar información explicita del texto. El profesor explica y aclara los conceptos que se incluyen en la lectura..	Enciclopedia Wikipedia, los niveles de comprensión lectora.	Ver rúbricas de la lectura 5 ¿Están vivos los virus? y comprensión de la biología celular.
	<i>Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro</i>	Llena cuadros sinópticos y mapas conceptuales de acuerdo con la lectura. Comprende como la biotecnología vegetal ha demostrado ampliamente que la generación de plantas transgenicas destinadas a la producción de alimentos y compuestos biologicamente activos es la alternativa mas viable	Conoce los procedimientos biotecnológicos para el cultivo de las células vegetales en la producción de alimentos y medicamentos transgénicos. Completa los mapas conceptuales que expresan ideas extraídas de la lectura.	El docente explica la estructura de un mapa conceptual, conformada por nodos que son los conceptos y enlaces que representan las relaciones entre los conceptos. El docente hace notar la relación conceptual de células madre y su equivalente con las células vegetales que son totipotentes.	CmapTools, software para elaborar mapas conceptuales	Rúbrica de la lectura 6 Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. También la respectiva rúbrica de la comprensión del tema de las plantas transgénicas.

La fase dos, corresponde con la implementación de la propuesta pedagógica, ésta se realizó entre septiembre 15 a noviembre 21 de 2014 e inicia con la aplicación de una prueba diagnóstica en 2 horas de clase. A continuación, se explica el proceso didáctico general que se llevó a cabo durante el desarrollo de los talleres de lectura. El procedimiento didáctico consta de actividades previas, actividades durante la lectura y actividades posteriores a la lectura.

Antes de leer el texto y a partir del título o de imágenes que tiene la lectura, el docente formula preguntas para motivar y crear expectativas sobre el contenido y utilizar los conocimientos previos, con el fin de facilitar la atribución de significado al texto y elaborar predicciones acerca la temática

Durante la primera lectura *Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?*, se entregó a los estudiantes al comienzo un taller para desarrollar las siguientes actividades. Teniendo en cuenta el título de la lectura debían responder individualmente y por escrito, en 10 minutos, las siguientes preguntas: A. ¿De qué crees que trata el texto? B. ¿Menciona algunos tipos de células? C. ¿Qué utilidad consideras que tienen las células madres en la medicina? Las preguntas A y C buscan que los estudiantes hagan predicciones acerca de la lectura. La pregunta B indaga los conocimientos previos. Luego se socializaban algunas respuestas, durante 15 minutos, y se realizaban comentarios para orientar las respuestas hacia la temática de la lectura y los contenidos que ya habían aprendido en periodos anteriores.

Luego, el proceso llevado a cabo durante la lectura consiste en: 1. Realizar una lectura de todo el texto para tener una idea general de la temática planteada, 2. Realizar una segunda lectura tratando de explicar el contenido por párrafos y buscando en el diccionario el vocabulario desconocido. 3. Desarrollar el cuestionario de manera individual o en parejas.

La actividad de lectura 1 *Células madre: ¿la panacea del siglo XXI?* (4 páginas) nos llevó 50 minutos, aproximadamente; debido a que los estudiantes tenían dificultad para entender el tema. La docente acompañó a los estudiantes a consultar el vocabulario en diccionarios por internet, en la sala de informática de la institución educativa (20 minutos). Esto implicó, que entre las actividades previas, las dos lecturas del texto y la consulta del vocabulario desconocido se utilizaran dos periodos de clase, 110 minutos. Posteriormente en otro bloque de clase, los estudiantes (individual o en parejas) resuelven el cuestionario sobre la lectura bajo la orientación de la docente, previamente los estudiantes leen de nuevo el texto. Esta segunda sesión nos tomó otros 110 minutos.

Las actividades posteriores a la lectura se orientaban a evaluar la comprensión lectora, a aclarar dudas y a reforzar los contenidos disciplinares propios de la lectura. Fuera del aula, la docente revisó y analizó las respuestas de los estudiantes a las preguntas dadas en los cuestionarios. Con estos resultados, en clase se organizó a los estudiantes en círculo, donde éstos socializaban sus respuestas y, bajo la orientación de la docente, se discutía porque éstas eran acertadas o equivocadas. Esta actividad permitió aclarar dudas en relación con los temas de ciencias y mejorar la comprensión lectora.

Las estrategias, antes, durante y después de la lectura, al comienzo tomaban bastante tiempo; sin embargo, a medida que los estudiantes iban desarrollando las habilidades de lectura este proceso se fue agilizando. No obstante, siempre se tuvo en cuenta, dar el tiempo suficiente para garantizar el desarrollo de todas las actividades.

Tabla 3. Rúbrica de la lectura Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?

RUBRICA DE LECTURA 1 - Células madre: La panacea de la medicina del siglo XXI?			
Entorno: Vivo			
Tema: Células madre			
Indicador de desempeño: Identifica el concepto de célula madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades			
Tipos de respuestas: abiertas (1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15) y cerradas (6, 7, 8, 9)			
ITEMS	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
1. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?	La respuesta menciona la capacidad de regeneración de las células madre y su importancia en la medicina. Las células que conforman los diferentes tejidos del cuerpo humano no son inmortales, sino que se renuevan continuamente por medio de las células madre; hay varios tipos de células madre y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.	Respuesta incompleta porque menciona las posibilidades de regeneración de las células madre pero le faltaría señalar su importancia en el tratamiento de algunas enfermedades.	La respuesta menciona otros aspectos de la lectura.
2. Escriba otras tres ideas importantes de la lectura	La respuesta puede mencionar tres de las cuatro ideas importantes de la lectura. 1) Las células madre están con nosotros desde que nacemos y se encargan de que no falten células para que el cuerpo se mantenga en buen funcionamiento. 2) Los tejidos que forman nuestro cuerpo están hechos de células y se desgastan al igual que los coches y la ropa, se gastan con el uso y se estropean con el abuso. 3) Cada tejido del cuerpo está formado por un tipo distinto de células que lleva a cabo un trabajo especializado y se les denomina células diferenciadas. 4) La ingeniería tisular se encarga de producir in vitro tejidos vivos para reponer la dañados o perdidos por los pacientes.	Respuesta incompleta, es decir, menciona una o dos ideas importantes de la lectura.	Relaciona otros aspectos complementarios de la lectura y sin importancia.
3. Explique con sus palabras la frase "Si nada fuera capaz de regenerar no existiría la vida" "si todo regenerase no existiría la muerte". Entre estos dos extremos se encuentran todos los seres vivos".	La respuesta acertada debe explicara en términos similares la idea que los seres vivos mantienen la vida por la capacidad limitada de regenerar su organismo y a que continuamente están muriendo algunas células por desgaste o enfermedades y otras nuevas células entran a reemplazarlas en sus funciones.	Respuesta incompleta menciona la capacidad de regeneración de las células para reparar los tejidos dañados pero no incluye la limitación de veces que se puede realizar este proceso de restauración que disminuye con la edad y las enfermedades.	Otra respuesta diferente
4. ¿Cómo hacen los seres vivos para mantenerse íntegros?	La respuesta menciona que todos los organismos vivos están formados por células diferenciadas que constituyen los tejidos y células madre que tienen la función de auto regenerar las células dañadas y reparar los tejidos.	Menciona solo que por medio de las células madre pero no explica su capacidad replicarse muchas veces en cualquier tipo de tejido.	Escribe otra respuesta.
5. ¿Cómo se regeneran los tejidos de nuestro cuerpo?	La respuesta acertada menciona que por medio de las células madre o indiferenciadas, las cuales pueden replicarse numerosas veces, se suministran diariamente las células necesarias para reparar los tejidos dañados.	Respuesta menciona células madre sin explicar su cualidad de replicarse numerosas veces en cualquier clase de tejido.	Otras respuestas distintas.
6. De acuerdo a la ilustración sobre los distintos tejidos. Completa el siguiente cuadro.	La respuesta incluye las células correspondientes a cada tejido. Epidermis (queratinocitos); sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas); músculo (miocitos); cartílago (condrocitos); nervios (neuronas); huesos (osteocitos)	Completa parcialmente el cuadro.	No completa el cuadro con los nombres de células especializadas o del tejido correspondiente.

7. A partir de la lectura complete el siguiente cuadro sinóptico sobre el uso terapéutico de los tres tipos de células madre:	ADULTAS : (Ventaja) • Su presencia en la médula ósea se conoce desde hace décadas y está se ha utilizado para curar enfermedades. (Problemas) • Las células madres adultas no pueden diferenciarse en todos los tipos de células, por lo que no sirven para curar todos los tejidos. • Su capacidad para multiplicarse no es infinita, lo que significa que la cantidad de nuevas células que pueden generarse es limitada y la extracción al donante puede ser agresiva por afectar la médula ósea. EMBRIONARIAS (Ventaja) • Estás células se encuentran en embriones de cinco a seis días de edad y pueden replicarse indefinidamente. (Desventajas) • Desde el punto de vista terapéutico una célula madre embrionaria tiene un solo inconveniente que al no provenir del paciente que se va a tratar, pueden provocar un rechazo. • También algunos médicos argumentan que al destruir un embrión para obtener células madres se impide el nacimiento de un ser humano. INDUCIDAS (Ventajas) Las células madre inducidas tienen todas las ventajas de las embrionarias y ninguno de sus problemas. Pueden obtenerse a partir del propio paciente, con lo cual no generan rechazo inmunológico, y no es necesaria la destrucción de ningún embrión ni genera rechazo social	Respuesta incompleta, es decir, falta mencionar las ventajas o problemas de algún tipo de célula.	No completa el cuadro con la información solicitada.
8. ¿Qué son las células madres inducidas?	Respuesta: Son células diferenciadas que mediante la introducción de ciertos genes son revertidas a un estado indiferenciado y proliferativo parecido al de las células madre embrionarias.	Respuesta: son células que pasan de diferenciadas a células madre. Faltaría mencionar la introducción de ciertos genes para revertirlas.	Otra respuesta diferente
9. ¿En qué etapa de la reproducción humana se obtienen las células madres embrionarias?	La respuesta menciona que en la etapa de cigoto cuando los embriones tienen 5 o 6 días.	Es una respuesta muy precisa que no permite respuestas parciales	Que haya seleccionado cualquier otra opción
10. ¿Cuáles son las posibles enfermedades que se pueden tratar terapéuticamente con las células madres y en qué consiste cada una de ellas? Consulta y copia los apuntes en tu cuaderno.	La respuesta menciona las enfermedades que se pueden tratar terapéuticamente con las células madres: infarto de miocardio, esclerosis lateral, cicatrización de fistula, infarto cerebral diabetes, osteoporosis y alzheimer. La respuesta con la consulta de estas enfermedades aparece en el cuestionario resuelto.	La respuesta incluye y sólo la mitad de las enfermedades que se pueden tratar con las células madre.	Otra A13:D17 respuesta diferente
11. ¿Por qué se afirma en la lectura “Madre sólo hay una”?	Es posible dos respuestas válidas. En el sentido estricto de la palabra, sólo el cigoto puede recibir la denominación de célula madre porque es la fuente de todas las demás células del organismo después de realizada la fecundación. También en el sentido que cumple el papel de madre que apoya a sus hijos, las células madre nos ayudan y nos protegen para que no falten células en nuestros tejidos para repararlos y así tener una mejor calidad de vida.	Que se mencione cualquiera de las dos posibles respuestas, pero sin explicar sus argumentos de manera conveniente.	Otra respuesta diferente
12. ¿Qué es la Ingeniería Tisular y para qué sirve?	La respuesta menciona que es una técnica biomédica para diseñar y regenerar en laboratorio tejidos artificiales a partir de células madre. El objetivo es crear in vitro tejidos para reponer los dañados o perdidos por los pacientes	La respuesta es imcompleta si no menciona qué hace la ingeniería tisular y para que lo hace.	Escribe otra respuesta.
13. ¿Cuál es la función de las señales químicas osteoinductoras en la creación de tejidos?	La respuesta menciona que son moléculas que actúan sobre las células madre estimuladas a convertirse en células óseas.	La respuesta es tan precisa que no posibilita respuestas incompletas	Escribe otra respuesta.
14. Entonces, ¿Cuál es el alcance real del tratamiento con células madre?	La respuesta menciona en términos similares que el alcance real se ha podido evidenciar en tratamiento terapéutico de muchas enfermedades y abren la esperanza para mejorar la calidad de vida de los pacientes. No es una panacea para curar todas las enfermedades pero las investigaciones en la etapa preclínica abren la posibilidad de remediar enfermedades hasta ahora intratables.	La respuesta es incompleta si solo menciona la posible aplicación de células madre en el tratamiento de enfermedades intratables pero le falta mencionar que la investigación sobre las células madre en algunos casos está en la etapa preclínica.	Escribe otra respuesta.

Fase tres, la evaluación. El proceso busca medir objetivamente las habilidades de comprensión lectora, en los niveles literal primario, literal profundo, inferencial y crítico, que tienen los estudiantes; antes de iniciar el programa de intervención, durante el desarrollo de la fase de intervención con las lecturas y al final del mismo. Esta fase de evaluación se realizó con el apoyo de rúbricas, que permiten hacer el seguimiento del desempeño de los estudiantes, identificar las dificultades y los avances individuales y grupales en la comprensión lectora.

La tabla 3 corresponde con la rúbrica para la primera lectura *Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?* En la primera columna aparece el enunciado de las preguntas abiertas. En la segunda columna, la respuesta esperada de nivel avanzado (valor de 2 puntos) hay un ítem que pueden tener dos posibilidades de respuestas validas como en el ítem 11. Otras respuestas están compuestas de varias partes como los cuadros para completar de los

ítems 6 y 7; el ítem 2 que pide señalar otras ideas importantes de la lectura. En la columna de nivel intermedio (valor 1 punto) están las respuestas incompletas. Sin embargo, hay ítems que solicitan información tan específica de la lectura que limitan la posibilidad de dar una respuesta incompleta: ítems 9 y 13. En la mayoría de respuestas donde falta alguna parte importante del concepto o de los elementos que constituyen la respuesta esperada, se valoran como de nivel intermedio.

Tabla 4. Rúbrica para la comprensión del tema de biología en la lectura de Células madre: ¿La panacea de la medicina del siglo XXI?

RUBRICA PARA LA COMPRESIÓN DE LA BIOLOGÍA			
TEMA CELULAS MADRE			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% de aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Explica el concepto de célula madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.	Identifica el concepto de célula madre, sus tipos (célula adulta, embrionaria e inducida) y su uso medicinal para tratar numerosas enfermedades.	Identifica parcialmente el concepto de célula madre, sus tipos y su uso en la medicina para tratar numerosas enfermedades.	No identifica los tipos de células madre ni comprende cabalmente su utilidad en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.

En la tabla 4 se presenta la rúbrica que corresponde con la comprensión de la biología celular, que busca evaluar el desempeño grupal en relación con el concepto de células madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades. Si el porcentaje promedio de aciertos está entre el 80% y 100%, se considera que el grupo está en un nivel avanzado. Cuando la cantidad de aciertos están entre 50% y el 79%, se estima que el grupo ha tenido un desempeño medio. Si el promedio del grupo tiene entre 1% y 49% de aciertos, el nivel curso se estima como bajo. En consecuencia, en el rango bajo predominaría en mayor porcentaje las respuestas incompletas y erradas. Los porcentajes promedio de cada uno de los dos grupos de noveno grado, salió de evaluar el desempeño de cada estudiante en los talleres de implementación de la propuesta de lectura de textos de divulgación científica relacionados con la biología celular. Con los datos promedio de cada grupo se procura generalizar resultados con respecto a la mayor o menor comprensión de los temas de biología celular, en lugar de individualizar los resultados ya que por el gran número de estudiantes involucrados no sería fácil llegar a conclusiones generales. Sin embargo, se van relacionar los

estudiantes que por su interés y aplicación obtuvieron resultados sobresalientes y a quienes avanzaron poco.

Durante el desarrollo del proceso seguido con las otras lecturas se siguió un procedimiento similar en la elaboración de las rubricas y éstas se incluyen en el anexo H.

Tabla 5. Rúbrica de la prueba final o pos-test.

RUBRICA PRUEBA FINAL - En tu bicicleta: ¿Cómo los músculos responden al ejercicio?			
Entorno: Vivo			
Tema: Efectos del ejercicio en los músculos			
Indicador de desempeño: Identificar los avances y lo que falta de la investigación sobre los cambios que se producen en los músculos cuando se realizan ejercicios			
Tipos de respuestas: abiertas			
ITEMS	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
1. Escriba dos características por las cuales esta es una lectura de divulgación científica	La respuesta menciona dos características de los textos de divulgación científica. 1) Las autoras del artículo de divulgación científica son investigadoras que dan a conocer el estado de su investigación. 2) Utiliza comparaciones y/o ilustraciones para explicar el tema. 3) Uso de terminos especializados relacionados con el tema.	Respuesta que menciona una de las características de los textos de divulgación científica.	La respuesta menciona otros aspectos de la lectura.
2. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?	La respuesta menciona como el ejercicio tiene beneficios para la salud y efectos sobre los musculos que responden de manera diferente al entrenamiento de resistencia en comparación con el entrenamiento de fuerza.	Respuesta incompleta, es decir, menciona que el ejercicio contribuye a la salud pero falta mencionar que los musculos responden de manera diferente al tipo e intensidad de ejercicios realizados.	Relaciona otras ideas de la lectura.
3. ¿Cuál es el objeto de la investigación de las autoras del artículo?	La respuesta menciona que la investigación tiene por objeto precisar los cambios que se producen en los músculos cuando se hace ejercicio.y como los músculos diferencian la respuesta entre un entrenamiento de resistencia con uno de fuerza.	La respuesta es incompleta si se menciona que precisar los cambios en los músculos cuando se hace ejercicio y no diferencia las respuestas de los musculos según el tipo de ejercicio.	Otra respuesta diferente
4. ¿Qué deben hacer los voluntarios de la investigación?	La respuesta incluye las actividades de los voluntarios de la investigación en tres etapas. 1. Permitir tomar una pequeña muestra del músculo de la pierna.y desarrollar una prueba inicial para conocer la condición física de los voluntarios. 2. Realizar ciclos de entrenamiento por varias semanas con muchos ejercicios hasta estar agotados. 3. Evaluación de la condición física al final del ciclo de ejercicios y tomarles nuevamente muestras del tejido muscular.	La respuesta es incompleta si menciona las actividades de una o dos etapas del proceso realizado por los voluntarios en la investigación.	Escribe otra respuesta.
5. Enumere tres beneficios para la salud que se derivan de hacer ejercicios físicos regularmente.	Beneficios para la salud derivados de hacer ejercicios físicos regularmente. 1. Disminuye los riesgos de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II y ciertos tipos de cancer. 2. Mejoran el estado físico y disminuyen la fatiga. 3. Desarrollan los músculos y proporcionan más fuerza.	La respuesta es incompleta si menciona uno o dos beneficios para la salud derivados de hacer ejercicios regularmente.	Escribe una respuesta diferente.
6. ¿Deduzca de la lectura, qué tipo de ejercicio debería realizar una persona delgada para aumentar su masa muscular?	La respuesta menciona los ejercicios de fuerte resistencia, como el levantamiento de pesas, hacen que los músculos crezcan y proporcionan mayor fuerza.	La respuesta es precisa, por tanto, no admite respuestas parciales	Otra respuesta diferente
7. ¿Qué cambios se producen en el cuerpo por la práctica regular de ejercicios de resistencia?	La respuesta menciona que el corazón adquiere la capacidad de bombear mayor cantidad de sangre, aumentan los vasos capilares de los músculos para suministrar más oxígeno y la mayor cantidad de mitocondrias en los músculos, hace más azúcar y grasas sean metabolizadas y más energía pueden liberar los músculos.	Respuesta incompleta, si menciona parte de los cambios que se producen en el cuerpo.	Escribe otra respuesta.
8. ¿Qué relación tiene la molécula PGC-1α con la práctica de ejercicios físicos?	La respuesta menciona que los ejercicios físicos estimulan la producción de la molécula de proteína PGC-1α que actúa en consonancia con los factores de transcripción (PPAR y NRF-1) para producir componentes mitocondriales.	La respuesta menciona que la práctica de ejercicio estimula la producción de la molécula PGC-1α y no la menciona como junto con los factores de transcripción (PPAR y NRF-1) sirven para producir componentes mitocondriales.	Otra respuesta diferente
9. ¿Qué importancia tiene la mitocondria en la estructura celular de los tejidos musculares?	Respuesta menciona que la mitocondria se encarga de metabolizar el azúcar y las grasas para ofrecer energía a los tejidos musculares.	Es una respuesta muy precisa que no permite respuestas parciales	Otra respuesta diferente
10. Complete el siguiente mapa conceptual de acuerdo con la lectura.	La respuesta menciona que la práctica regular de ejercicios físicos evita el riesgo de enfermedades tales como cardiovasculares, diabetes tipo II y ciertos tipos de cáncer; aumenta la capacidad de bombeo del corazón, los vasos capilares de los músculos y la cantidad de mitocondrias en los musculos.	La respuesta es incompleta si llena parcialmente el mapa conceptual.	No completa el mapa conceptual
11. ¿Para qué utilizan las muestras de tejido muscular extraídas en las biopsias a los voluntarios?	Se utilizan para visualizar en el microscopio los cambios que ocurren dentro de las fibras musculares en respuesta al ejercicio.	Es incompleta si se menciona que sólo para visualizarlas en el microscopio y le falta explicar que para observar los cambios de los tejidos entre la muestra inicial y la muestra final.	Escribe otra respuesta.
12. ¿Qué importancia tiene para Usted el tema de esta lectura?	La respuesta puede tener varias opciones validas:1. Valorar la importancia de los ejercicios para mantener una buena salud. 2. Conocer los cambios que se producen en el cuerpo por el desarrollo regular de ejercicios. 3. Saber que tipos de ejercicios son más convenientes realizar de acuerdo con las condiciones particulares de cada persona.	Como la respuesta es personal, cualquier idea puede considerarse valida. Por tanto, hay pocas posibilidades de respuestas incompletas.	No escribe nada relacionado con la lectura.

La tabla 5 presenta la rúbrica de la prueba final, que se aplicó después de realizar las lecturas de intervención, con el fin de identificar los avances y dificultades en las estrategias

de comprensión lectora implementadas en el proyecto. La prueba final cuenta con 12 ítems, que fueron contestados por los 46 estudiantes, de los dos grupos de noveno grado.

4.1 Análisis de la información

El diagnóstico de conceptos y habilidades previas, las lecturas de intervención y la prueba final o pos-test se evalúan mediante instrumentos que valoran el desempeño de los estudiantes en cada una de las etapas de la investigación. Los instrumentos de evaluación tienen varios elementos en común como: preguntas generalmente abiertas, que son clasificadas por los niveles de comprensión lectora: literal primario, literal profundo, inferencial y crítico. En cada nivel de comprensión lectora, las preguntas se agrupan por la habilidad lectora a desarrollar, cómo: localiza información explícita del texto, identifica las características de los textos científicos, halla la idea principal de la lectura, relaciona el contenido de la lectura con situaciones de la vida real, valora la importancia del contenido de la lectura, entre otras. La síntesis de los resultados se establece mediante: el número de respuestas acertadas (2 puntos), incompletas (1 punto) y equivocadas (0 puntos) por cada ítem. Luego estos valores se transforman a porcentajes para estar al tanto del desempeño de los estudiantes en relación con los niveles de comprensión lectora. Ver rúbricas de las lecturas de intervención en anexo H.

Para el análisis de la información se hace uso de procedimientos cualitativos e instrumentos cuantitativos; ésta se organiza en tablas y gráficas y se asocia con una escala de valores que se establece en concordancia con el enfoque de investigación en dos tipos: *cuantitativo*, mediante un puntaje en porcentaje desde 1 hasta 100, y de tipo *cualitativo* llamado desempeño, que se organiza en varias categorías:

Avanzado: para valores comprendidos entre 80 – 100%

Medio: para valores comprendidos entre 50 – 79%

Bajo: para valores comprendidos entre 1 – 49%

Capítulo.5: RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los logros, dificultades y aspectos a mejorar del proceso de investigación de aula realizado. Los resultados se exponen siguiendo la secuencia de las fases desarrolladas.

5.1 Análisis de resultados fase uno

En la primera fase de la propuesta se diseñó una ficha didáctica y se aplicó la prueba diagnóstica o pretest. Los resultados individuales de la prueba diagnóstica se presentan en las figuras 5.1 y 5.2.

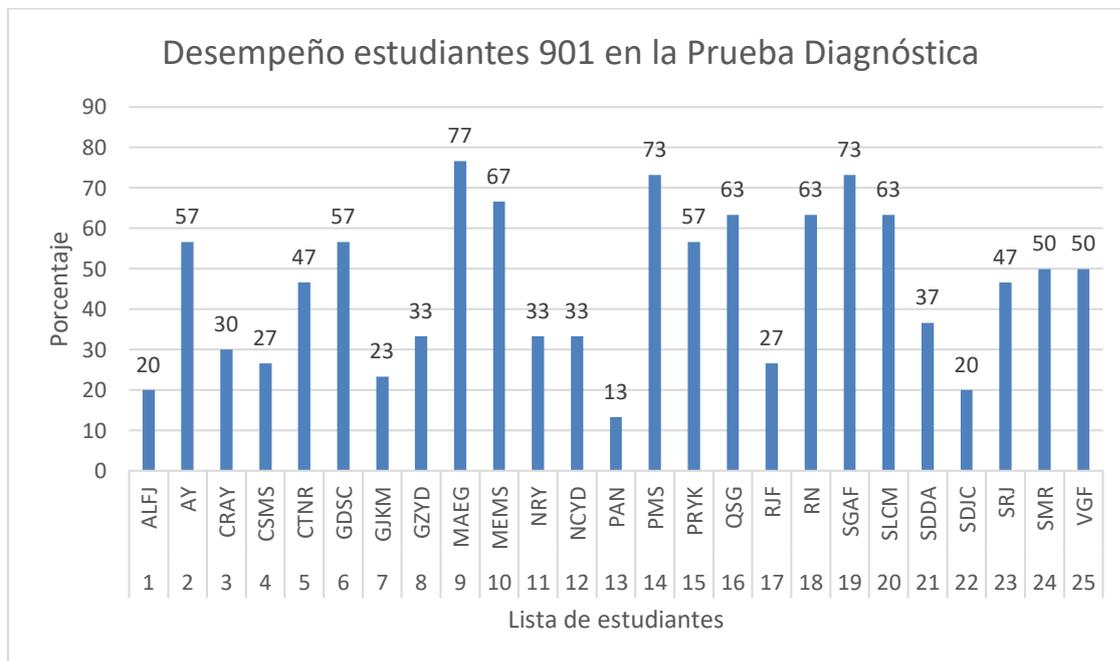


Figura 5.1. Desempeño de los estudiantes de 901 en la prueba diagnóstica.

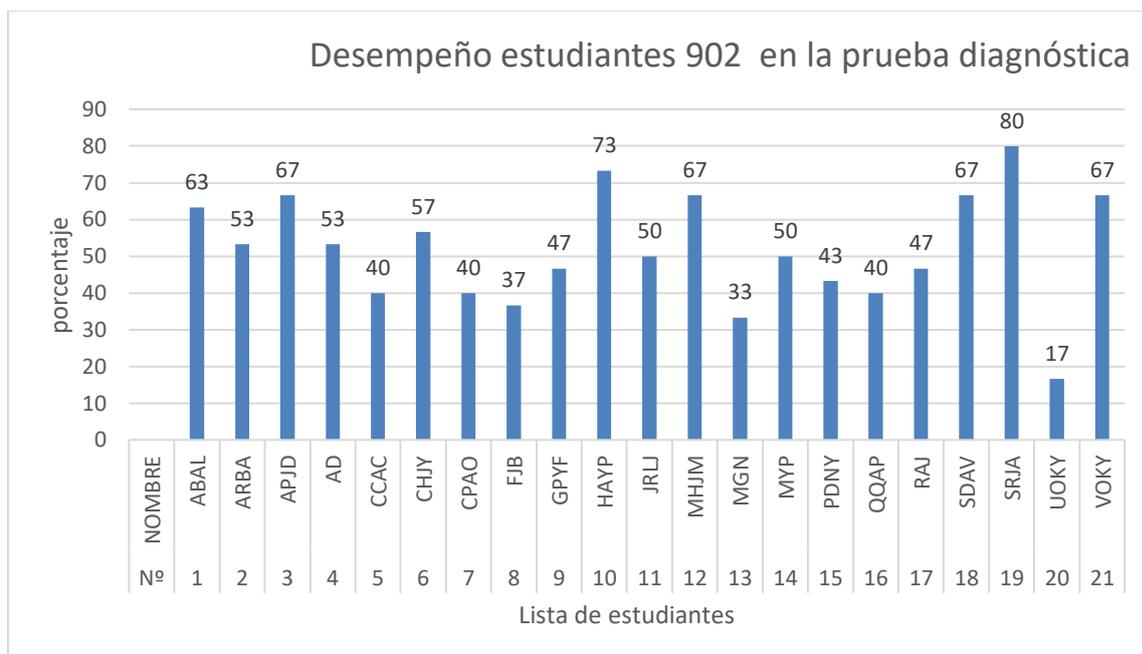


Figura 5.2 Desempeño de los estudiantes de 902 en la prueba diagnóstica

Las figuras 5.1 y 5.2 muestran el desempeño de los estudiantes de 901 y 902 respectivamente en la prueba diagnóstica. Los 15 ítems de la prueba diagnóstica son el 100%. De acuerdo con las preguntas acertadas se organizan categorías de: bajo de 1% a 49%; medio de 50% a 79% y avanzado de 80% a 100%. En el grupo 901, de los 25 estudiantes, 13 se ubican en el rango bajo y los 12 restantes en el rango medio. En el grupo 902 con 21 estudiantes: 9 se ubican en el rango bajo, 11 en medio y uno en avanzado. Esto significa que 52% de los estudiantes de 901 y el 42,85% de 902 se encuentran en el rango bajo, lo que nos lleva a la necesidad de implementar estrategias pedagógicas para mejorar la comprensión lectora en relación con la biología celular.

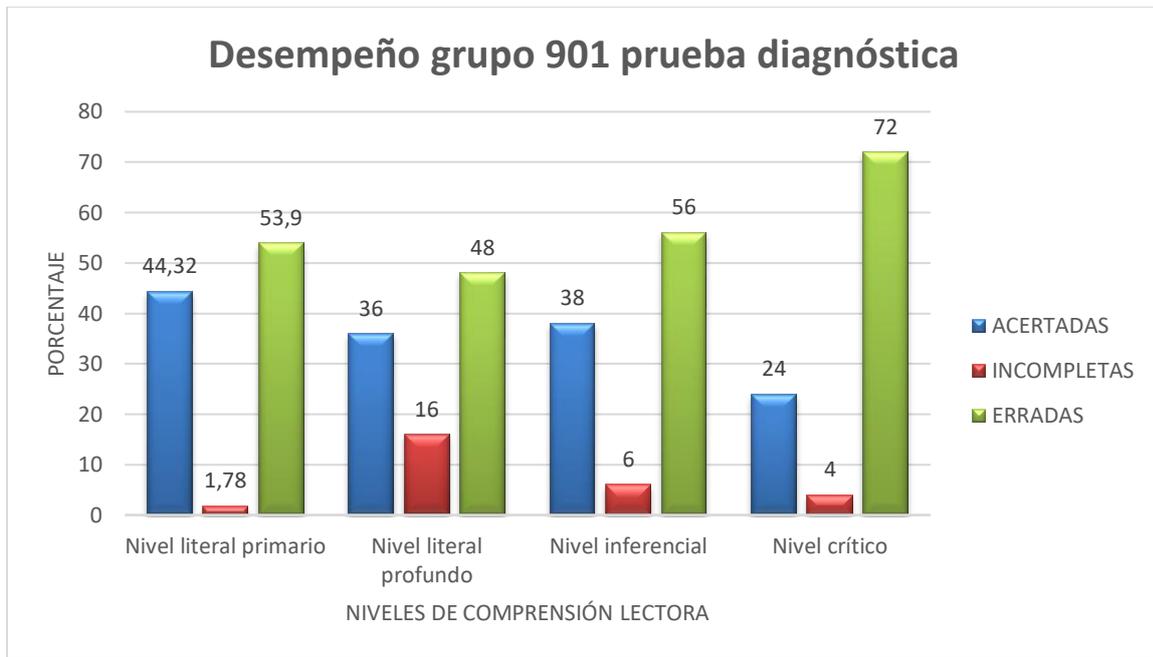


Figura 5.3 Desempeño de acuerdo con los niveles de comprensión lectora en la prueba diagnóstica del grupo 901.

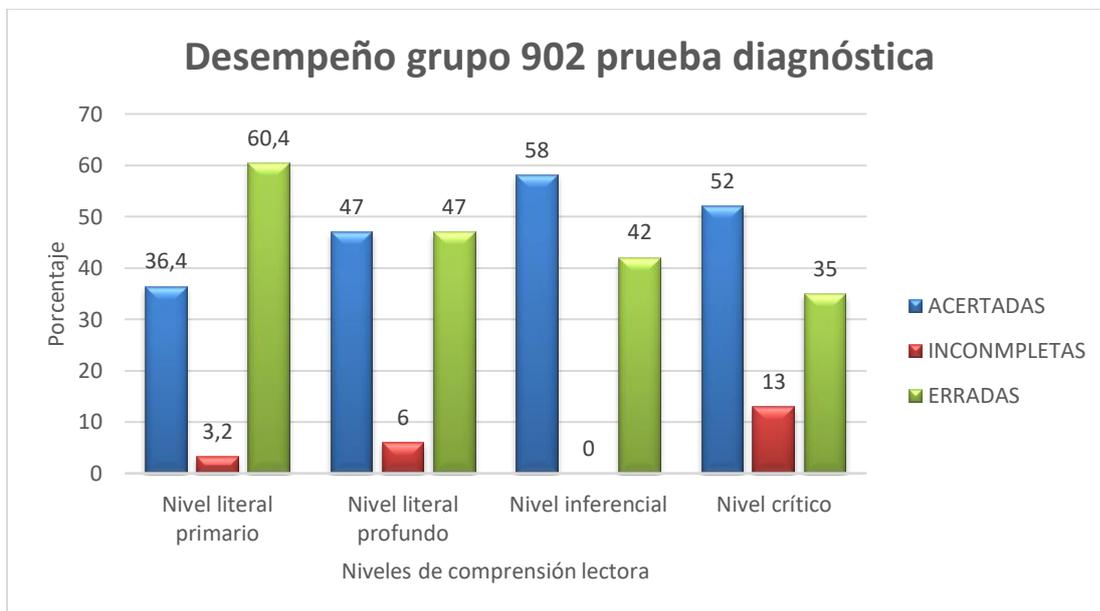


Figura 5.4 Desempeño de acuerdo con los niveles de comprensión lectora en la prueba diagnóstica del grupo 902.

Las figuras 5.3 y 5.4 muestran en gráficas de barras los desempeños por niveles de comprensión lectora: literal primario, literal profundo, inferencial y crítico en la prueba diagnóstica en las dos poblaciones objetivo. Las barras de color azul claro representan los porcentajes de respuestas acertadas, las barras de color rojo son los porcentajes de respuestas

incompletas y las barras de color verde claro corresponden a los porcentajes de respuestas erradas. En el grupo 901, sobresalen las barras de color verde con mayor porcentaje de respuestas erradas para todos los niveles de comprensión lectora. El grupo 902, en las preguntas de nivel literario primario los estudiantes respondieron de manera acertada el 36,4% de las preguntas, respuestas incompletas el 3,2% y erradas el 60,4%. En las preguntas de nivel literario profundo se presentó el 47% de aciertos, 6% de respuestas incompletas y el 47% de respuestas erradas. En las preguntas de nivel inferencial hubo el 58% de aciertos, 0% de respuestas incompletas y el 42% de respuestas erradas. En las preguntas de nivel crítico las respuestas acertadas son el 52%, las incompletas el 13% y las erradas 35%.

En ambos grupos se evidencia un alto porcentaje de respuestas erradas en todos los niveles de comprensión lectora y la necesidad que había de establecer un programa orientado a mejorar la comprensión de la lectura de textos de divulgación científica.

5.2 Fase dos, implementación de la propuesta pedagógica

Durante esta fase se implementa la propuesta pedagógica de lectura de textos de divulgación científica un camino para el mejoramiento del aprendizaje de la biología celular. Ésta se llevó a cabo de manera satisfactoria gracias al interés mostrado por los estudiantes de hacer parte de un proceso de investigación, en el que ellos eran los beneficiarios y parte central del trabajo programado. Actividades escolares como izadas de bandera, campeonato de juegos interclases, reuniones de docentes convocadas por el sindicato y campañas de salud que llegan a los establecimientos educativos en el departamento de Arauca, son factores que afectan el desarrollo e intensidad de las actividades presenciales en el aula. Por esta razón, fue necesario convocar a los estudiantes dos sábados para compensar las horas perdidas y desarrollar los talleres de lectura planificados durante el proceso.

Los resultados del proceso de intervención, durante la fase dos, se obtienen mediante el análisis de las respuestas de los estudiantes en los instrumentos diseñados para evaluar la comprensión durante cada lectura. Primero se analizan los resultados mediante la rúbrica correspondiente a cada lectura, que permite clasificar los ítems de los cuestionarios de acuerdo con las habilidades de comprensión lectora y asignar un valor de 2 puntos para cada respuesta acertada, 1 para las respuestas incompletas y 0 para las erradas. Con estos criterios se valoraron las respuestas de los cuestionarios correspondientes a cada lectura. Luego los resultados se transformaron en porcentajes y se sintetizaron en tablas, que agrupan los aciertos, las respuestas incompletas y las erradas en porcentajes por cada habilidad de comprensión lectora y permite

obtener un valor promedio de desempeño. Con los resultados obtenidos por los dos grupos en la lectura 1: “Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?”, se hizo un cuadro comparativo de las respuestas por cada grupo, que se presenta en la tabla 6. Los dos grupos tienen porcentajes promedios similares en las respuestas. Es decir, en la habilidad de reconocer información explícita: el grupo 901 tiene 54% de respuestas acertadas y el grupo 902 el 54,57; en respuestas incompletas los porcentajes son iguales 7,33%; en repuestas erradas 901 tiene 38,67 y 902 el 38%. En las otras cuatro habilidades de comprensión lectora que se trabajaron en esa primera lectura, también las respuestas tienen porcentajes con pocas diferencias. Esto nos permitir concluir que las dificultades en el desarrollo de las habilidades de comprensión lectora son comunes para la población objeto de estudio.

Tabla 6. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 1.

HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	Respuestas acertadas		Respuestas incompletas		Respuestas erradas	
	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 4, 5, 10, 11, 12, 13	54	54,57	7,33	7,33	38,67	38
Halla la idea principal y secundarias ítems 1, 2	54	54	10	10	36	36
Completa cuadros sinópticos y mapas conceptuales ítems 6, 7	68	70	8	8	24	22
Saca conclusiones de la lectura ítem 14	60	60	4	4	36	36
Infiere el significado de frases ítem 3	36	44	16	16	48	40

A partir de la tabla 6 y hasta la tabla 11, se pueden mostrar algunas dificultades en las habilidades de comprensión lectora para biología celular de los dos grupos de noveno grado. Las tablas tienen los resultados comparativos por grupo de las habilidades de comprensión lectora en lecturas de intervención que permiten el análisis del desempeño de los estudiantes. En la tabla 6 relacionada con la lectura 1: *Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?* se evidencia dificultad en los estudiantes para extraer la idea principal del texto, problemas de redacción debido a la falta de coherencia y por la presentación de ideas incompletas, en los ítems 1 y 2 relacionados con la habilidad de hallar la idea principal y secundarias el grupo 901 y 902 tienen 54% de respuestas acertadas, 10% de incompletas y 36% de respuestas erradas; También se les dificultó en la primera lectura inferir el significado de frases tomadas textualmente, ítem 3, 36% de aciertos, 16% respuestas incompletas y 48% de respuestas erradas en el grupo 901.

Tabla 7. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 2.

Lectura 2 La mitocondria: fuente de energía y mucho más						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	61,14	68,57	6,59	8,98	32,28	22,45
Habilidad para resumir la lectura ítem 16	56	71,42	12	9,53	32	19,05
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítem 17	44	71,42	20	4,77	36	23,81
Infiere el significado de palabras ítem 3	88	90,48	0	0	12	9,52

En la tabla 7 sobre la lectura 2 *La mitocondria: fuente de energía y mucho más*, las dificultades se presentan principalmente con el grupo 901 en la habilidad de resumir la lectura: 56% de aciertos, 12% respuestas incompletas y 32% de respuestas erradas. A este mismo grupo 901 se le dificulta la habilidad de completar mapas conceptuales: 44% de aciertos, 20% de respuestas incompletas y 36% de respuestas erradas. Con menos dificultad el ítem relacionados con inferir el significado de palabras con 88% de aciertos en el grupo 901 y 90,48 en 902, 0% de respuestas incompletas y 12% de respuestas erradas en el grupo 901 y 9,52% en 902.

Tabla 8. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 3.

Lectura 3 Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 2, 3, 7, 8, 9, 10,	63,33	69,83	14,67	7,15	22	23,02
Habilidad para hallar la idea principal ítem 1	48	47,62	16	23,81	36	28,57
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítem 11	92	100	0	0	8	0
Infiere el significado de expresiones o frases ítem 4	60	61,9	16	19,05	24	19,05
Relaciona información del texto con la vida cotidiana ítems 5, 6	70	85,71	8	9,53	22	4,76

En la tabla 8, relacionada con la lectura 3 *Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos*, la mayor dificultad sigue siendo hallar la idea principal del texto: repuestas acertadas grupo 901 (48%), grupo 902 (47,62%), respuestas incompletas 901 (16%), 902 (23,81%) y respuestas erradas 901 (36%), 902 (28,57%). El ítem que respondieron con menor dificultad fue el de completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales con 92% de aciertos en el grupo 901 y el 100% en 902.

Tabla 9. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 4.

LECTURA 4: RESPIRAR, SIN RESPIRAR						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1,2, 3, 4, 6, 7	67,33	84,12	4,67	2,39	28	13,49
Habilidad para hallar la idea principal y secundarias ítems 8, 10	78	80,9	12	4,77	10	14,33
Interpreta apropiadamente la figura que acompaña a la lectura ítem 5.	56	85,71	12	14,29	32	0
Establece relación entre conceptos expresados en el texto ítem 9	80	95,23	12	4,77	8	0

En la tabla 9, lectura 4 *Respirar, sin respirar*, al grupo 901 se le dificulta la habilidad de interpretar apropiadamente la figura que acompaña la lectura: 56% de aciertos, 12% de respuestas incompletas y 32% de respuestas erradas. El ítem que respondieron con mayor facilidad fue el que corresponde a la habilidad de establecer relación entre conceptos expresados en el texto con el 80% de aciertos en el grupo 901 y el 95,23% en 902.

Tabla 10. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 5.

LECTURA 5: ¿ESTÁN VIVOS LOS VIRUS?						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1,2, 3, 4, 6, 7	74	84,12	6	2,39	20	13,49
Habilidad para hallar la idea principal y secundarias ítems 8, 10	78	80,9	12	4,77	10	14,33
Interpreta apropiadamente la figura que acompaña a la lectura ítem 5.	68	85,71	20	14,29	12	0
Establece relación entre conceptos expresados en el texto ítem 9	80	95,23	12	4,77	8	0

En la tabla 10, lectura 5 *¿Están vivos los virus?*, Nuevamente al grupo 901 se le dificulta la habilidad para interpretar apropiadamente la figura que acompaña la lectura: 68% de aciertos, 20% repuestas incompletas y 12% de respuesta erradas.

Tabla 11. Rendimiento promedio (en porcentaje) de los grupos noveno en las habilidades de comprensión lectora con relación a la lectura 6.

LECTURA 6 CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES: FUENTE DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Identifica las características de los textos científicos ítem 2	76	95,23	8	4,77	16	0
Reconoce información explícita en los textos que lee ítem 8	88	90,47	8	4,77	4	4,76
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítems 4, 5	82	92,85	10	4,77	8	2,38
Habilidad para resumir la lectura ítem 9	92	90,47	0	4,77	8	4,76
Relaciona información explícita entre diferentes textos leídos ítem 6	84	85,71	8	9,53	8	4,76
Analiza y argumenta respuesta según la lectura ítem 1	96	85,71	4	0	0	14,29
Analiza el significado de frases textuales de la lectura ítem 3	68	90,47	0	9,53	32	0
Relaciona información del texto con la vida cotidiana ítem 7	92	90,47	8	0	0	9,53
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su punto de vista ítem 10	96	80,95	0	4,77	4	14,28

En la tabla 11, lectura 6 *Células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro*, la habilidad de analizar el significado de frases textuales se dificulta un poco al grupo 901: 68% de aciertos y 32% de respuestas erradas. Entonces, en los talleres de lectura el grupo con mayores dificultades para desarrollar las habilidades de comprensión lectora fue el curso 901 y las habilidades de comprensión lectora que más se les dificultó a los estudiantes fueron las de hallar la idea principal y de interpretar apropiadamente frases textuales.

Las tablas 6 al 11 se sintetizan tomando sólo las respuestas acertadas para observar la evolución o avance de las habilidades de comprensión lectora en los dos grupos de noveno grado.

Tabla 12. Evolución de las habilidades de comprensión lectora durante las lecturas en el grupo 901

HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA 901	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6
NIVEL LITERAL PRIMARIO						
Reconoce información explícita	54	61,14	63,33	67,33	75,7	88
NIVEL LITERAL PROFUNDO						
Halla la idea principal y las secundarias	54		48	78		
Completa cuadros sinópticos y mapas conceptuales	68	44	92		100	82
NIVEL INFERENCIAL						
Infiere el significado de frases	36		60			68
Habilidad para resumir la lectura		56				92
Infiere el significado de palabras		88			72	
Relaciona información del texto con la vida cotidiana			70			92
Interpreta figuras o imágenes en la lectura				56		
Establece relación entre conceptos de la lectura				80	84	
Analiza y argumenta respuesta según la lectura						96
Identifica las características de los textos científicos						76
Relaciona información explícita entre diferentes textos						84
NIVEL CRÍTICO						
Saca conclusiones de la lectura	60					
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su opinión						96

Tabla 13. Evolución de las habilidades de comprensión lectora durante las lecturas en el grupo 902

HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA 902	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6
NIVEL LITERAL PRIMARIO						
Reconoce información explícita	54,57	68,57	69,83	84,12	82,04	90,47
NIVEL LITERAL PROFUNDO						
Halla la idea principal y las secundarias	54		47,62	80,9		
Completa cuadros sinópticos y mapas conceptuales	70	71,42	100		100	92,85
NIVEL INFERENCIAL						
Infiere el significado de frases	44		61,9			90,47
Habilidad para resumir la lectura		71,42				90,47
Infiere el significado de palabras		90,48			90,47	
Relaciona información del texto con la vida cotidiana			85,71			90,47
Interpreta figuras o imágenes en la lectura				85,71		
Establece relación entre conceptos de la lectura				95,23	71,42	
Analiza y argumenta respuesta según la lectura						85,71
Identifica las características de los textos científicos						95,23
Relaciona información explícita entre diferentes textos						85,71
NIVEL CRÍTICO						
Saca conclusiones de la lectura	44					
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su opinión						80,95

En la tabla 12 se registra el desempeño del grupo 901 por habilidades de comprensión lectora. La habilidad de reconocer información explícita presenta un aumento gradual: en la lectura 1 con 54% de aciertos, lectura 2 con 61,14%, lectura 3 con 63,33%, lectura 4 con 67,33%, lectura 5 con 75,7% y la lectura 6 con 88% de aciertos. En el nivel literal profundo, la habilidad de extraer la idea principal y secundarias, registra un progreso de 54% de aciertos en la lectura 1 hasta el 78% de aciertos en la lectura 4; la habilidad de completar cuadros sinópticos

y mapas conceptuales registra una tendencia que muestra un avance significativo, lectura 1 con 68% de aciertos, lectura 2 con 44%, lectura 3 con 92%, lectura 5 el 100% y lectura 6 con 82% de aciertos.

En el nivel inferencial la habilidad de deducir el significado de frases presenta un avance moderado: lectura 1 con 36% de aciertos, lectura 3 con 60% y lectura 6 con 68% de aciertos. Para las otras habilidades de comprensión lectora en los niveles inferencial y crítico no se cuenta con datos suficientes para afirmar categóricamente que se dio progreso de las mismas durante el programa de intervención; aunque se aprecia un mejor resultado general en las últimas lecturas. En la tabla 13, se registra el desempeño de los estudiantes del grupo 902 que presenta un desempeño similar al grupo 901 en relación con el avance progresivo de las habilidades de comprensión lectora. Esto, probablemente, nos permite deducir que con la estrategia que se implementa se trabajan las mismas habilidades de comprensión lectora, de ahí los resultados de avance similares que se obtienen durante el proceso.

Con el fin de mejorar la comprensión lectora y la redacción de textos, en las lecturas 1 y 2 se les pidió a los estudiantes reescribirlas con sus propias palabras. Se supone que el estudiante para hacer el ejercicio debe comprender las ideas del documento, sintetizarlas y plasmarlas en un texto, lo que se espera, le ayude a mejorar la redacción. En la lectura 1, la habilidad de hallar la idea principal y las secundarias: respuestas acertadas de 901 el 54% y 902 el 54%. En la lectura 2, la habilidad de resumir el texto leído: respuestas acertadas de 901 el 56% y en 902 el 71,42%. En la lectura 6, la habilidad de resumir el texto leído: respuestas acertadas en 901 el 92% y en 902 el 90,47%. De un promedio de rango medio se pasó a un promedio avanzado. Entonces, esta habilidad de comprensión lectora sobre la cual se hizo mayor énfasis en el programa de intervención mostró un progreso significativo de los estudiantes.

El promedio de respuestas acertadas, incompletas y erradas en cada una de las lecturas de intervención se presentan en las figuras 5.5 y 5.6 para los dos grupos de noveno grado. Con un vistazo general de los gráficos, se aprecia como las barras de color azul representan las repuestas acertadas y durante el desarrollo del proceso aumentan gradualmente de 54% en la lectura 1 hasta 86% para el grupo 901 y de 55% en la lectura 1 hasta 90% en la lectura 6 para el grupo 902; mientras que las barras de color verde, que representan las respuestas erradas van disminuyendo de 38% en la lectura 1 hasta 9% en la lectura 6 para el grupo 901 y de 37% en la lectura 1 hasta 6% en la lectura 6 para el grupo 902. Estos resultados muestran que cuando

se trabajan las habilidades de comprensión lectora mediante textos dirigidos a este propósito, se logra un avance significativo en las competencias lectoras y en la comprensión disciplinar. Igualmente, es importante resaltar que el trabajo en parejas, realizado durante las lecturas 5 y 6, facilita el intercambio de ideas y ayuda a lograr una mejor comprensión de las temáticas desarrolladas en las lecturas.

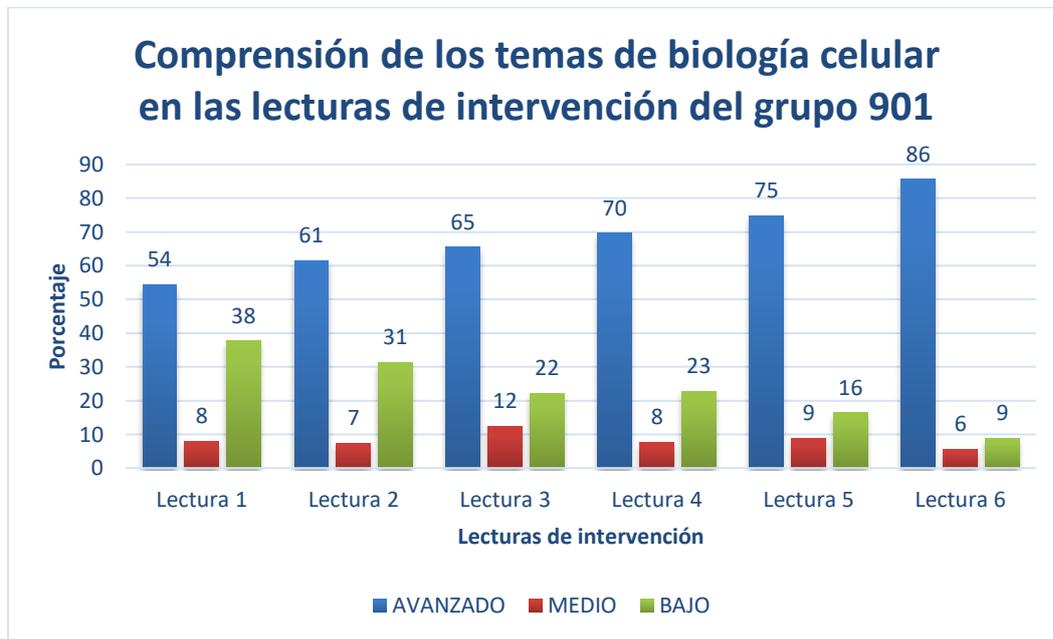


Figura 5.5 ¿Qué comprensión hubo de los temas de biología celular presentados en las lecturas de intervención del grupo 901?

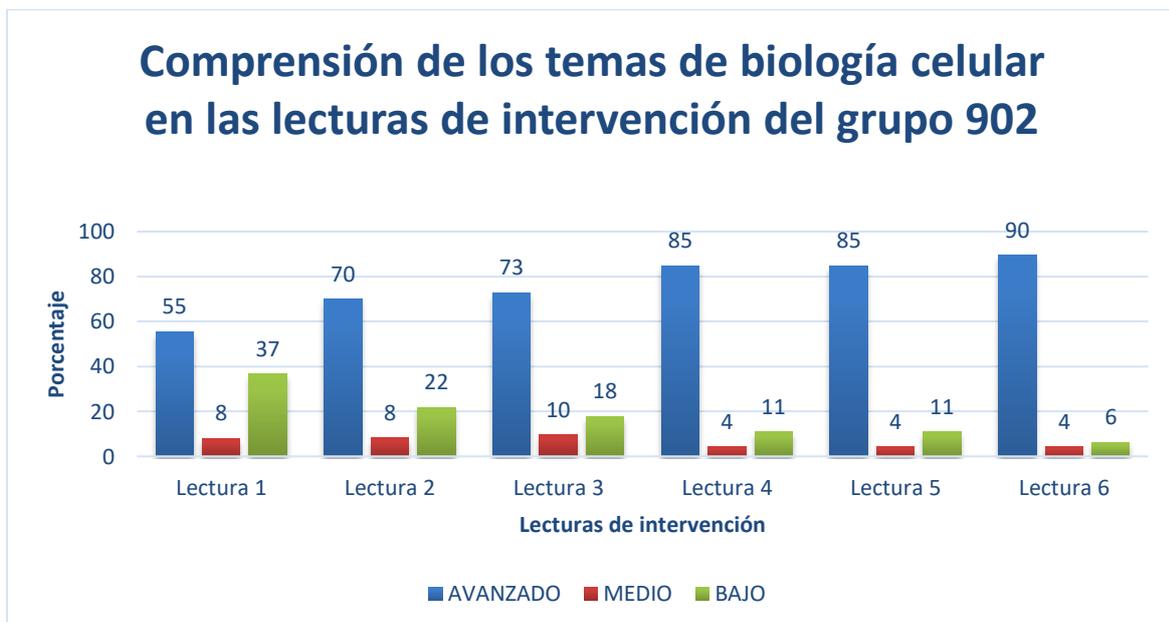


Figura 5.6 ¿Qué comprensión hubo de los temas de biología celular presentados en las lecturas de intervención del grupo 902?

La figura 5.5 en relación con las lecturas 1 “Células madre: ¿la panacea de la medicina moderna?” con 38% de respuestas erradas y la lectura 2 la “Mitocondria: fuentes de energía y mucho más” con 31% de respuestas erradas son las que presentan más dificultad para los estudiantes de 901 y corresponden a los estándares de ciencias naturales de comparar sistemas de división celular y argumentar su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos y el estándar de explicar la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes. Estos estándares de ciencias naturales explican organismos microscópicos y procesos complejos que se entienden solo por las descripciones escritas e imágenes que las representan y sobre las cuales cambia su forma a medida que equipos más avanzados revelan nuevas características de la célula y sus componentes.

Según la figura 5.6 La lectura 6 “Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro” fue la de mayor comprensión a pesar de relacionarse también con los estándares de la estructura celular y los sistemas de división celular con 90% de respuestas acertadas. Esta lectura hace más énfasis a la importancia de las nuevas técnicas para una mayor producción de alimentos y la elaboración de medicamentos que a la explicación de los procedimientos biológicos para el cultivo de células vegetales.

5.3 Fase tres, evaluación de los resultados

La fase 3 corresponde a la evaluación de la prueba final o postest. Esta prueba tenía 12 ítems y los resultados individuales se presentan a continuación.

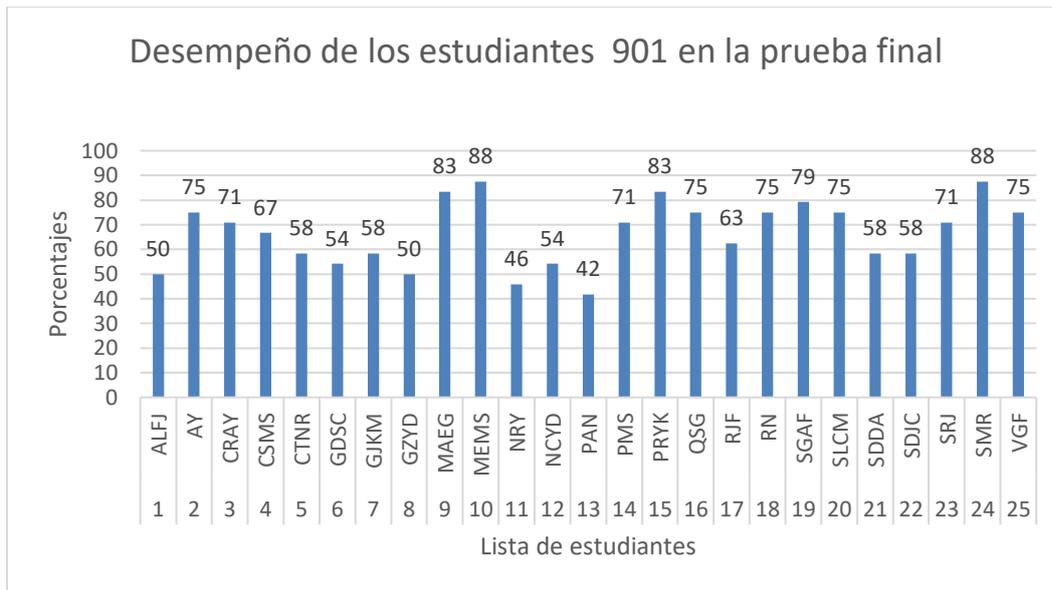
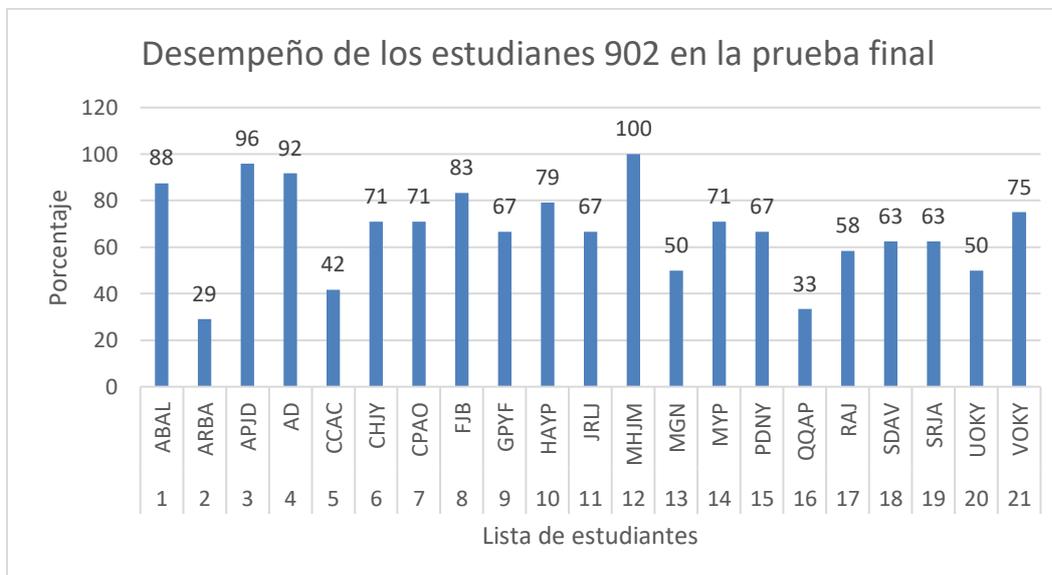


Figura 5.7 Desempeño de los estudiantes de 901 en la prueba final



5.8 Desempeño de los estudiantes de 902 en la prueba final

Las figuras 5.7 y 5.8 muestran el desempeño individual de los estudiantes en la prueba final. Los resultados indican un avance moderado en la comprensión lectora de textos de divulgación científica relacionados con la biología celular. En la escala bajo (porcentaje 1 a 49) hay 2 estudiantes en 901 y 3 en 902. En el nivel medio (50% a 79%), hay 19 estudiantes en 901 y 12 en 902. En la escala avanzado (80% a 100%), hay 4 estudiantes en 901 y 5 en 902. Esto significa que la mayoría de estudiantes el 67,39% se ubicaron en el nivel medio y que a pesar de los talleres intensivos en el cuarto periodo académico sobre la lectura de textos de divulgación científica el 10,86% de los estudiantes de noveno grado terminaron con dificultades para

comprenderlos. Las actividades de refuerzo se hacían después de contestado el cuestionario, se aclaraban las dudas y se complementaban los temas tratados en las lecturas. Con certeza otros factores incidieron en estos bajos resultados de estos cinco estudiantes porque al revisar el consolidado de las notas al final de año habían perdido otras áreas de estudio. PAN (grupo 901) perdió matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales. ARBA (grupo 902) perdió las áreas de matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lengua castellana e inglés.

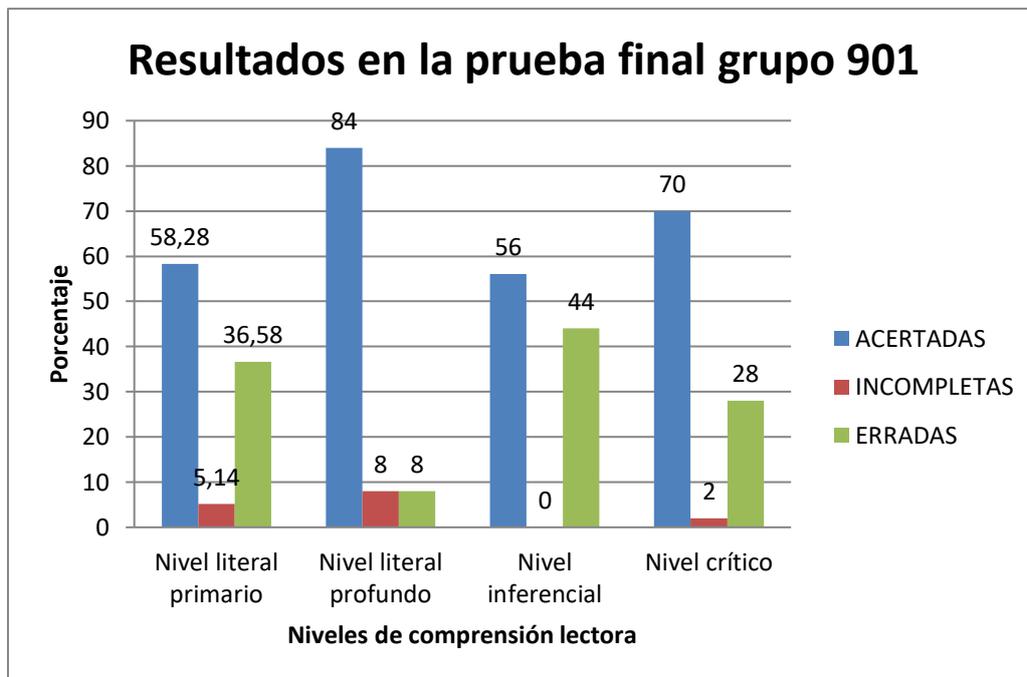


Figura 5.7 ¿Cómo fue el resultado por niveles de comprensión lectora en la prueba final del grupo 901?

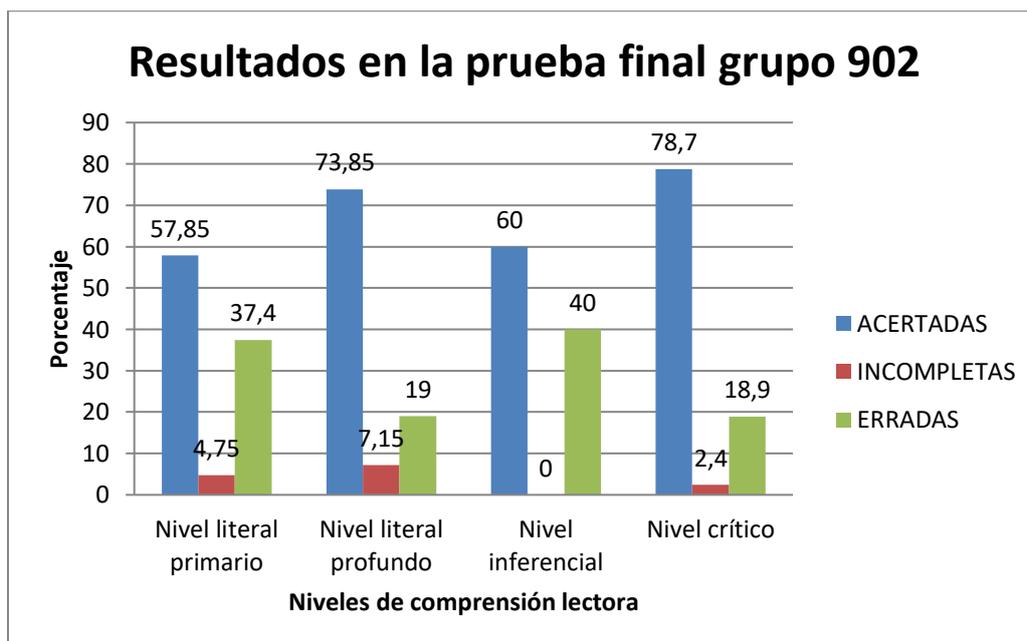


Figura 5.8 ¿Cómo fue el resultado por niveles de comprensión lectora en la prueba final del grupo 902?

Las figuras 5.7 y 5.8 presentan los resultados de los grupos 901 y 902 en la prueba final con porcentajes parecidos en el nivel literal primario: respuestas acertadas de 901 58,28% y 57,85 de 902. En el nivel literal profundo el grupo 901 obtuvo un mayor porcentaje de respuestas acertadas 84% contra 73,85% del grupo 902. En el nivel inferencial: las respuestas acertadas de 901 son 56% y en 902 el 60%. En el nivel crítico: 901 tuvo 70% de aciertos, mientras 902 alcanzó el 78,7%. En síntesis, prevalecieron las respuestas acertadas sobre las erradas en los diferentes niveles de comprensión lectora de la prueba final y un desempeño equivalente de los dos grupos de noveno grado.

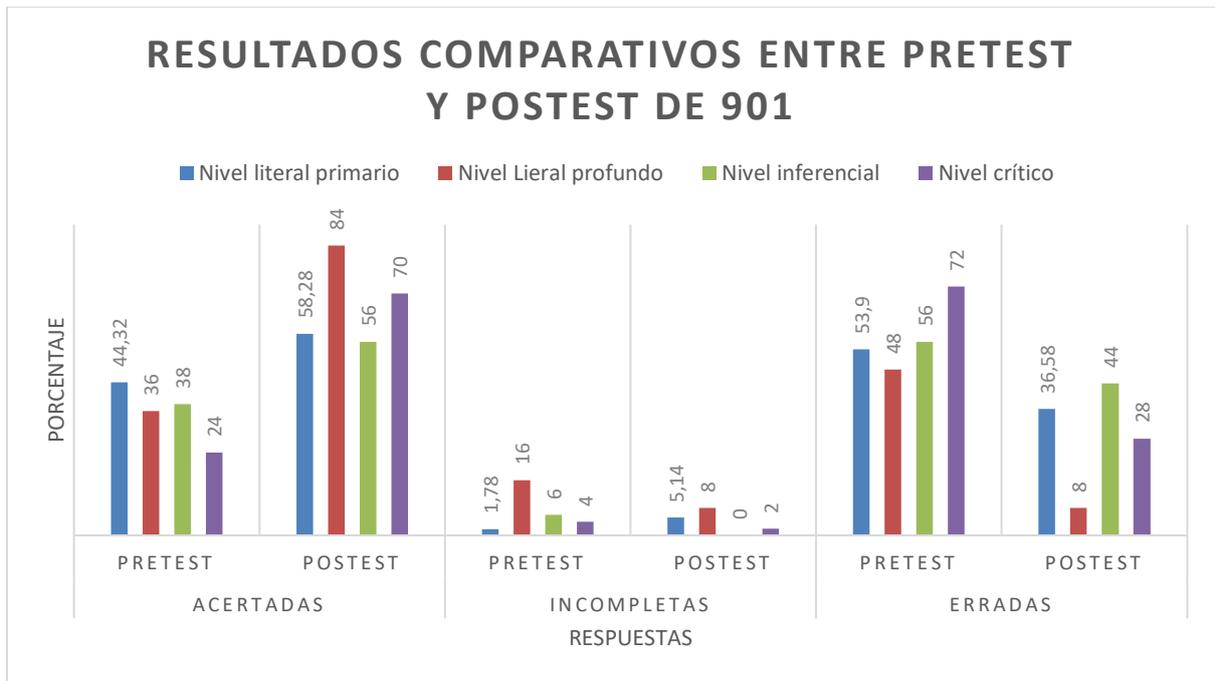


Figura 5.9 ¿Cómo fueron los resultados comparativos entre el pretest y posttest por niveles comprensión lectora del grupo 901?

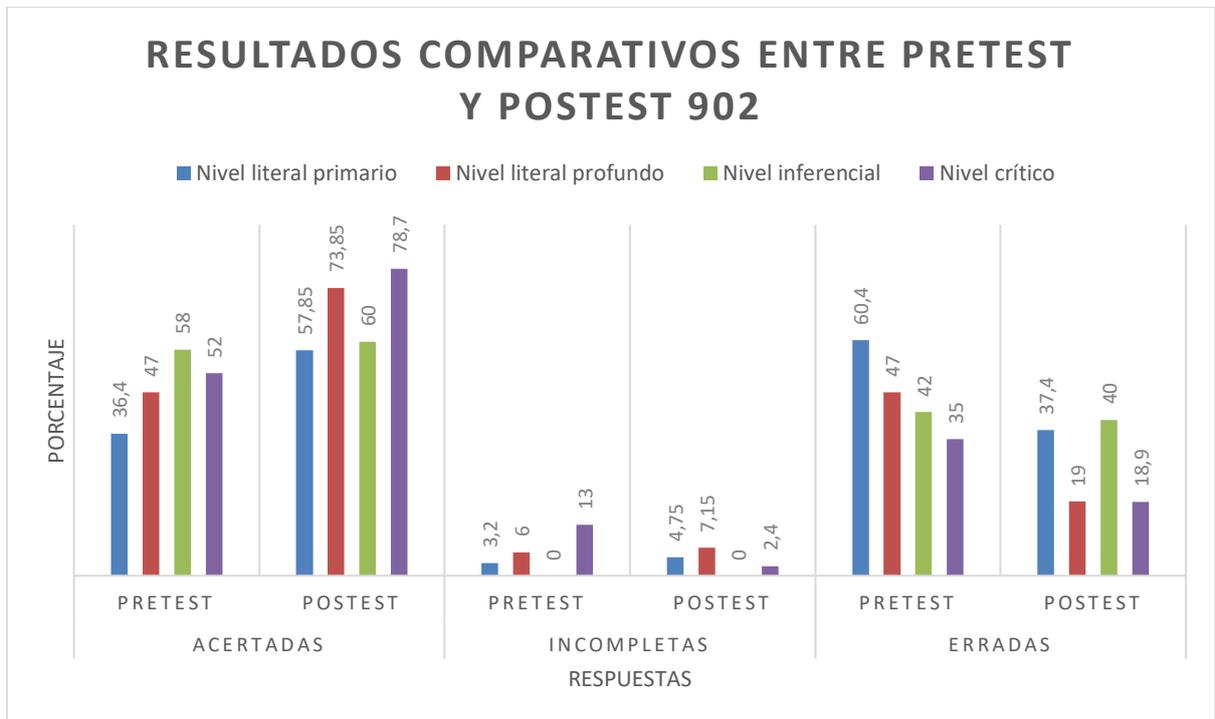


Figura 5.10 ¿Cómo fueron los resultados comparativos entre el pretest y posttest por niveles comprensión lectora del grupo 902?

Las figuras 5.9 y 5.10 hacen un comparativo en los resultados por niveles de comprensión lectora de los grupos 901 y 902 respectivamente, en los cuales coinciden en tener

un mayor porcentaje de aciertos en la prueba final sobre la prueba inicial. El grupo 901, en el nivel literal primario pasó del 44,33% al 58,28%, en el nivel literal profundo del 36% al 84%, en el nivel inferencial del 38% al 56% y en el nivel crítico del 24% al 70%; el grupo 902, pasó de 36,4% a 57,85 de aciertos en el nivel literal primario, de 47% a 73,85% en nivel literal profundo, de 58% a 60% en el nivel inferencial y de 52% a 78,7% en el nivel crítico. Estos datos indican por consiguiente que disminuyen las respuestas equivocadas en la prueba final como se aprecia en la gráfica. Las respuestas incompletas presentan reducción en los porcentajes entre el pretest y el postest, pero sus valores no son relevantes para los resultados.

Tanto en el comparativo del pretest y postest como las tablas con el desempeño de los estudiantes en las lecturas del programa de intervención se nota un mejoramiento en las habilidades de comprensión lectora. No en la misma proporción porque en las lecturas del programa de intervención los estudiantes tuvieron la posibilidad de trabajar por parejas y el trabajo en grupo aumenta las posibilidades de tener mejores resultados. De forma evidente se puede apreciar un progreso general de los estudiantes en todos los niveles de comprensión lectora en los dos grupos de noveno grado.

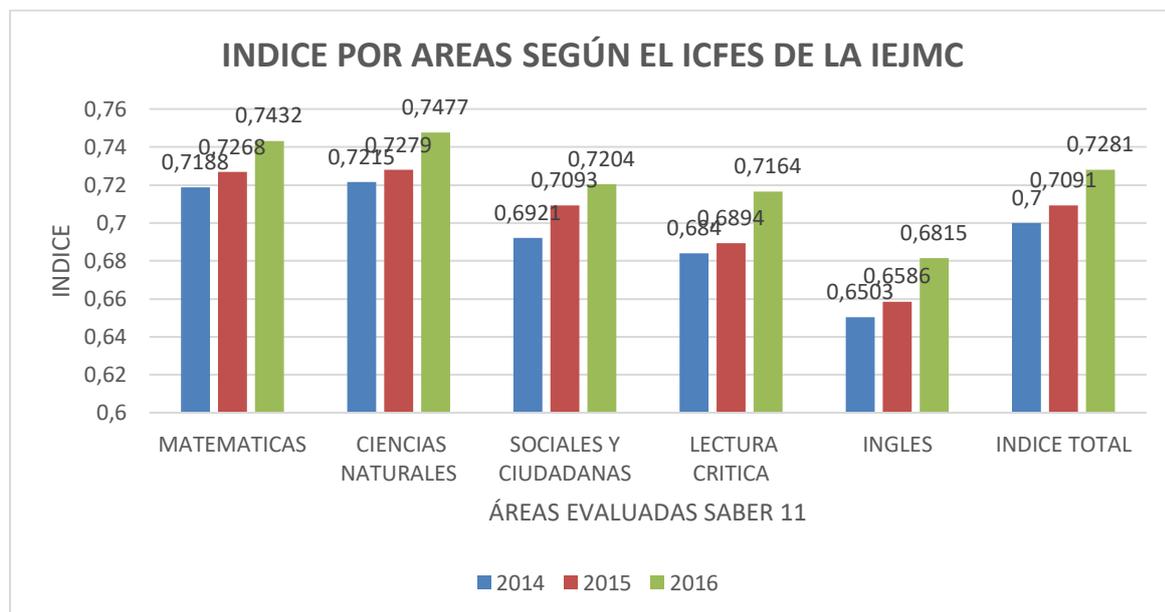


Figura 5.11 Resultados por índice de las pruebas SABER 11 años 2014 a 2016 de la IEJMC

El índice de las áreas evaluadas por el ICFES se obtiene del promedio de los resultados en cada área de los últimos tres años. En la figura 5.11 se observa un mejoramiento del índice de manera progresiva en todas las áreas de estudio evaluadas desde el año 2014 hasta el 2016. En matemáticas se pasó de 0,7188 en el 2014 a 0,7432 en el 2016. En ciencias naturales se

pasó de 0,7215 en 2014 a 0,7477 en el 2016 y se constituyó en el más alto índice logrado ese año. En sociales y competencias ciudadanas: de 0,6921 en 2014 a 0,7204 en 2016. En lectura crítica: de 0,684 en 2014 a 0,7164 en 2016. En inglés: de 0,6503 en 2014 a 0,6815 en 2016. El índice total pasó de 0,7 en 2014 a 0,7281 en 2016. También es motivo de satisfacción profesional ver como de los 46 estudiantes de undécimo que presentaron las pruebas SABER 11 en el año 2016, 19 de lograron puntajes superiores a 300 puntos y 2 de ellos obtuvieron puntajes entre 343 y 369 para ser beneficiarios de las becas de ser pilo paga.

En relación con otros trabajos de investigación con temática y resultados similares se van referenciar uno realizado en Bogotá y otro en Medellín.

La tesis titulada “Desarrollo de la comprensión en la lectura inferencial del grado noveno de un Colegio Público de Bogotá” fue realizada por Gemma Corolina Contreras Calderón para optar al título de magister en educación de la Universidad Nacional de Colombia en el año 2016. En el proyecto participaron dos colegios privados de observación, un colegio público de intervención con las jornadas mañana y tarde y dos públicos de control. Los colegios privados en observación son: San Bartolomé de la Merced, calendario B, jornada única, cuatro cursos de noveno con estudiantes en los estratos 4 y 5; Agustiniانو Ciudad Salitre, calendario A, cuatro grupos de noveno con estudiantes de estratos 3 y 4. En intervención: un colegio público con cuatro grupos de noveno en la jornada de la mañana y dos grupos en la tarde, estudiantes de estratos 1, 2 y 3. El primer colegio público de control está ubicado en el barrio Castilla, cuatro cursos de noveno con estudiantes de estratos 1, 2 y 3. El segundo colegio público de control tiene 3 grupos de noveno en la jornada de la tarde y estudiantes de estratos 1, 2 y 3. Por el paro del magisterio en el año 2013, los estudiantes de los grupos de intervención y de control se redujeron en la fase final de 319 a 192.

El proyecto tiene en cuenta las prácticas pedagógicas de los docentes de español y las estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje propuestos para el desarrollo de los procesos en comprensión de lectura inferencial: los tipos de modelos pedagógicos, la naturaleza del objeto de estudio, los contenidos de aprendizaje, los propósitos de enseñanza, las estrategias didácticas y metodológicas y la evaluación. El análisis de los resultados identifica los grupos que obtuvieron mayor promedio final y mayor progreso. Realiza un análisis comparativo de las características compartidas y diferenciales de las practicas docentes.

Si se compara los trabajos “La comprensión de textos científicos un camino para el mejoramiento del aprendizaje de la biología celular” y “Desarrollo de la comprensión en lectura

inferencial del grado noveno de un Colegio Público de Bogotá, se encuentran varias similitudes y diferencias. Los estudiantes de ambos trabajos son del grado noveno pero el proyecto realizado en Bogotá corresponde a zona urbana y el de La Esmeralda a zona rural. No obstante, los cursos de intervención de Bogotá son de estratos 1, 2 y 3 que seguramente afrontan necesidades y limitaciones parecidas con los estudiantes de La Esmeralda. También, uno y otro proyecto se proponen mejorar la comprensión lectora de los estudiantes y estimular las actividades de análisis para relacionar los textos leídos con la realidad, conocer las intenciones del autor y opinar sobre textos científicos que son tipos de lectura inferencial. El proyecto de Bogotá analiza las prácticas pedagógicas de los profesores y propone estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje que incidan positivamente en la lectura inferencial. Sin embargo, el trabajo de investigación realizado me ha permitido entender y poner en práctica estrategias pedagógicas según el modelo constructivista socio-cultural que hace parte de la fundamentación conceptual del proyecto y de la institución educativa donde trabajo. En cuanto a los resultados cuantitativos: el porcentaje promedio en la prueba diagnóstica del grupo 901 es 46% y en la prueba final 67%, es decir, un progreso de 19 puntos porcentuales; el porcentaje promedio del grupo 902 en la prueba diagnóstica es de 52% y en la prueba final 67%, es decir, un progreso de 15 puntos porcentuales. El trabajo de Bogotá utiliza otros promedios que impiden hacer una comparación cuantitativa de los resultados, pero las cifras relacionadas permiten evidenciar que también hubo un progreso de los estudiantes al comparar la prueba inicial y final del proyecto: Intervención 1 (P1) a 71 estudiantes en la prueba inicial 491,86 y en la prueba final 538,29, un progreso de 46,42; Intervención 1 (P2) a 47 estudiantes en la prueba inicial 456,28 y prueba final 506,10, progreso 49,81.

El trabajo desarrollado en el corregimiento Alta Vista de Medellín, con un grupo del grado octavo de 32 alumnos, se propuso mejorar los niveles de comprensión lectora de textos científicos en el área de Ciencias Naturales, utilizando preguntas. La intervención se efectuó en el transcurso de 10 semanas con una intensidad de 3 horas semanales. La autora del trabajo, Gaona, 2013 comparó los resultados del pretest y postest en los niveles de comprensión literal, inferencial y crítico. En el nivel literal del pretest los estudiantes obtuvieron un porcentaje promedio de 44,6% y en el postest 67,7%. En el nivel inferencial del pretest los alumnos alcanzaron el 35,8% y en el postest 57,9%. En el nivel crítico, el pretest tuvo el 36,4% y el postest 55,3% (Ramos (2013). Estos valores ratifican la importancia de aplicar estrategias de comprensión lectora para abordar los textos de divulgación científica en el área de ciencias naturales. En ambos trabajos, a pesar que las intervenciones fueron en periodo de tiempo corto,

se logró un leve avance para mejorar la comprensión de los textos científicos. Para lograr cambios definitivos en la comprensión lectora se necesitaría de un trabajo de mayor duración y contar con el esfuerzo común de los otros docentes de ciencias naturales.

CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo muestran que las estrategias pedagógicas que tienen en cuenta actividades previas, durante y posteriores a la lectura, el desarrollo de planes curriculares de acuerdo con los estándares de las ciencias naturales y criterios de evaluación y mejoramiento continuo contribuyen a mejorar significativamente la comprensión lectora de textos y la comprensión de conceptos de la biología celular en los estudiantes.

Así mismo, se ve la necesidad de que los docentes de ciencias naturales se capaciten para mejorar los procesos de lectoescritura desde la disciplina; teniendo en cuenta que la alfabetización en ciencias naturales exige acercar a los estudiantes a las habilidades que poseen los científicos, dentro de las cuales se cuenta la comprensión de textos científicos y de divulgación lectora y que entre las habilidades para el siglo XXI se considera el manejo de información y la capacidad para seleccionar los textos adecuados para informarse y aprender sobre los avances de la ciencia y de la tecnología.

Se evidencia, que las debilidades que resultan en el aula y que afectan la calidad educativa, son un resultado de la falta de preparación del maestro. Puesto que los problemas de comprensión lecto-escritora de éstos, se trasladan a los estudiantes y con ello a la comunidad y a la sociedad. Por esta razón se plantea como hipótesis, que si se desea mejorar la calidad educativa. Los procesos de formación docente deben ser tan rigurosos, que doten a los maestros de las capacidades que requieren los estudiantes.

Los procesos de aula dirigidos a mejorar la comprensión lectora tienen resultados favorables a corto plazo, sólo si se trabaja de manera intensiva con los estudiantes y en el largo plazo porque mejora la comprensión de la disciplina y desarrolla otras habilidades como el manejo de información, lo que se evidencia en el mejoramiento de los resultados en las pruebas externas de Ciencias Naturales.

Los estudiantes tienen interés por saber acerca de los avances en las investigaciones para el tratamiento de algunas enfermedades que se originan por alteraciones en el funcionamiento de la célula, en la medida que son temas que se relacionan con realidad social de su entorno. Esta temática, podría ser un centro de interés para motivar el desarrollo de habilidades de pensamiento, la alfabetización en ciencias y motivar a los estudiantes por las ciencias naturales.

RECOMENDACIONES

Tener en cuenta el trabajo en grupo, sobre todo en las primeras lecturas de la intervención para permitir que el trabajo entre pares ayude a nivelar los conocimientos. Luego si continuar con actividades individuales donde se pueda apreciar los avances y dificultades de los estudiantes.

La necesidad de ajustar el grado de dificultad en algunas preguntas de nivel literal profundo como los mapas conceptuales donde se les presentó el esquema general del mismo para completar; es decir, cuando el docente perciba que los estudiantes han asimilado el fundamento de esta habilidad de comprensión lectora, llevarlos a que propongan esquemas o mapas conceptuales con las ideas presentadas en la lectura.

Se requiere utilizar recursos adicionales a la lectura como la construcción de modelos, videos y presentaciones con diapositivas para complementar la comprensión de contenidos programados.

Teniendo en cuenta las situaciones de violencia y problemas sociales de la zona rural donde se encuentra ubicada la institución educativa, es importante hacer más énfasis al desempeño individual que de grupo porque esos factores del entorno afectan el rendimiento académico de los estudiantes y llevan finalmente a la deserción escolar.

A pesar de los resultados positivos alcanzados, hay la necesidad de continuar el desarrollo de talleres de comprensión lectora para mejorar las habilidades de análisis, síntesis e inferencia de información en textos de divulgación científica.

Las reuniones de área podrían tener en cuenta la reflexión conceptual y temáticas de discusión en el entorno social y preparar trabajos interdisciplinarios dentro del aula, que integren las áreas, mejore la comprensión y desarrollan capacidades y en los maestros y en los estudiantes.

Los docentes de Ciencias Naturales deberíamos suscribirnos a revistas de investigación en ciencias y tecnología; para estar actualizados y tener acceso a textos de divulgación científica, que faciliten la enseñanza de la biología y despierten el interés por la investigación,

en vez de quedarnos en los textos guías comercializados para la educación. Como una manera para contribuir con la calidad educativa y con la cualificación docente.

Realizar evaluación escrita de la comprensión de los conceptos de biología celular que se incluyeron en cada lectura.

BIBLIOGRAFÍA

Atorresi, A. & Zamudio, B (2014). El texto explicativo y su enseñanza (p. 89-106) Bogotá: Kimpres Ltda.

Chomsky, Noam (1957). Estructuras Sintácticas.

Gagliardi, R., 1986, Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación, Enseñanza de las Ciencias, 4, Vol. 1, pp. 30-35.

Gagliardi, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 291-296.

Gágné, M. R. (1970) Principios básicos del aprendizaje para la instrucción. México, Ed. Diana. 220 p.

Guthrie, J. T (2008). Engaging adolescents in reading. Thousand Oaks, California: Corwin Press.

Holloway, J. H (1999). "Improving the reading skills of adolescents". *EL Educational Leadership*, 57(2), págs. 80-82.

Khishfe, R. y Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 395-418.

LLECE – OREALC – UNESCO (2013). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales (p. 17-44) Bogotá: Kimpres Ltda.

MATURANA, M., y VARELA, F., 1980, Autopoiesis and logie. Actes des Cinquikmes Journées internationales sur cognition. The realisation of the living (D. Reidel Publisl'Education Scientifique, pp. 545-553. hing Co. Boston).

Melillán, M. C., Cañal, P., & Vega, M. R (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3), 401-410.

Pedrinaci, E (2006), "Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la formación ciudadana?", en *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 49, pp. 9-19.

Simón, H. A (1996). "Observations on the sciences of science learning". Departamento de Psicología, Carnegie Mellon University.

Sardá Jorge, A.; Márquez Bargalló, C. y Sanmartí Puig, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura en los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 290-303.

Solé, I (1998). *Estrategias de lectura* (p. 4-16) Barcelona: Editorial Graó

UNESCO, Oficina Regional de Educación para la América Latina y el Caribe, 2004. Aspectos pendientes de la educación hasta el año 2011.

Vygotsky, L. S (1998). *Pensamiento y Lenguaje* (p. 119-158) Buenos Aires: Ediciones Fausto.

Rychen, D. S. y L. H. Salganik (2004), *Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la vida*, México, FCE.

CIBERGRAFIA

Álvarez, T. & Ramírez, R (2010). El texto expositivo y su escritura. *Folio: Revista de la Facultad de Humanidades de la Universidad Pedagógica Nacional*. Segunda época (32), p. 74-78. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n32/n32a05>

Banet E & Ayuso E. Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato I. Contenidos de Enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 1995; 13 (3): 137-153.

Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21403/93363>

Bárcena, A., (2011) *Journal of Feelsynapsis* N° 10. Recuperado de <http://feelsynapsis.com/jof/>

Caballer M. & Giménez I. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias* 1992; 10 (2): 172-180. Recuperado de <file:///C:/Users/user/Downloads/39818-93465-1-PB.pdf>

Calva, G. & Pérez, J., (2005) *Revista Unam*. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/art104a.htm>

Campos M, Gaspar S, Alucema A. Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades* 2000; 10(1): 31-71. Recuperado de http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista131_S1A2ES.pdf

Cassany, D (2006), “Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea”, Barcelona, Anagrama. Recuperado de <http://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/ContenidosBasicosLenguaLiteratura/vector2/actividad7/documentos/TRASLASLINEAS.pdf>

Contreras, G. (2016) Desarrollo de la comprensión en lectura inferencial del grado noveno de un Colegio Público de Bogotá. <http://www.bdigital.unal.edu.co/51379/1/52793863.2016.pdf>

Cornejo, J. N., Roble, M. B., Barrero, C., & Martín, A. M. (2012). Hábitos de lectura en alumnos universitarios de carreras de ciencia y de tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* Universidad de Cádiz. APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X DOI: 10498/14631.

Echavarría, J.M., (2011) *Journal of Feelsynapsis* N° 1. Recuperado de <http://feelsynapsis.com/jof/>

Fernández, M., (2011). SEBBM. Recuperado de <http://www.sebbm.es/>

Fuentes, J.M. (2014). SEBBM. Recuperado de <http://www.sebbm.es/>

Jiménez, E (2013, 18 de febrero). La competencia lectora. *Libro Abierto*. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/web/portal-libro-abierto/analisis-en-profundidad/-/noticia/detalle/la-competencia-lectora-2>

ICFES, (2016). Clasificación de planteles. Recuperado de <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/clasificacionPlanteles.jsf#No-back-button>

Izquierdo-Aymerich, M (2001), “Hacia una teoría de los contenidos escolares”. Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona. Recuperado de <file:///C:/Users/user/Downloads/22008-334700-1-PB.pdf>

Lagos, I., Yaikin, J., Espinoza, C., Alveal, N., Jara, D., Rivera, S. & Torres, C (2013). El taller de comprensión de texto de divulgación científica, facilitador de procesamiento profundo en la educación secundaria. *REXE: Revista de Estudios y Experiencias en Educación*. 12(23), 103-122. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/2431/243128148007/>

Lindholm, M. & Wallman, S. (2012). *Science in School*. Recuperado de <http://www.scienceinschool.org/es/2012/issue23/exercise>

Mengascini A. Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Eureka Enseñanza Divulgación Científica* 2006; 3 (3): 485-495. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92030309.pdf>

Moreno, D. (2013). *Journal of Feelsynapsis* N° 14. Recuperado de <http://feelsynapsis.com/jof/>

Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación, SIMCE (2011). PISA Evaluación de las competencias lectoras para el siglo XXI. Recuperado de http://www.agenciaeducacion.cl/wpcontent/files_mf/pisa_evaluacion_de_las_competencias_lectoras_para_el_siglo_xxi_final.pdf

Ministerio de Educación Nacional (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Recuperado de www.mineduacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional (2004). Cómo formar científicos sociales y naturales. *Atablero*. Recuperado de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87437.html>

Ministerio de Educación Nacional (2004). Observación, comprensión y aprendizajes desde la ciencia. *Atablero*. Recuperado de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87456.html>.

Montoya, M. (2009). La enseñanza de las ciencias en la agenda mundial. Nota publicada online en “Diario Gestión”, Perú, del 17 de junio de 2009.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2016). Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/23595 (en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Alfabetidad%20cient%C3%ADfica.pdf>).

OCDE (2005), DeSeCo (La definición y selección de competencias clave). Recuperado de <file:///C:/Users/user/Documents/www.deseco.admin.ch/bfs/deseeco/en/index/03/02.html>

Osorio, C., (2002). La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y Experiencias para la educación Secundaria. Revista Iberoamericana para la Educación, Número 28. Recuperado de <https://rieoei.org/historico/documentos/rie28a02.htm>

Parodi, G., (2011). Teoría de la Comunicabilidad: Notas para una concepción integral de la comprensión de textos escritos. *Revista Signos*. 44(76), p. 145-167. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=157019243004>

Pedrinaci, E (2006), “Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la formación ciudadana?”, en *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 49, pp. 9-19. Recuperado de https://issuu.com/editorialgrao/docs/al074_tot_z

Prat, A (2000), “Habilidades cognitivo-lingüísticas y tipología textual”, en J. Jorba, I. Gómez y A. Prat (Eds.) *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*, Barcelona, ICE-Síntesis. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/356/35604012.pdf>

Ramos, Z., (2013). La comprensión lectora como una herramienta básica en la enseñanza de las ciencias naturales. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Recuperado www.bdigital.unal.edu.co/11740/1/43731062.2014.pdf

Santos, L., Uciencia. Recuperado de <http://www.uciencia.uma.es/Revista-Uciencia/Ellas-investigan/Investigacion/Celulas-madre-la-panacea-de-la-medicina-del-siglo-XXI>

Sardá, A., Márquez, C. & Sanmartí, N (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista electrónica de la enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 292. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/ejemplar/138014>

Solé, I., (1987). Las posibilidades de un modelo teórico para la enseñanza de la comprensión lectora. Universidad de Barcelona. Recuperado de : [file:///E:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-LasPosibilidadesDeUnModeloTeoricoParaLaEnsenanzaDe-749227%20\(1\).pdf](file:///E:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-LasPosibilidadesDeUnModeloTeoricoParaLaEnsenanzaDe-749227%20(1).pdf)

Trejos Isabel (Julio 2004). Especial para Colombia aprende Ciencias para todos. Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/familia/1597/article-73369.html>

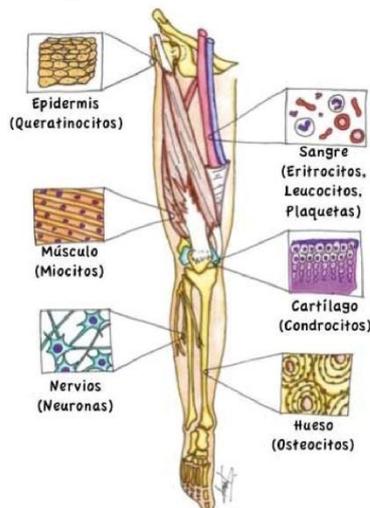
Vázquez, Á., Acevedo, J. A., & Manassero, M. A (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 4(2), 5.

Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?

Hemos oído hablar mucho de ellas últimamente. Unos las tachan de abominación, otros han puesto en ellas su esperanza. Las hay embrionarias, adultas, inducidas e incluso híbridas. Pero, ¿qué son exactamente y para qué pueden servir este tipo de células?

>> **Leonor Santos Ruiz** / Investigadora del CIBER-BBN

En 1969, Richard J. Goss (1925-1996) escribió: "Si nada fuera capaz de regenerar no existiría la vida. Si todo regenerase no existiría la muerte. Entre estos dos extremos se encuentran todos los seres vivos". De esta forma, aquel profesor de Biología, que sirvió en la infantería del III Ejército de los Estados Unidos a las órdenes del General Patton, describía una de las cualidades que definen a los seres vivos: todos los seres vivos lo son porque, en mayor o menor medida, son capaces de regenerar su organismo.



Distintos tejidos

Los tejidos que nos forman están hechos de células y, al igual que los coches y la ropa, se gastan con el uso y se estropean con el abuso. Lo primero ocurre porque las células no son inmortales. Todos los días mueren células que han de ser sustituidas por células nuevas, en un proceso de autorrenovación continua. El abuso que estropea nuestro organismo son las enfermedades y lesiones, que también matan células. Nuestra capacidad regenerativa sirve para autorrenovarnos y, hasta cierto punto, autorrepararnos. Es decir, nos mantiene íntegros para mantenernos vivos.

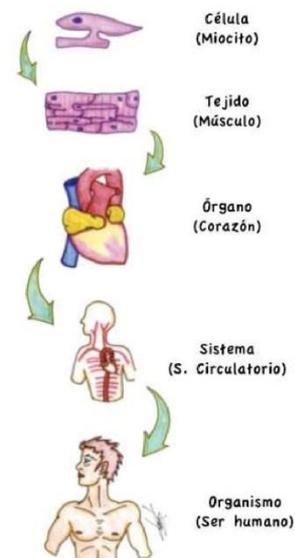
Tanto para autorrenovar un tejido como para repararlo hacen falta células. Cada tejido está formado por un tipo distinto de célula que lleva a cabo un trabajo especializado. Aunque todas las células de un individuo son hermanas y poseen el mismo material genético, las células de los distintos tejidos no son intercambiables. Las neuronas del cerebro no pueden hacer el trabajo de los miocitos del músculo.

Las células características o específicas de cada tejido son células especializadas o diferenciadas y, además de no ser capaces de hacer otra función distinta de la suya, poseen otra incapacidad: no pueden multiplicarse.

Si las células diferenciadas que forman los tejidos no pueden generar células nuevas, ¿cómo podemos regenerar nuestros tejidos? Existe un tipo celular especial que

Arriba, tejido epitelial humano. ITE - Ministerio de Educación.

Abajo, niveles de organización. Ilustraciones: Daniel Amat



se encarga del suministro diario de células frescas: las conocemos como células madre.

Una célula madre es una célula indiferenciada (sin especializar), que puede replicarse numerosísimas veces. De esta forma las células madre pueden generar muchas células hijas que, al estar aún indiferenciadas, pueden dar lugar a distintos tejidos.

>> Embrionarias, adultas o inducidas

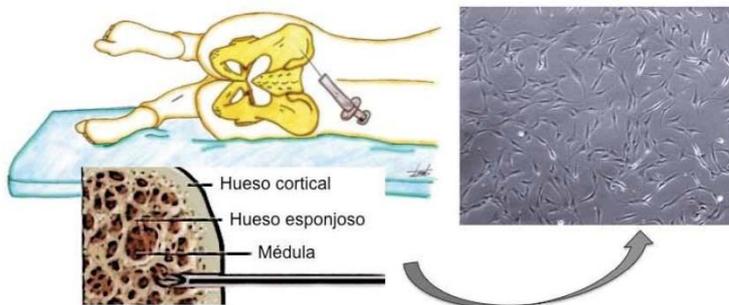
Existen diversos tipos de células madre. Ésas que nos acompañan desde que nacemos y que se cuidan de que no nos falten células con las que funcionar se conocen como células madre adultas o somáticas. Su presencia en la médula ósea se conoce desde hace décadas, y se ha utilizado para curar: un trasplante de médula ósea es un trasplante de células madre. En los últimos años se han descubierto células madre en la mayoría de los tejidos adultos, pero su potencial terapéutico es prácticamente nulo, ya que son escasas e indiscernibles de las células diferenciadas, lo que hace difícil su aislamiento.

La obtención de células madre adultas con fines terapéuticos requiere una extracción de tejido (generalmente médula ósea) que resulta agresiva para el donante. Además, las células madre adultas no pueden diferenciarse en todos los tipos de célula, por lo que no sirven para curar todos los tejidos. Por último, su capacidad para multiplicarse no es infinita, lo que significa que la cantidad de nuevas células que pueden generar es limitada. Estos problemas no existen en otro tipo de célula madre, la embrionaria.

>> "Madre sólo hay una"

En realidad, el término correcto para designarlas no es *célula madre*, sino *célula troncal*. El término célula madre proviene de una incorrecta traducción del inglés *stem cell* (incorrecta y muy libre, ya que *stem* significa brote o, en sentido figurado, raíz u origen). Si alguna hay que pueda recibir, en justicia, el nombre de célula madre, ésa es sólo el cigoto, la célula resultante de la fecundación del óvulo, porque a partir de ella se generan todas las demás células del organismo. Ésa sí podría ser llamada madre de todas las demás.

Obtención de células madre adultas



La médula se extrae y cultiva *in vitro* para obtener las células madre adultas. / Ilustración: Daniel Amat

Las células madre embrionarias se encuentran en embriones de cinco o seis días de edad. Una vez fecundado el óvulo, la célula resultante, llamada cigoto, comienza a dividirse hasta formar una esfera hueca con una especie de protuberancia interna. Esta protuberancia está formada por unas doscientas células que pueden replicarse indefinidamente y que aún no han tomado ninguna decisión sobre su futuro, es decir, que pueden dar lugar a una cantidad ilimitada de células capaces de diferenciarse en cualquier tejido.

Desde el punto de vista terapéutico, las células madre embrionarias tienen un único inconveniente: al no provenir del paciente que se va a tratar, pueden provocar rechazo. Este problema es fácilmente superable. Sin embargo el uso clínico de células madre embrionarias es problemático y controvertido por sus implicaciones éticas. Aquéllos que se oponen a su uso argumentan que al destruir un embrión para obtener células madre se impide el nacimiento de un ser humano. Una legislación que sólo permite obtener células madre a partir de embriones no aptos para la reproducción no ha conseguido detener su rechazo. La lucha entre partidarios y detractores sigue viva.

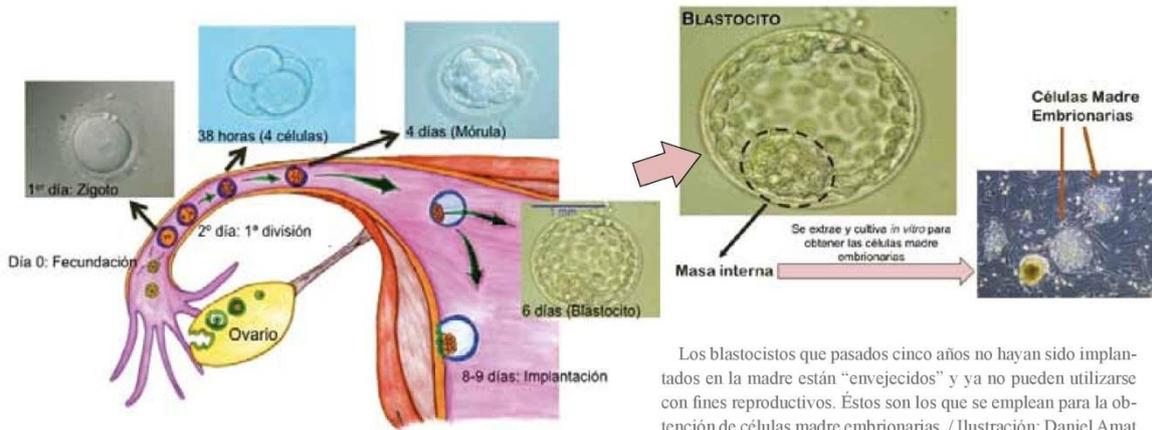
Por fortuna, en 2007 surgió un posible punto de encuentro. Modificando genéticamente células diferenciadas de tejidos adultos, dos grupos de investigadores crearon las células madre inducidas. Éstas

son células diferenciadas que, mediante la introducción de ciertos genes, son revertidas a un estado indiferenciado y proliferativo, parecido al de las células madre embrionarias. Las células madre inducidas tienen todas las ventajas de las embrionarias y ninguno de sus problemas. Pueden obtenerse a partir del propio paciente, con lo cual no generan rechazo inmunológico, y no es necesaria la destrucción de ningún embrión, con lo cual no generan rechazo social. Sin embargo, nada es perfecto. Está por demostrar que la manipulación genética necesaria para su obtención no sea peligrosa.

Las células madre adultas no se diferencian en todos los tipos de célula, por lo que no sirven para todos los tejidos, como sí ocurre en el caso de las embrionarias

Entretanto, numerosos ensayos clínicos están en marcha para evaluar el potencial terapéutico de las células madre en el tratamiento de enfermedades como la degeneración macular, el infarto de miocardio, la esclerosis lateral amiotrófica (E.L.A.), la cicatrización de fistulas, el infarto cerebral... Se confía en que, en unos años, estas células puedan usarse para tratar lesiones de médula espinal, enfermedades autoinmunes, diabetes, osteoporosis, enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, y un largo etcétera.

Obtención de células madre embrionarias



>> Las células madre y la ingeniería tisular

Una de las aplicaciones actuales de las células madre es la Ingeniería Tisular. El objeto de esta disciplina es crear *in vitro* tejido vivo para reponer los tejidos dañados o perdidos por los pacientes. En la Universidad de Málaga, el grupo LABRET (Laboratorio de Bioingeniería y Regeneración Tisular), dirigido por el Dr. José Becerra, catedrático de Biología Celular, investiga posibles formas de usar las células madre y la Ingeniería Tisular en la reparación del hueso. Para ello, trabajan en tres líneas de investigación, centradas sobre los tres pilares de esta disciplina: células, señales químicas y biomateriales.

Las células objeto de estudio en el LABRET son células madre adultas procedentes de la médula ósea y de tejido adiposo (sí, esos kilos que tanto nos molestan son una fuente estupenda de células madre). Estas células se usan como herramientas con las que evaluar nuevos biomateriales y fármacos, pero también son objeto de estudio en sí mismas. El grupo

La Ingeniería Tisular tiene como objetivo crear *in vitro* tejidos vivos que reponen los dañados o perdidos por los pacientes

LABRET investiga qué subpoblaciones de células madre son más adecuadas para emplearlas en la reparación de hueso, al tiempo que intenta desarrollar métodos seguros y reproducibles de multiplicar las células madre y convertirlas en células formadoras de hueso (osteoblastos).

La diferenciación de células madre en células de hueso requiere de señales químicas osteoinductoras. Éstas son, moléculas que actúan sobre las células madre estimulándolas a convertirse en células óseas. Las moléculas osteoinductoras son producidas en el organismo de forma natural, pero a veces lo son de forma insuficiente. Por ello, el grupo LABRET ha conseguido sintetizarlas en el laboratorio para su administración allí donde es necesario un aporte extra. Además, este grupo ha modificado químicamente algunas de estas moléculas para que permanezcan en el lugar de aplicación, evitando su difusión a otros tejidos. De esta forma se incrementa su efectividad y, especialmente, su seguridad. Varias de estas moléculas han sido patentadas y su investigación está en fase preclínica.

Junto a las células y las señales químicas, los tejidos están hechos de otro componente indispensable que recibe el nombre de matriz extracelular. La matriz extracelular está hecha de moléculas sintetizadas por las células para formar

>> Formación Profesional

Sucede con las células algo parecido a lo que con las personas. De niños, en los primeros cursos de colegio, podemos ser cualquier cosa, pero pronto empezamos a tomar decisiones: Ciencias o Letras, Bachillerato o Módulo Profesional... y cada decisión nos abre otro abanico de posibilidades de entre las cuales tendremos que elegir sólo una. Al término de nuestra formación, estamos tan especializados que cambiar (pasar por ejemplo, de cartógrafo a médico) es prácticamente imposible. De forma

similar, las células también determinan su futuro durante el desarrollo embrionario. Al inicio, cuando aún estamos formados por unos cientos de células, cada una de ellas está preparada para seguir cualquier camino. A medida que el organismo crece, por multiplicación de sus células, distintos grupos de ellas van diferenciándose entre sí, y cada decisión las conduce a crear un tejido concreto, "olvidando" todo lo que podrían haber sido, y perdiendo, además, su capacidad para seguir multiplicándose.

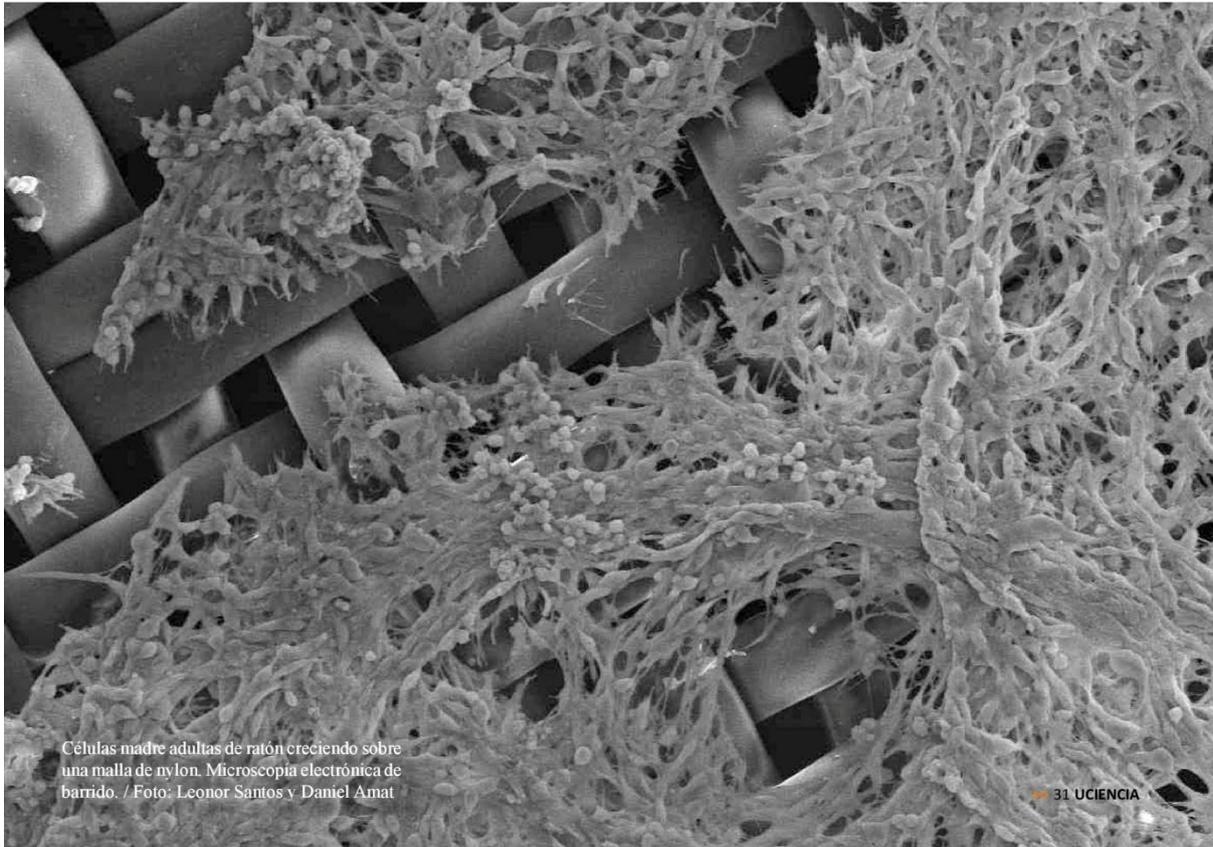
a su alrededor un armazón o andamio en el que vivir. Esta matriz es tan específica y característica de un tejido como las propias células, y es tan responsable como ellas de la función del tejido. Para hacer ingeniería de tejidos son necesarios materiales biocompatibles que imiten la matriz extracelular de los tejidos y que ofrezcan a las células madre un soporte y ambiente adecuados. En el hueso, la matriz extracelular está fabricada para soportar el peso de nuestro cuerpo y servir de anclaje a los músculos que lo mueven. El material ideal para la Ingeniería Tisular de hueso debe ser duro pero poroso, y debe poder combinarse con células madre y moléculas osteoinductoras para fabricar implantes vivos que puedan sustituir a las prótesis inertes que se emplean en la actualidad. Los materiales objeto

No son una panacea médica pero remediarán patologías aún intratables y mejorarán la calidad de vida de enfermos crónicos

de estudio en el grupo LABRET son de base silicea, biodegradables y con una estructura porosa que permite alojar no sólo células sino también a las moléculas osteoinductoras, una característica de la que carecen otros materiales usados hasta la fecha. Los resultados obtenidos hasta la fecha son esperanzadores, hasta tal punto que se ha patentado un compuesto de biomaterial + células madre al que se pueden incorporar distintas moléculas osteoinductoras. La adaptación de este

compuesto a diversas aplicaciones prácticas es en este momento objeto de estudio en el LABRET.

En resumen, las células madre se conocen desde hace décadas, y los avances derivados de su investigación nos han llevado hasta un punto en que estamos preparados para llevarlas a la clínica. Numerosos ensayos clínicos con distintos tipos de células madre en diversos países demuestran que estas terapias son ya una realidad. ¿Son las células madre la panacea que nos libraré de toda enfermedad? A buen seguro, no. Pero, sin duda, remediarán enfermedades hasta ahora intratables, y mejorarán la calidad de vida de muchos enfermos crónicos. Son una herramienta irremplazable con un potencial inmenso y valioso. ●



Células madre adultas de ratón creciendo sobre una malla de nylon. Microscopía electrónica de barrido. / Foto: Leonor Santos y Daniel Amat

TALLER DE ACTIVIDADES DE LA LECTURA “Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?”

OBJETIVO: Identifica el concepto de célula madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.

ESTANDAR DE CIENCIAS NATURALES: Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos

- A. ¿Cuáles son las diferencias entre la mitosis y la meiosis?
- B. ¿Qué importancia tiene la división celular en la generación de nuevos organismos y tejidos?

ANTES DE LEER

A partir del título de la lectura “*Células madre: ¿la panacea de la medicina del siglo XXI?*”

- C ¿De qué crees que va hablar el texto?
- D ¿Menciona algunos tipos de células que ya conozcas?
- E ¿Para qué crees que puede servir las células madres en la medicina?

COMPRESION LECTORA

- 1. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?

Las células que conforman los diferentes tejidos del cuerpo humano no son inmortales, sino que se renuevan continuamente por medio de las células madre; hay varios tipos de células madre y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.

- 2. Escriba otras ideas importantes de la lectura

– Las células madres están con nosotros desde que nacemos y se encargan de que no falten células para que el cuerpo se mantenga en buen funcionamiento. - Los tejidos que forman nuestro cuerpo están hechos de células y se desgastan al igual que los coches y la ropa, se gastan con el uso y se estropean con el abuso. - Cada tejido del cuerpo está formado por un tipo distinto de células que lleva a cabo un trabajo especializado y se les denomina células

diferenciadas. - La ingeniería tisular se encarga de producir in vitro tejidos vivos para reponer los dañados o perdidos por los pacientes.

3. Explique con sus palabras la frase “Si nada fuera capaz de regenerar no existiría la vida” “si todo regenerase no existiría la muerte”. Entre estos dos extremos se encuentran todos los seres vivos”.

Los seres vivos mantienen la vida por la capacidad limitada de regenerar su organismo porque continuamente están muriendo algunas células por desgaste o enfermedades y otras nuevas células entran a reemplazarlas en sus funciones.

4. ¿Cómo hacen los seres vivos para mantenerse íntegros?

Todos los organismos están formados por células y tienen la capacidad de auto regenerarse y reparar los tejidos dañados.

5. ¿Cómo se regeneran los tejidos de nuestro cuerpo?

Por medio de las células madres, las cuales pueden replicarse numerosísimas veces, se suministran diariamente las células necesarias para reparar los tejidos dañados.

6. De acuerdo a la ilustración sobre los distintos tejidos. Completa el siguiente cuadro.

TIPOS DE TEJIDOS	CÉLULA QUE LO COMPONE
Epidermis	<i>Queratinocitos</i>
<i>Sangre</i>	<ul style="list-style-type: none"> •eritrocitos •leucocitos •plaquetas
Músculo	<i>Miocitos</i>
<i>Cartílago</i>	Condrocitos
Nervios	<i>Neuronas</i>
<i>Huesos</i>	osteocitos

7. A partir de la lectura complete el siguiente cuadro sinóptico sobre el uso terapéutico de los tres tipos de células madre:

TIPOS DE CELULAS MADRE	VENTAJAS	PROBLEMAS
Adultas	<ul style="list-style-type: none"> • Su presencia en la medula ósea se conoce desde hace décadas y está se ha utilizado para curar enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las células madres adultas no pueden diferenciarse en todos los tipos de células,

		<p>por lo que no sirven para curar todos los tejidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su capacidad para multiplicarse no es infinita, lo que significa que la cantidad de nuevas células que pueden generarse es limitada y la extracción al donante puede ser agresiva por afectar la médula ósea.
Embrionarias	<ul style="list-style-type: none"> • Estas células se encuentran en embriones de cinco a seis días de edad y pueden replicarse indefinidamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Desde el punto de vista terapéutico una célula madre embrionaria tiene un solo inconveniente que al no provenir del paciente que se va a tratar, pueden provocar un rechazo • También algunos médicos argumentan que al destruir un embrión para obtener células madres se impide el nacimiento de un ser humano.
Inducidas	<ul style="list-style-type: none"> • Las células madre inducidas tienen todas las ventajas de las embrionarias y ninguno de sus problemas. Pueden obtenerse a partir del propio paciente, con lo cual no generan rechazo inmunológico, y no es necesaria la destrucción de ningún embrión ni genera rechazo social 	

8. ¿Qué son las células madres inducidas?

Son células diferenciadas que mediante la introducción de ciertos genes son revertidas a un estado indiferenciado y proliferativo parecido al de las células madre embrionarias.

9. ¿En qué etapa de la reproducción humana se obtienen las células madres embrionarias?

En la etapa de cigoto cuando los embriones tienen 5 o 6 días.

10. ¿Cuáles son las posibles enfermedades que se puede tratar terapéuticamente con las células madres y en qué consiste cada una de ellas? Consulta y copia los apuntes en tu cuaderno.

El infarto de miocardio: Es el cuadro clínico producido por la muerte de una proporción del músculo cardiaco que se produce cuando se obstruye completamente una arteria coronaria

La esclerosis lateral: Es una enfermedad neurodegenerativa progresivo que afecta a las células nerviosas del cerebro y la medula espinal.

La cicatrización de fistula: Las heridas incluyen cortaduras, arañazos y picaduras en la piel vuelve a ocurrir como resultado de un accidente o una lesión, pero las incisiones quirúrgicas las suturas y los puntos también causan heridas.

El infarto cerebral es un accidente cerebrovascular causado por un proceso de isquemia, durante el cual muere parte de la masa encefálica debido al fallo en la irrigación sanguínea

Diabetes: Es una enfermedad crónica en la cual el cuerpo no puede regular la cantidad de azúcar en la sangre.

Osteoporosis. Es una enfermedad esquelética en la que se produce una disminución de la densidad de masa ósea. Así, los huesos se vuelven más porosos, aumenta el número y el tamaño de las cavidades o celdillas que existen en su interior, son más frágiles, resisten peor los golpes y se rompen con mayor facilidad.

El Alzheimer es una alteración neurodegenerativa primaria que suele aparecer a partir los 65 años.

Enfermedad de Parkinson: Es la forma más común de demencia entre las personas mayores.

La demencia es un trastorno cerebral que afecta gravemente la capacidad de una persona de llevar a cabo sus actividades diarias.

11. ¿Por qué se afirma en la lectura “Madre sólo hay una”?

En el sentido estricto de la palabra, sólo el cigoto puede recibir la denominación de célula madre porque es la fuente de todas las demás células del organismo después de realizada la fecundación. También en el sentido que la madre apoya a los hijos, las células madre nos ayudan y nos protegen para que no falten células en nuestros tejidos para repararlos y así tener una mejor calidad de vida.

12. ¿Qué es la Ingeniería Tisular y para qué sirve?

Es una técnica biomédica para diseñar y regenerar en laboratorio tejidos artificiales a partir de células madre. El objetivo es crear in vitro tejidos para reponer los dañados o perdidos por los pacientes.

13. ¿Cuál es la función de las señales químicas osteoinductoras en la creación de tejidos?

Son moléculas que actúan sobre las células madre estimuladas a convertirse en células óseas.

14. Entonces, ¿Cuál es el alcance real del tratamiento con células madre?

La respuesta menciona que el alcance real se ha podido evidenciar en tratamiento terapéutico de muchas enfermedades y abren la esperanza para mejorar la calidad de vida de los pacientes. No es una panacea para curar todas las enfermedades, pero las investigaciones en la etapa preclínica abren la posibilidad de remediar enfermedades hasta ahora intratables.

15. Con qué tipo de células madre considera más conveniente usar para el tratamiento de enfermedades? Explique su respuesta.

Cualquier respuesta sobre el tipo de células madre es válido y se debe justificar apropiadamente de acuerdo con sus conocimientos y creencias.

16. Qué intención tiene el autor al escribir este artículo de divulgación científica?

Dar a conocer a la sociedad y comunidad científica los avances que ha logrado en el grupo de investigación LABRET de la Universidad de Málaga en relación con la fabricación de implantes óseos vivos, utilizando la ingeniería tisular.

DESPUÉS DE LA LECTURA

F. Las predicciones que habías hecho antes de iniciar la lectura, ¿han cambiado al final? Si o no ¿Por qué?

G. Consultar el vocabulario nuevo y su significado para ir elaborando un glosario de términos de biología celular.

SEBBM DIVULGACIÓN LA CIENCIA AL ALCANCE DE LA MANO

La mitocondria: fuente de la energía y mucho más

Miguel Fernández Moreno
Dpto. de Bioquímica. Facultad de Medicina (UAM) e Instituto de Investigaciones Biomédicas
"Alberto Sols" (CSIC-UAM)



Biografía

Nació en Madrid en 1961. Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) continuó su formación en la Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria, el Centro Nacional de Biotecnología, Madrid, y el John Innes Institute de Norwich, Inglaterra. Actualmente, es profesor titular de Bioquímica y Biología Molecular en la UAM, donde compagina su actividad docente con la actividad investigadora dentro del centro mixto Departamento de Bioquímica/Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM). Su trabajo ha estado centrado en el control de la expresión génica, originalmente del sistema de exportación de la proteína α -hemolisina de *Escherichia coli*. Posteriormente, se centró en los sistemas genéticos implicados en la síntesis y regulación de la producción de antibióticos por *Streptomyces*, desvelando por primera vez el control traduccional al que están sometidos por disponibilidad de tRNA para leer codones raros. Desde 2007 su trabajo investigador gira alrededor de la fisiopatología de la función mitocondrial y el control de la expresión de genes implicados en la biogénesis de este orgánulo.

<http://www.sebbm.es/>

HEMEROTECA:
http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion_29

SEBBM
SEBBM
Sociedad Española
de Bioquímica y
Biología Molecular

Resumen

La mitocondria fue observada al microscopio a finales del siglo XIX aunque su caracterización funcional tuvo su primer apogeo a mediados del siglo XX, a finales del cual se descubre y analiza su genoma y se identifican mutaciones responsables de enfermedades humanas. Actualmente, sabemos que la mitocondria está implicada en numerosos procesos esenciales para la fisiología de la célula, los tejidos y el organismo y que sus alteraciones están detrás de enfermedades de muy diversa manifestación.

Summary

Mitochondria were observed through a microscope at the end of XIXth Century, although their functional characterization was at its first heights on the mid XXth Century, at the end of which their genome was discovered and characterized and mutations responsible of human diseases were identified. At date, we know that mitochondria are involved in many essential processes for cells, tissues and organisms physiology and that their alterations are responsible of diseases with very different symptoms.

Las células superiores están divididas en compartimentos llamados orgánulos. En uno de ellos, la mitocondria, se genera la mayor parte de la energía que necesita la célula. Fallos en la producción energética mitocondrial pueden

provocar, en función de su severidad, alteraciones de la salud que van desde una situación de debilidad hasta un síndrome devastador, generalmente de afectación neuromuscular, que conduce en poco tiempo a la muerte del individuo.

El origen de la mitocondria se remonta unos 1.500 millones de años, cuando un grupo de bacterias fotosintéticas inundaron la atmósfera con grandes cantidades de un gas venenoso: el oxígeno. En ese entorno se produjo un suceso muy especial, que continúa ocurriendo, una célula engulle a otra para comérsela pero solamente la retiene en su interior, no la digiere. Lo especial de aquel evento fue que el depredador era el ancestro de las actuales células eucariotas (desde levaduras y hongos a neuronas) y el menú una antigua proteobacteria que había desarrollado la capacidad de utilizar el oxígeno en su metabolismo, por lo que no le resultaba dañino. La consecuencia fue el inicio de una colaboración, una simbiosis, en la que la célula hospedadora aportaba nutrientes fáciles y un entorno protegido, y la bacteria huésped metabolizaba el oxígeno permitiendo la supervivencia de la célula mientras miles de millones de otras células y bacterias morían. La estabilización y evolución de aquel nuevo sistema biológico condujo a que la práctica totalidad de las células eucariotas existentes en nuestro planeta (de plantas, de animales, hongos, etc.) contengan en su interior el resultado de la evolución de aquella bacteria resistente al oxígeno: la mitocondria (1).

Nuestra comprensión sobre tan particular y viejo amigo se puede dividir en dos grandes períodos, en el primero (segunda mitad del siglo XIX-1980) se describen las principales rutas metabólicas que ocurren en el interior del orgánulo (oxidación de ácidos grasos, ciclo de Krebs, síntesis de nucleótidos y fosfolípidos, ciclo de la urea, etc.), destacando la producción de energía en forma de ATP a partir de la combustión de sustratos metabólicos procedentes de los hidratos de carbono, ácidos grasos, etc., a través de un proceso denominado cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa (2). Esas funciones hacen que la mitocondria sea esencial para la vida de la célula. El segundo período (1981-actualidad) comienza con la publicación de la secuencia completa del ADN mitocondrial (mtADN) humano (3), reminiscencia del antiguo genoma bacteriano, y la caracterización con cierto detalle de la genética mitocondrial (100-100.000 copias del genoma por célula, código genético propio, patrón de herencia materna y capaz únicamente de expresar 13 proteínas). Desde entonces se suceden vertiginosamente las revelaciones sobre qué es, qué hace y cómo funciona la mitocondria y qué consecuencias tiene sobre la salud y el bienestar. Puesto que las 13 proteínas producidas por la mitocondria son esenciales para la producción de energía, mutaciones en el genoma que las codifica deberían generar enfermedades. Así, en 1988 se describen las dos primeras mutaciones en el mtADN asociadas a enfermedades humanas (4) y trabajos posteriores revelan cómo la manifestación clínica de mutaciones en el mtADN depende de cuántas moléculas portan la mutación, de la severidad del defecto funcional que ésta provoque en el gen afectado y

de la demanda energética del tejido, siendo los tejidos más sensibles a defectos en el mtADN aquellos que necesitan más energía: músculo y sistema nervioso (5). Casi simultáneamente se publica el resultado del análisis informático de la secuencia completa de la molécula de mtADN de numerosos individuos, lo que permite agruparlas en función de la posesión de determinados nucleótidos en posiciones concretas de la molécula (haplogrupos mitocondriales: H, L, U, etc.) y generar un árbol jerárquico de procedencia que permite el rastreo evolutivo de las poblaciones humanas hasta un hipotético individuo fundador en África, la Eva mitocondrial (6). En los últimos años, se ha ido acumulando numerosa información que demuestra que las moléculas de mtADN de los distintos haplogrupos mitocondriales, aunque funcionalmente normales, condicionan procesos como la adaptación al frío, la movilidad espermática o la tendencia a sufrir o a no sufrir determinadas enfermedades. Finalmente, en los últimos años se han incorporado al estudio de la mitocondria nuevas herramientas procedentes de la Biología Molecular y Celular así como nuevas técnicas de visualización, revelándonos una mitocondria diferente. No es ese orgánulo que acostumbrábamos a ver con forma de judía flotando en el citoplasma celular sino que forma una estructura generalmente reticular (figura 1), dinámica, en continua fusión y fisión que, tras millones de años de cohabitación, se ha imbricado hasta tal punto en la fisiología celular que participa de modo decisivo en procesos absolutamente cruciales para el correcto funcionamiento de la célula, del tejido al que pertenece y del organismo completo. Así, además de estar relacionada con cualquier proceso celular que requiera

energía, la mitocondria ocupa una posición central en los procesos de termogénesis, en la regulación de los niveles de calcio intracelular (esencial en la transmisión del impulso nervioso, entre otras cosas), en la proliferación celular, en el envejecimiento y en la apoptosis (especie de suicidio celular controlado que elimina células no deseadas por el organismo y que es fundamental durante el desarrollo embrionario y de bloqueo obligado en el desarrollo de tumores).y si queréis saber qué podría depararnos la mitocondria en el futuro echad un vistazo en: <http://www.theforce.net/midichlorians/midi-what.asp>

Referencias

1. L. Margulis (1975), *Origins of Eukaryotic Cells*. Yale University Press, New Haven.
2. Lehninger, "Principles of biochemistry" (2009) 5ª edición. David L. Nelson and Michael M. Cox. Ediciones Omega. (CASTELLANO). ISBN: 9788428214865
3. Anderson S, Bankier AT, Barrell BG, de Bruijn MH, Coulson AR, Drouin J, Eperon IC, Nierlich DP, Roe BA, Sanger F, Schreier PH, Smith AJ, Staden R, Young IG. (1981) Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature*. Apr 9;290(5806):457-65.
4. D.C. Wallace, G. Singh, M.T. Lott, et al., (1988) Mitochondrial DNA mutation associated with Leber's hereditary optic neuropathy, *Science* 242 1427- 1430.
5. Taylor RW, Turnbull DM. (2005). "Mitochondrial DNA mutations in human disease". *Nature Rev. Genet.* May;6(5):389-402
6. Cann RL, Stoneking M, Wilson AC. (1987) Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*. Jan 1-7;325(6099):31-6.

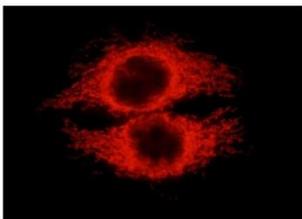


Figura. Red mitocondrial en células epiteliales HeLa en cultivo. Las dos células están teñidas con MitoTracker Red CMXRos. Se pueden apreciar dos células con su retícula mitocondrial y el núcleo en el centro, como un vacío no teñido.

TALLER DE ACTIVIDADES DE LA LECTURA “La mitocondria: fuente de energía y mucho más.”

ESTANDAR DE CIENCIAS NATURALES: Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes.

- A. Explique las diferencias fundamentales entre las células procariotas y eucariotas.
- B. Copia la imagen de una célula eucariota y explique las funciones básicas de sus componentes.

ANTES DE LEER

- C. A partir las diapositivas presentadas, enumere los pasos para elaborar el resumen de un texto.

COMPRENSIÓN LECTORA

Según el texto contesta las siguientes preguntas

1. La mitocondria sirve para:
 - a. Producir la energía que la célula necesita *Respuesta correcta*
 - b. Producir las proteínas para la célula
 - c. Regular la cantidad de agua que la célula necesita
 - d. Regular la digestión celular

2. De acuerdo a la información que da el texto, se puede suponer que las células musculares deberían tener abundante
 - a. Glóbulos rojos
 - b. Mitocondrias *Respuesta correcta*
 - c. Núcleos
 - d. Ribosomas

3. Según el texto La palabra “engulle” puede ser reemplazada por:
 - a. Fijar
 - b. Vomitar
 - c. Ingerir *Respuesta correcta*
 - d. Transferir

4. La mitocondria actual tiene forma:
 - a. Reticular *Respuesta correcta*
 - b. Judía
 - c. Malla
 - d. Ramificada

5. Si pudiéramos en un experimento triplicar el número de mitocondrias en una célula, se notaría en primera instancia

- a. Duplicación de la actividad secretora
- b. Triplicación en la síntesis de proteínas
- c. Disminución en la liberación de energía
- d. Aumento en la liberación de energía *Respuesta correcta*

6. ¿Explique el origen de las mitocondrias?

El origen de la mitocondria ocurrió hace unos 1.500 millones de años, cuando grupos de bacterias fotosintéticas llenaron la atmosfera con un gas venenoso el oxígeno, ocurre un evento que continúa ocurriendo donde una célula ingiere a otra para comérsela, pero no la digiere. También en ese entorno hubo una colaboración en donde la célula hospedera aportaba nutrientes y un entorno protegido y la bacteria huésped metabolizaba el oxígeno permitiendo la supervivencia de una célula mientras millones morían y ya gracias a la metabolización y evolución de aquel sistema biológico que se practicó en todas las células eucariotas existentes de nuestro planeta contenga en su interior el resultado de la evolución de aquella bacteria resistente al oxígeno: La mitocondria.

7. Mencione los procesos cruciales para el correcto funcionamiento celular.

En los procesos de termogénesis, en la regulación de los niveles de calcio intracelular, en la proliferación celular, en el envejecimiento y en la apoptosis (eliminación de células no deseadas por el organismo).

8. Enumere las principales rutas metabólicas que tienen lugar en su interior.

El ciclo de Krebs

Síntesis de nutrientes y fosfolípidos

Ciclo de la urea

Oxidación de los ácidos grasos

9. ¿En qué tipo de células se encuentran las mitocondrias?

En células eucariotas

10. ¿En qué siglo se analiza el genoma y se identifican las mutaciones responsables de enfermedades en la mitocondria?

A finales del siglo XX, se descubre y analiza su genoma y se identifican mutaciones responsables de enfermedades.

11. Según la lectura ¿qué es una simbiosis?

Es una ayuda mutua que se da entre dos organismos

12. ¿Qué función realizada por la mitocondria hace que sea fundamental para la vida de la célula?

La producción de energía en forma de ATP a partir de la combustión de sustratos metabólicos procedentes de los hidratos de carbono, ácidos grasos, a través de un proceso denominado cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa.

13. ¿En qué parte de la célula se localizan las mitocondrias?

En el citoplasma celular

14. La mitocondria además de realizar funciones que requieran energía celular, también es fundamental en los procesos de:

Esenciales para la fisiología de la célula, los tejidos u organismo y que sus alteraciones están detrás de enfermedades de muy diversa manifestación.

15. ¿Qué se entiende por **apoptosis**?

Es un tipo de suicidio celular, donde la célula se programa para morir.

16. Describe los dos grandes periodos en la historia de la mitocondria

El primero (segunda mitad del siglo XIX – 1980) se describen las principales rutas metabólicas que ocurren en el interior del orgánulo (oxidación de ácidos grasos, ciclo de Krebs, síntesis de nucleótidos y fosfolípidos, ciclo de la urea) destacando la producción de la energía en forma de ATP a partir de la combustión de sustratos metabólicos procedentes de los hidratos de carbono, ácidos grasos, etc. a través de un proceso denominado cadena transportadora de electrones y fosforilación oxidativa.

El segundo periodo 1981-actualidad, comienza con la publicación de la secuencia completa del ADN mitocondrial (mtADN) humano(3), reminiscencia del antiguo genoma bacteriano y la caracterización con ciertos detalle de la genética mitocondrial (100- 100.000 copia del genoma por célula, código genético propio, patrón de herencia materna y capaz únicamente de expresar 13 proteínas). Desde entonces se suceden vertiginosamente las revelaciones sobre qué es, qué hace y cómo funciona la mitocondria y qué consecuencias tiene sobre la salud y el bienestar.

17. Con tus palabras realiza un resumen de la lectura texto.

La mitocondria fue observada al microscopio a finales del siglo XIX aunque su caracterización funcional tuvo su primer apogeo a mediados del siglo XX, a finales del cual se descubre y analiza su genoma y se identifican mutaciones responsables de enfermedades humanas. Actualmente, sabemos que la mitocondria está implicada en

numerosos procesos esenciales para la fisiología de la célula, los tejidos y el organismo y que sus alteraciones están detrás de enfermedades de muy diversa manifestación.

18. ¿Qué hace el autor del artículo de divulgación científica para cambiar la imagen tradicional y simplificada de la mitocondria en la educación secundaria de “judía flotando en el citoplasma celular” y que su función es suministrar energía al organismo vivo?

Desde el título de la lectura, el autor expresa la idea que la mitocondria es fuente de energía y mucho más. Hace un recuento histórico de las investigaciones a finales de los siglos XIX y XX. En su biografía se informa que es un investigador de la fisiopatología de la mitocondria y da entender que es un estudio complejo. Presenta una imagen de la mitocondria como una estructura reticular, dinámica y en continua fusión y fisión. Al final de la lectura da una referencia para los interesados en saber más sobre la mitocondria.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- D. Consulta el vocabulario desconocido.
- E. Consulta en el siguiente enlace la mitocondria actualizada y dibújala en tu cuaderno.

http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos_10/la-mitocondria-fuente-de-la-energia-y-mucho-mas_486

Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos

ANA BÁRCENA PANERO



En el año 1991, en la Universidad de Parma (Italia), un descubrimiento revolucionó el mundo de la neurología y la psicología. Llegándose a comparar con la decodificación del ADN para la biología. Rizzolatti y colaboradores detectaron en el cerebro de macacos, un tipo de neuronas capaces de conectar percepción y acción, permitiendo explicar fenómenos tan complejos como el de la empuñadura.

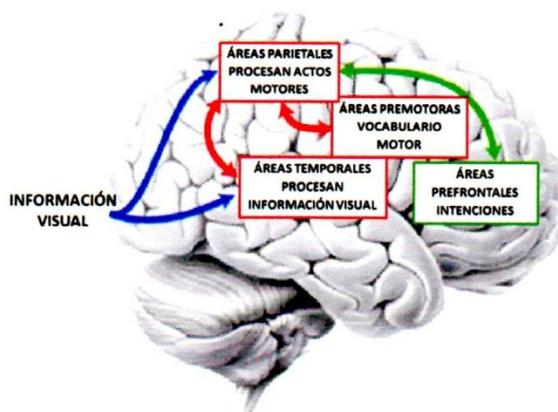
Por aquel entonces, Rizzolatti medía la actividad eléctrica de las neuronas presentes en el córtex premotor de los macacos cuando estos animales llevaban a cabo actos motores como agarrar un palo. La finalidad de la investigación era la de estudiar el papel del córtex premotor al planear los movimientos. Sin embargo, para sorpresa de Rizzolatti, determinadas neuronas no solo se activaban al agarrar el palo, sino al observar a otro macaco agarrarlo o incluso al escuchar sonidos asociados a la mencionada acción. Dichas neuronas fueron denominadas neuronas espejo por su capacidad de responder a las acciones ajenas como si fueran propias.

¿Qué son las neuronas espejo?, ¿cómo se descubrieron? **El sistema de neuronas espejo en primates**

Las neuronas espejo son un tipo de neuronas que se activan al realizar aquellos movimientos ejecutados con una finalidad determinada, conocidos como actos motores, pero también, al observarlos y al escuchar que se mencionan. De esta forma, las neuronas espejo reaccionan al agarrar un lápiz para escribir, al observar cómo otra persona coge dicho lápiz y, también, al escuchar la frase “coge el lápiz”.

Rizzolatti y colaboradores localizaron estas peculiares neuronas en el sector F5 del córtex premotor ventral de los macacos, el cual es equivalente al área de Broca en humanos (sección del cerebro que está implicada en el procesamiento de la gramática). (Figura 1). Posteriormente, se confirmó la presencia de neuronas espejo en el lóbulo parietal inferior de los macacos, el cual equivale al área de Wernicke en humanos (sección del cerebro asociada a la comprensión sonora del lenguaje).

Figura 1.- Representación esquemática del sistema de neuronas espejo (rojo) y sus conexiones con el córtex prefrontal (verde) y las áreas visuales (azul). Adaptado a partir de (Chersi, 2011)



Aunque ambas áreas contienen neuronas con propiedades especulares, difieren en las funciones asociadas a las mismas. Por un lado, las neuronas del lóbulo parietal inferior se encargan de codificar las acciones motoras de forma abstracta como, por ejemplo, “agarrar”, “alcanzar”, “colocar”. Dichas neuronas están altamente interconectadas con las neuronas presentes en el sector F5 del córtex premotor y proporcionan a las mismas instrucciones muy genéricas. Por su parte, las neuronas localizadas en F5 se ocupan de transformar las órdenes abstractas en otras con un nivel de concreción mucho mayor, codificando conceptos como fuerza o velocidad. Por ejemplo, “agarrar fuerte” y “colocar rápido”. Las neuronas en F5 están especializadas en codificar el vocabulario relacionado con la interacción mano-objeto.

Por otro lado, en el surco temporal anterior, existen neuronas que responden, asimismo, al vocabulario asociado a la interacción mano-objeto. Sin embargo, estas neuronas no se consideran neuronas espejo, porque no se activan al ejecutar una determinada acción, sino que se encargan de traducir la información visual en información motora y transmitirla a las neuronas espejo del lóbulo parietal inferior a las que están conectadas. La función de las neuronas del surco temporal anterior demuestra que las neuronas espejo no llevan a cabo el procesamiento visual de las acciones, sino que reciben descripciones derivadas de la observación de un determinado acto motor.

Es importante destacar que la intencionalidad de las acciones motoras tiene especial preponderancia a la hora de modular las mencionadas conexiones del sistema de neuronas espejo. En experimentos con macacos, se ha visto que, frente a un mismo actor motor, pueden responder diferentes tipos neuronas espejo si la finalidad del acto motor difiere. Por ejemplo, agarrar un plátano para comerlo o para colocarlo.

El sistema de neuronas espejo en humanos

Diversos estudios llevados a cabo mediante neuroimagen y electrofisiología han evidenciado que en humanos, existe un sistema equivalente a las neuronas espejo. En concreto, se ha demostrado la existencia de las conexiones, previamente descritas en los macacos, entre el lóbulo parietal inferior y tanto las áreas premotoras (córtex premotor), como las temporales (surco temporal anterior).

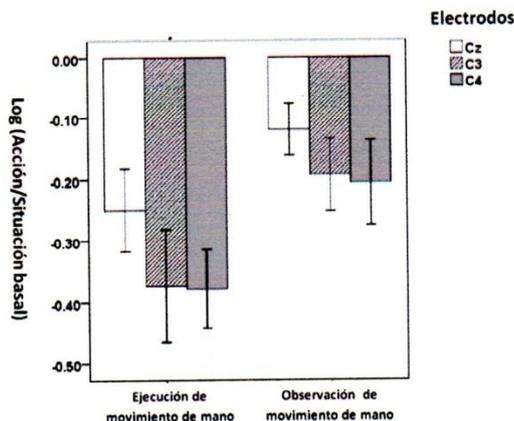
Además, como en el caso de los primates, en humanos, los sistemas de neuronas espejo responden no solo a la ejecución de un movimiento, sino a la representación audiovisual del mismo, ya sea mediante la observación o la percepción auditiva de los fonemas asociados a dicho movimiento.

Es importante constatar que, aunque humanos y primates comparten las características básicas de ejecución-observación, las funciones del sistema de neuronas espejo en humanos trascienden a las observadas en primates. En concreto, el sistema de neuronas espejo en humanos tiene gran importancia en la llamada cognición social (procesos implicados en la interacción entre seres humanos) y opera en la comunicación interpersonal, la empatía y el aprendizaje imitativo, entre otros.

La teoría de la mente y las neuronas espejo

La importancia del sistema de neuronas espejo en el conocimiento de las intenciones ajenas también se ha evidenciado en humanos, aunque sus consecuencias van más allá de lo que sucede en los primates. Esta capacidad para atribuir intención a las acciones de otros se constató con un experimento en el que se midió la actividad eléctrica muscular (técnica conocida como electromiograma) de niños pequeños que observaban

Figura 2.-Sucesión de las ondas mu en adultos jóvenes sanos al mover su propia mano y al observar a otra persona mover la mano. Los electrodos se colocaron en la línea media del plano frontal (Cz), en el hemisferio izquierdo (C3) y en el hemisferio derecho (C4). Adaptado de (Le Bel et al., 2009)



al experimentador agarrar un trozo de fruta. Cuando el experimentador agarraba la pieza de fruta para llevárselo a la boca, se observó que existía una activación de los músculos implicados en la apertura bucal de los niños. Sin embargo, cuando el experimentador agarraba la fruta para colocarla en un recipiente, no se constataba activación de los músculos mandibulares de los niños.

De acuerdo a Rizzolatti y colaboradores, la comprensión de las intenciones de otros se lleva a cabo mediante la asociación de la representación auditiva y visual de una acción observada en otro individuo con nuestra propia representación de esa misma acción. De manera que, una vez que las acciones de otro individuo se representan y comprenden como si fueran propias, es posible predecir el estado mental del individuo observado. Es lo que se denomina **teoría de la mente**.

La teoría de la mente se refiere a la habilidad para inferir el estado mental de otra persona, incluyendo sus creencias y deseos, a partir de su comportamiento. Por ejemplo, si observamos a una persona coger un bote con la inscripción "lápices de colores", asumimos que quiere una pintura y que, de hecho, en el bote, hay pinturas.

El aprendizaje imitativo y las neuronas espejo

El mecanismo por el cual el sistema de las neuronas espejo está implicado en el aprendizaje imitativo se ha investigado con individuos aprendiendo a tocar la guitarra.

Para ello, se ha empleado la técnica de imagen por resonancia magnética funcional, la cual mide la activi-

dad cerebral del individuo mediante los cambios en el flujo sanguíneo, ya que reflejan la actividad neuronal. Así, se estudió la activación cortical de participantes que no sabían tocar la guitarra y a los que se pidió observar a un experto guitarrista y, tras una pausa, imitarle. Se constató una activación del sistema de neuronas espejo justo en el momento de parada entre la observación y la ejecución.

Asimismo, la técnica de estimulación magnética transcraneana también ha servido para comprobar que la observación de las acciones de otras personas contribuye al aprendizaje. Esta técnica, que produce cambios electromagnéticos en la corteza cerebral no invasivos, sirve para estudiar la actividad cerebral. En experimentos con la mencionada técnica, se evaluaron participantes que tocaban la guitarra y observaban tocar a otros individuos y participantes que solo tocaban la guitarra. El resultado fue que, en aquellos que tocaban y observaban simultáneamente, existía una potenciación en el aprendizaje, así como un incremento en la plasticidad de las áreas motoras cerebrales, con respecto a los que solo tocaban la guitarra.

El sistema de neuronas espejo y el autismo

El autismo es un espectro de trastornos de origen multifactorial (dependen de varios genes y del ambiente) y que se caracterizan por un déficit del desarrollo permanente y profundo. Algunos de los síntomas clínicos asociados al autismo son: incapacidad para imitar y atribuir intenciones a los demás y falta de empatía. Dado que todas esas capacidades parecen estar asociadas al sistema de neuronas espejo, se planteó la hipótesis de que, en los individuos autistas, existe un fallo en el mencionado sistema.

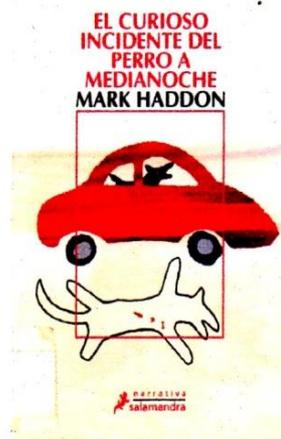


Figura 3.- Portada del libro "El curioso incidente del perro a medianoche" de Mark Haddon.

Con respecto al déficit imitativo atribuido a las personas autistas, se han obtenido resultados interesantes al emplear la técnica denominada electroencefalografía. Este método consiste en la medición de la actividad eléctrica del cuero cabellero, la cual es proporcional a la actividad neuronal. En concreto, la actividad del sistema de neuronas espejo correlaciona con la supresión de las ondas mu (rango de frecuencia 8-13 Hz) en la electroencefalografía (Figura 2).

Se han llevado a cabo diversos experimentos en los que, a niños autistas y niños sanos de la misma edad, se les muestra un video con imágenes de una mano ajena y de su propia mano, ambas moviéndose. Mientras que los niños sanos mostraron supresión de las ondas mu al observar ambas imágenes, en los niños autistas, solo se percibió supresión de las ondas mu al observar su propia mano. Si se determinó supresión de las ondas mu en los niños autistas al visionar imágenes del movimiento de la mano de un familiar o cuidador. Estos resultados son compatibles con el hecho de que las capacidades sociales de los niños autistas mejoran cuando sus familiares participan en la terapia.

Por otra parte, la incapacidad para entender las intenciones ajenas de las personas autistas parece estar relacionada con que no desarrollan una teoría de la mente como las personas normales. En el libro de Mark Haddon *El curioso incidente del perro a medianoche*, el cual describe con gran verosimilitud los pensamientos y aventuras de un niño autista, Christopher, se plantea una situación que evidencia este problema (Figura 3). A Christopher, su profesora le enseña un bote de Smarties en el que le muestra que dentro hay un lapicero rojo. La profesora vuelve a cerrar el bote y le pregunta a Christopher qué pensaría

su madre, si entrase en ese momento por la puerta, que hay dentro. Christopher responde que un lapicero rojo. La respuesta de Christopher muestra que no concibe que otras personas ajenas a él tengan mente y pensamientos diferentes a los suyos propios.

En este contexto, se llevó a cabo el mencionado experimento de electromiograma, en el que los niños que observan al experimentador agarrar una pieza de fruta, son niños autistas. Los resultados de la experiencia con niños autistas revelaron que no existía activación de los músculos de la mandíbula de los mismos independientemente de que el experimentador agarrase la fruta para comerla o para colocarla. Por lo tanto, los niños autistas no parecen percibir la intención de las acciones.

Finalmente, parece interesante comentar otro experimento de electromiograma que demuestra que las personas autistas tienen problemas para reconocer la expresión facial de sus interlocutores. De hecho, al observar las expresiones faciales de otras personas, por ejemplo, un bostezo, los niños sanos mostraron actividad en sus músculos faciales, mientras que los niños autistas, no. Este resultado muestra que las expresiones faciales ajenas no evocan una respuesta emocional en los niños autistas, lo cual puede relacionarse con problemas de empatía.

[Ana Bárcena Panero](#)

[Discute el artículo [online](#)]

TALLER DE ACTIVIDADES DE LA LECTURA “Las neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos”

OBJETIVO: Identificar la función de las neuronas espejos y su relación con el aprendizaje y el autismo.

ESTANDAR DE CIENCIAS NATURALES: Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes.

- A. ¿Qué es una neurona? ¿Cuál es su principal función?
- B. Copia la imagen del cerebro, las partes y explique brevemente sus funciones

ANTES DE LEER

- C. Teniendo en cuenta el título y la imagen que la ilustra la lectura, ¿escriba de que puede tratar este artículo de divulgación científica?

COMPRENSIÓN LECTORA

1. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?

Las neuronas espejo son aquellas que se activan para realizar movimientos del cuerpo, su relación con el aprendizaje y el autismo.

2. Explique en sus palabras qué son las neuronas espejo

Las neuronas espejos son un tipo de neuronas que se activan al realizar aquellos movimientos ejecutados con una finalidad determinada, conocidos como actos motores, pero también al observarlos o al escuchar que se mencionan.

3. ¿Los macacos tienen neuronas espejo? Explique su respuesta.

Sí, el cerebro de los macacos y los humanos tienen zonas equivalentes donde activan las neuronas espejo y cumplen las funciones básicas para ejecutar los movimientos y para representarlos por la observación o la audición de las palabras relacionadas con dicho movimiento.

4. ¿Por qué se afirma “las funciones del sistema de neuronas espejo en humanos trasciende a las observadas en primates”?

El sistema de neuronas espejo en los humanos tiene gran importancia en la cognición social, es decir, en las relaciones entre los seres humanos, en la comunicación interpersonal y en el aprendizaje imitativo.

5. De acuerdo con **la teoría de la mente**, ¿qué puede Usted inferir si observa en este centro poblado pasar a un señor bien vestido con una biblia en la mano?

Se puede pensar que es un cristiano evangélico que va o regresa de culto. Estas personas utilizan sus mejores trajes para ir a sus templos. Los católicos también van bien vestidos a misa, pero no acostumbran a llevar la biblia.

6. Cite otro ejemplo de inferencia del estado mental de otra persona en esta localidad.
Un hombre con un bolso ejecutivo se infiere que es un representante de ventas que ofrece sus productos aquí en La Esmeralda.

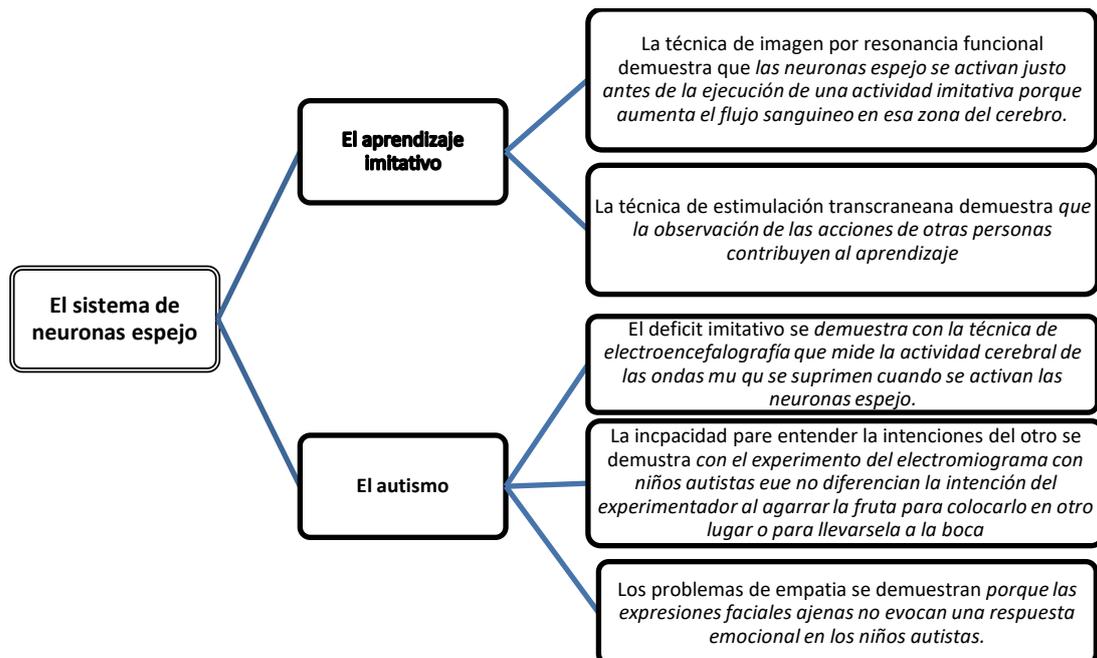
7. ¿Qué relación existe entre las neuronas espejo con el aprendizaje imitativo?
Que en el proceso de aprendizaje imitativo se requiere la activación de las neuronas espejo en la observación y la ejecución del movimiento por parte del aprendiz.

8. ¿Qué síntomas clínicos caracterizan el autismo?
La incapacidad para imitar, atribuir intenciones a los demás y la falta de empatía en las relaciones sociales.

9. ¿Qué importancia tiene la participación de los familiares con la terapia de los niños autistas?
Se observó que las capacidades sociales de los niños autistas mejoran cuando sus familiares participan en la terapia

10. ¿Cómo se demostró que los niños autistas no parecen percibir la intención de los demás?
Realizando una serie de procesos y terapias con estos niños, se llegó a la conclusión que estos tienen problemas para reconocer la expresión facial de sus interlocutores, este resultado muestra que las expresiones faciales ajenas no evocan una respuesta emocional en los niños autistas, lo cual puede relacionarse con problemas de empatía.

11. Complete el siguiente cuadro de acuerdo con la lectura.



12. ¿Conoce en su vecindario o en la institución educativa niños con autismo u otros problemas que dificulte su aprendizaje?

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

- D. Consulte el significado del vocabulario nuevo de la lectura y adiciónelo al glosario recopilado.

RESPIRAR, SIN RESPIRAR

¿Sienten eso?... quizá no se den ni cuenta, pero es su respiración, es lo que los mantiene con vida...

Por **Daniel Moreno (@Banchsinger)**

...Lo olvidamos a menudo. Sí, ni la comida ni el agua, nuestro mayor talón de Aquiles es el aire, más concretamente el oxígeno, el O_2 . Nuestro tan poderoso como frágil cerebro aguantará poco más de un mes sin comer y poco más de tres días sin beber, pero nada más que unos minutos sin respirar. Generalmente, entre cuatro y seis minutos después de la falta de oxígeno empieza a producirse daño cerebral que se torna irreversible a partir de los diez minutos. Es por esto que la mayor parte del equipo de soporte vital para emergencias, está destinado a evitar la hipoxia severa.

Mantenernos con vida sin oxígeno es imposible porque nuestro organismo obtiene la energía necesaria para la vida de un proceso denominado glucólisis aeróbica o también respiración celular. En él, la glucosa, al combinarse

con oxígeno mediante varias reacciones metabólicas, que terminan en la mitocondria, se descompone en agua y CO_2 generando a su vez ATP (que es la molécula que almacena la energía en forma de enlace químico).

En la membrana de la mitocondria existen un grupo de proteínas que se denominan: "la cadena de transporte de electrones" (Fig. 1). En ella, el oxígeno oxida los productos de la descomposición de la glucosa, generando ATP (energía) de manera muy eficiente (Casi 40 moléculas de ATP con solo una molécula de glucosa) y como residuos agua y CO_2 . Por ello, esta forma de obtener energía es la principal en células eucariotas como las nuestras. No obstante, existe otro tipo de obtención de energía a partir de glucosa que no usa oxígeno: la glucólisis anaeróbica o fermentación.

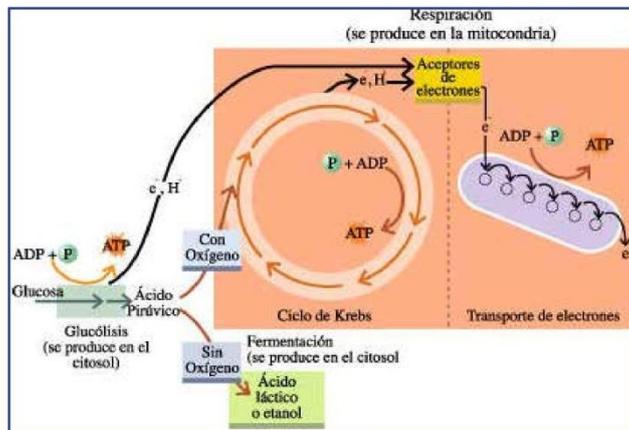


Figura1: Esquema de la glucólisis aerobia y anaerobia. Glucólisis aerobia (respiración, con oxígeno) mediante mitocondria (naranja) arriba. Cadena de transporte de electrones (óvalo morado). Fuente: Curtis & Barnes. "Biología". Sexta edición en español. (<http://www.cobach elr.com/academias/quimicas/biologia/biologia/curtis/libro/index.htm>)

Esta produce solo 2 moléculas de ATP a partir de una molécula de glucosa. Nuestro problema es que, aunque músculos, vísceras y corazón se las arreglan bien en anaerobiosis un rato largo, las neuronas colapsan a los pocos minutos porque solamente son capaces de realizar glucólisis aeróbica. La fermentación es incapaz de cubrir la elevada demanda energética del cerebro, así que su metabolismo depende exclusivamente del aporte sanguíneo de glucosa y oxígeno. Siendo en último término la función pulmonar la que sustenta todo este berenjenal, proveyendo de oxígeno a los eritrocitos sanguíneos. Los eritrocitos o glóbulos rojos almacenan el oxígeno usando grandes cantidades una proteína denominada hemoglobina. La hemoglobina es capaz de captar el oxígeno dada su estructura molecular (Fig. 2).

Por ello, ya a principios del siglo XX, a algún avispado investigador se le ocurrió que la inyección directa de oxígeno en vena sería un estupendo atajo para evitar la muerte por cianosis y colapsos pulmonares de motivos varios. Varios trabajos

afrontaron el reto de incrementar la cantidad de oxígeno en sangre mediante inyección, pero no fueron más allá de causar embolias (por las burbujas de aire), hipotensión, arritmias cardiacas, más cianosis, hemólisis (destrucción sanguínea por choque osmótico) y muerte a sus cobayas. El caso es que los tiempos han cambiado y la ciencia y la tecnología también. Y la ancestral idea, impracticable en su día, se torna ahora realidad, como en una novela de Julio Verne.

Un equipo multidisciplinar de médicos e ingenieros de varios hospitales norteamericanos le han dado unas cuantas vueltas de tuerca a la idea para conseguir eso, respirar sin respirar. Ellos han diseñado unas micropartículas lipídicas semipermeables capaces de albergar oxígeno (LOMs, de su abreviatura en inglés) (Fig. 3). La tecnología no es nueva, ya que se usa algo muy similar para la producción de partículas llenas de gas que sirven como contraste de fase para exploraciones por ultrasonidos o liberación intracorporal de fármacos. Sin embargo,

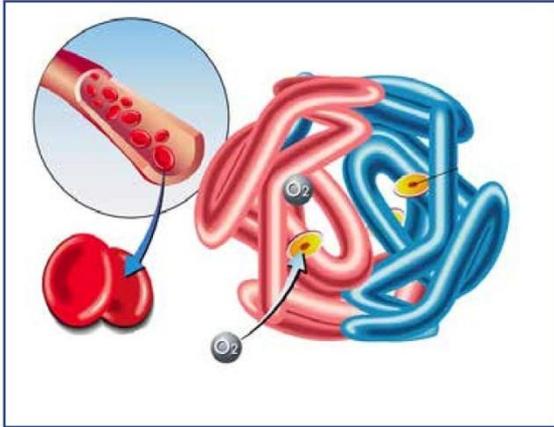


Figura 2: Representación de la molécula de hemoglobina uniendo oxígeno en sus grupos Hemo (discos amarillos) mediante la interacción del oxígeno con un ion de hierro (centro rojo) <http://es.dreamstime.com/imagenes-de-archivo-heme-b-el-componente-de-la-hemoglobina-image25691944>

el nuevo diseño y proceso de producción está adaptado cuidadosamente al nuevo propósito: liberar la mayor cantidad de oxígeno posible sin generar los problemas anteriormente señalados. Las LOMs, por su reducido tamaño, son capaces de llegar incluso a los más finos capilares, y por su composición lipídica son capaces de ceder su carga de oxígeno a glóbulos rojos sin oxígeno de manera completa en unos pocos segundos, para desvanecerse después en forma de sus componentes lipídicos, evitando así agregaciones peligrosas o difusión de gas de vuelta a su interior. Si la sangre está saturada de oxígeno, siguen viajando por el torrente sanguíneo hasta que encuentran un eritrocito sin oxígeno al que cederle su carga.

Tras la optimización in vitro, se encontró que la inyección intravenosa de LOMs era efectiva en cobayas que sufrían hipoxia por oclusión total de las vías respiratorias. Estas partículas lipídicas rellenas de gas oxígeno proporcionaron oxígeno para soporte vital durante 15 min, disminuyendo la muerte por

paro cardíaco y la lesión de órganos por asfixia. Además, la mayoría de los parámetros sanguíneos se mantuvieron dentro de márgenes normales, a excepción del pH que se acidificó (pH normal 7,4). Esto era a consecuencia de la imposibilidad para realizar el intercambio gaseoso en los pulmones y expulsar el CO₂. No eliminar el CO₂ aumenta la presión de este gas en la sangre generando ácido carbónico por simple equilibrio químico.

Este gran avance, que todavía está en pañales, aún debe ser estudiado y mejorado para poder ser aplicado a humanos. De manera plausible, tendría gran utilidad en situaciones de emergencia donde un individuo se vea privado de ventilación pulmonar por alguna razón. Con una simple inyección, que no necesita de entrenamiento médico avanzado, se podría mantener con vida al sujeto el tiempo necesario hasta que los equipos sanitarios pudiesen hacerse cargo de él. Y sí, de manera mucho menos plausible, una versión avanzada de esta tecnología podría llevarnos a emular a los

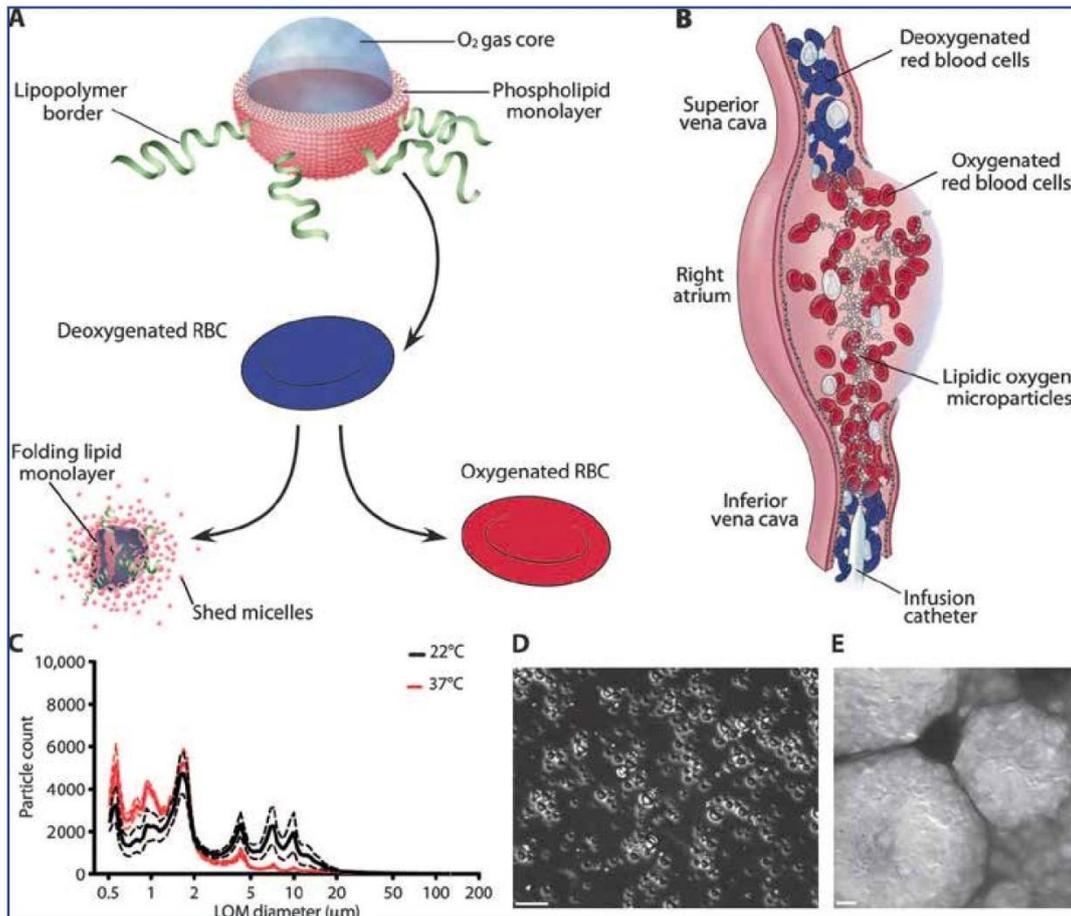


Figura 3: Esquemas del proceso de cesión de gas oxígeno de LOM a Eritrocitos.



Figura 3: Dos escenas de la película de ciencia ficción *The Abyss*. En ella, los protagonistas humanos son capaces de sumergirse en profundidades abisales en trajes de buceo donde respiran literalmente un líquido rico en oxígeno. Esta "respiración líquida" evitaría problemas derivados del buceo profundo como la narcosis, la toxicidad del oxígeno a elevada presión y las embolias por expansión del gas cuando se asciende. Y la idea no es ficción, fue desarrollada por Leland C. Clark en forma de perfluorocarbonos a mediados del siglo pasado y os contaría más, pero si os parece, lo vamos a dejar para el próximo JoF.

peces o, más fantásticamente y con alguna variante, a los protagonistas de la película *The Abyss* (Fig 4). Eso sí, sería necesario encontrar la manera de suministrar todo el oxígeno necesario para mantener la elevada demanda que un cuerpo activo necesita de manera prolongada con un volumen muy bajo de LOMs. De otra manera, aunque el CO₂ sería expulsado sin problemas por los pulmones, el exceso de volumen en los vasos sanguíneos produciría embolias, arritmias y la muerte.

Bibliografía.

- John N. Kheir et al. Oxygen Gas-Filled Microparticles Provide Intravenous Oxygen Delivery. *Sci Transl Med* 4, 140ra88 (2012). DOI: 10.1126/scitranslmed.3003679

TALLER DE ACTIVIDADES LECTURA: “Respirar, sin respirar”

OBJETIVO: Conocer el proceso de respiración natural en las células eucariotas y las investigaciones que se han realizado para proveer de manera artificial oxígeno al organismo.

ESTANDAR DE CIENCIAS NATURALES: Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes.

- A. ¿Qué es la respiración celular aeróbica y anaeróbica?
- B. Dibuja la imagen de la mitocondria con sus partes y explique sus funciones.

ANTES DE LEER

C. ¿Qué explicación puede tener el título de la lectura?

COMPRENSIÓN LECTORA:

3. ¿Por qué se afirma que el cerebro es a la vez poderoso y frágil?

Es poderoso porque es capaz de aguantar un mes sin comer nada y poco más de unos días sin beber, pero a la vez también es frágil porque no aguanta más de unos minutos sin respirar.

4. De acuerdo con la lectura la hipoxia severa es

- a. El exceso de oxígeno en el cuerpo.
- b. La falta de oxígeno en el cuerpo. *Respuesta correcta*
- c. Una respiración acelerada
- d. La falta de CO₂ en el cuerpo.

5. Explique la figura 1 de la lectura sobre glucólisis aeróbica y anaeróbica.

La figura representa el proceso como se realiza la glucólisis aeróbica en la cual en la membrana de la mitocondria recibe glucosa y con el oxígeno que dispone se oxidan las moléculas de glucosa, generando ATP (energía) y como residuos agua y CO₂. También el proceso anaeróbico mediante el cual se fermenta la glucosa y también produce ATP, pero en menos cantidad.

6. ¿Qué importancia tiene la hemoglobina en la respiración?

Es capaz de captar el oxígeno dado su estructura molecular.

7. ¿Qué utilidad podría tener el uso de las partículas lipídicas rellenas de oxígeno en seres humanos?

Son de gran utilidad por medio estas partículas lipídicas el cuerpo humano pueden tener oxígeno sin respirar, ya que estas moléculas interactúan de manera eficaz sin hacerle daño al

organismo. Podría salvar vidas llevando oxígeno de manera rápida a las diferentes partes del cuerpo que lo necesiten.

8. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?

La explicación del proceso de respiración natural en las células eucariotas y el avance de las investigaciones que se han realizado de manera artificial para suministrar oxígeno al organismo.

9. ¿Qué relación hay entre la ciencia ficción y los avances científicos?

La ciencia ficción es un género literario cuyos contenidos se fundamentan en supuestos logros científicos que podrían lograrse en el futuro. Estos relatos especulativos presentan el posible impacto de la ciencia y la tecnología en la vida del ser humano. La relación que existe es la misma que entre fantasía y realidad. Los avances científicos son el resultado de muchas investigaciones objetivas por medio de la experimentación y observación; además tiene postulados y axiomas demostrables. La ficción es subjetiva y personal donde el único límite es la imaginación del autor y su sensibilidad.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA:

10. Consultar el vocabulario desconocido de la lectura

CULTIVO DE CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES: FUENTE DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO

Dr. Graciano Calva Calva

*Investigador responsable del laboratorio de Ingeniería Metabólica del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.
gcalva@cinvestav.mx*

Dra. Josefina Pérez Vargas

*Coordinadora de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Estado de México, México.
djperezvargas@yahoo.com.mx*

Introducción

Dado el incremento en la población mundial, actualmente de 6 mil 477 millones de habitantes y estimada en 8 mil y 9 mil 300 millones para los años 2025 y 2050 respectivamente (PRB 2005), la producción de alimentos es un importante reto para este siglo (Vasil 1998). El vencerlo dependerá de la capacidad para mejorar el rendimiento y productividad de los cultivos agrícolas y desarrollar variedades mejoradas de plantas que proporcionen alimentos de mejor calidad y productos naturales a más bajos costos.

En México, por ejemplo, a una tasa anual de crecimiento poblacional de 1.9 por ciento, se proyecta una población de 140 millones de habitantes para el 2050, lo que representa un incremento del 30 por ciento en la demanda de alimentos con respecto a las necesidades actuales (PRB 2005). En este sentido, la biotecnología vegetal comienza a tener un profundo impacto y tiende a convertirse en una estrategia tecnológica en la denominada agricultura global (Hein 1998, Stafford et al. 1986). Las herramientas de la biotecnología vegetal han demostrado ampliamente su potencial en la comprensión de muchos aspectos bioquímicos básicos de las plantas (Niggeweb et al. 2004, Rea 2005) y ha dado lugar a la generación de alimentos (Khush 2001) y productos transgénicos como anticuerpos, antígenos y proteínas (Calva et al. 2002, Hellwig et al. 2004).

Durante la denominada Revolución Verde, por ejemplo, usando técnicas tradicionales de autopolinización y polinización cruzada fue posible seleccionar especies vegetales de alta productividad, mejor crecimiento, valor nutricional, producción de semillas y frutos de mejor calidad que las variedades silvestres y con las cuales se revertió la deficiencia de alimentos que se presentó antes de los años sesenta del siglo pasado (Vasil 1998). No obstante, muchas de las variedades vegetales cultivadas a gran escala obtenidas por la Revolución Verde están cerca de sus límites biológicos y físicos de productividad, por lo que es difícil incrementar más su productividad por técnicas tradicionales de mejoramiento.

La biotecnología vegetal que usa ingeniería genética y biología molecular para introducir genes foráneos a las plantas es una alternativa viable para seguir incrementando su productividad.

Sin embargo, aunque las plantas transgénicas representan la alternativa más viable para satisfacer las necesidades de alimentos para las generaciones futuras, el desconocimiento de los aspectos básicos de la biotecnología y bioquímica vegetal ha provocado incertidumbre, polémicas y desacuerdo entre la población general sobre las consecuencias de la liberación y uso de plantas transgénicas (Khush 2001, Taverne 2005). Esta actitud promovida por grupos activistas pone en riesgo el éxito de la biotecnología no sólo en la producción de alimentos sino también en las aplicaciones en el área de la salud cuando el destino de las plantas transgénicas es la producción de sustancias biológicamente activas como vacunas, proteínas, antígenos y anticuerpos. Esperando reducir ese desconocimiento, en este trabajo se dan a conocer los aspectos básicos del cultivo de células vegetales, centro dogmático de las técnicas de biotecnología vegetal.

Cultivo de células vegetales

La célula vegetal es totipotente

El cultivo de células y tejidos vegetales se refiere al conjunto de técnicas usadas para crecer células, tejidos u órganos vegetales *in vitro*, bajo condiciones asépticas, controladas y libres de microorganismos (Street 1977, Calva y Ríos 1999). Se basa en el principio de totipotencia, que indica que cualquier célula vegetal contiene una copia íntegra del material genético de la planta a la que pertenece sin importar su función o posición en ella, y por lo tanto tiene el potencial para regenerar una nueva planta completa (Ferl y Paul 2000).

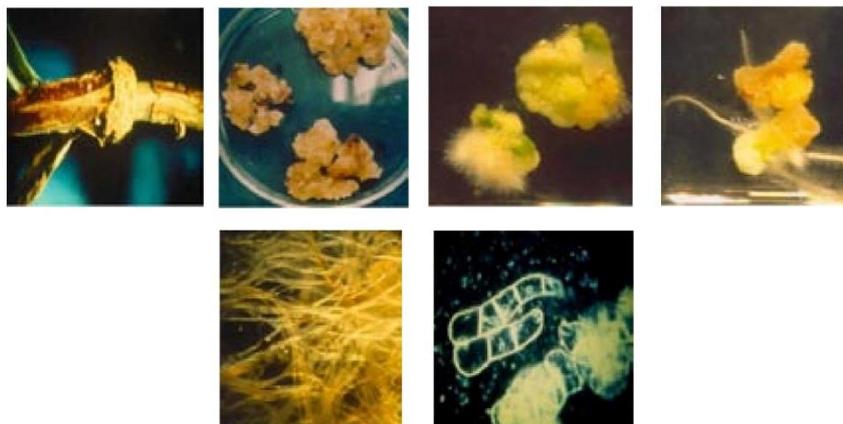


Figura 2. Agalla de la corona o tumor inducido por infección con *Agrobacterium tumefaciens* en un planta de tabaco (A); callos embriogénicos (B), brotes (C), e inducción de raíces (D), de *Vanilla planifolia*; cultivos de raíces transformadas de *Trigonella foenumgraecum* (E); y células en suspensión de *Capsicum* crecidas en biorreactores (F) y desarrollados en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV (Calva y Ríos 1999, Peraza et al 2001, Martínez et al 2004).

Plantas transgénicas

Las plantas transgénicas o genéticamente modificadas se generan a partir de células vegetales a las que previamente se les introduce genes modificados o extraídos de otras especies como microorganismos, animales, u otras especies vegetales completamente diferentes y genéticamente incompatibles (Casey 1992, Hammond-Kosack y Jones 2000).

La introducción de estos genes, denominados transgenes, no sería posible usando los métodos de hibridación o cruza usada durante la revolución verde (Vasil 1998, Khush 2001). Estos genes foráneos pueden proporcionar a la planta características y capacidades nuevas, por ejemplo mayor y más rápido crecimiento, rendimiento, productividad, mejores frutos y semillas, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a calor, frío, sequía y salinidad (Niggeweb et al 2004, Davulury et al 2005).

Los métodos más comunes para la transformación de plantas son el uso de bacterias del suelo y la biobalística o bombardeo de tejidos vegetales con partículas cubiertas con el DNA foráneo. El método bacteriano usa *Agrobacterium tumefaciens* o *Agrobacterium rhizogenes* (Park y Facchini 2000). Con el primero se obtiene un tumor celular o callo transgénico, conocido como agalla de cuello o agalla de la corona (Figura 2), mientras que con el segundo el producto es la inducción de raíces aéreas pilosas (hairy roots). En cualquier caso el tejido con el DNA foráneo puede rediferenciarse hasta generar plantas transgénicas con propiedades genéticas, bioquímicas y morfológicas diferentes a la planta madre.

Las plantas transgénicas pueden destinarse a la producción de frutas y semillas mejoradas o como fuente directa de alimento tanto humano como animal. También pueden ser usadas para la obtención de compuestos naturales de importancia farmacéutica e industrial como fármacos, sabores y aromas, o usarse como biorreactores para la producción de nuevas biomoléculas como proteínas, antígenos y anticuerpos (Calva *et al* 2002, Calva y Pérez 2004, Ma *et al* 2005).

Alimentos transgénicos versus medicamentos transgénicos

A diferencia de las plantas transgénicas destinadas a la producción de fármacos y medicamentos transgénicos por la Biotecnología Farmacéutica Vegetal (Calva y Pérez 2004, Ma *et al* 2005), las diseñadas para la producción de alimentos transgénicos por la Biotecnología Agrícola no han sido bien aceptadas por parte de la población, bien representada por grupos ambientalistas y antigenetistas (Rea 2005, Taverne 2005).

La actitud polémica y de desacuerdo expresada por esos grupos sobre la liberación y uso de plantas genéticamente modificadas parece disminuir, y a veces desaparecer, cuando el propósito es la producción de compuestos transgénicos para el tratamiento de enfermedades como cáncer cervical, linfoma, caries dentales, diarreas, deficiencias vitamínicas y vacunas antivirales, entre otras (Calva *et al* 2002, Ma *et al* 2005).

El potencial de las plantas para la producción de fármacos y medicamentos transgénicos a base de proteínas fue reconocido desde que Sijmons *et al* (1990) reportaron la formación de albúmina humana por plantas transgénicas de tabaco y papa transformadas con un gen quimérico de albúmina humana. Desde entonces, más de un centenar de proteínas con potencial terapéutico, tanto de origen humano, animal, bacteriano o de otras plantas, han sido producidas en diversas variedades de plantas transgénicas (Twyman *et al* 2003, Ma *et al* 2005).

No obstante, a pesar de las ventajas que ofrecen los sistemas vegetales o sus cultivos *in vitro* con respecto a los modelos bacterianos y de células animales, como son los niveles de producción, el procesamiento postraduccional, seguridad y control del producto transgénico, los rendimientos, procesos de recuperación y productividad volumétrica aún no son económicamente rentables para su comercialización (Ma *et al* 2005, Twyman *et al* 2005). Sin embargo, esta biotecnología denominada Agricultura Molecular (Molecular Farming), está próxima a competir con varios modelos bacterianos y de células animales usados actualmente para la producción de proteínas transgénicas. El reto actual es mejorar los rendimientos y disminuir los costos de recuperación del producto mediante el uso de nuevos promotores, mejoramiento de la estabilidad de la proteína y disminución de los costos de recuperación.

Paradójicamente, las plantas transgénicas destinadas a consumirse como alimentos o como fuentes de frutas y semillas mejoradas, que tanta controversia e incertidumbre entre la población han provocado, son las que han inundado el mercado mundial desde 1996 en que en Estados Unidos se permitió su comercialización a gran escala (Khush 2001, Taverne 2005).

Dentro de las plantas transgénicas cultivadas a gran escala para ser usadas como directamente como alimentos transgénicos o productos alimentarios destaca el arroz, maíz, trigo, caña de azúcar, soya, algodón, canola, papa, zanahoria, chícharo, jitomate, brócoli, uva, durazno, fresa y sandía (APHIS USDA 2005).

Conclusiones

Sin embargo, aunque las plantas transgénicas representan la alternativa más viable para satisfacer las necesidades de alimentos para las generaciones futuras, estas son menos aceptadas por la población general (Taverne 2005).

Una razón es la presencia de nuevas funciones enzimáticas y bioquímicas, cambios metabólicos inesperados que pueden ocurrir como consecuencia del rearrreglo o pérdida de DNA cromosomal durante el proceso de transformación (Wilson et al 2005). La mayoría de las plantas transgénicas contiene genes que producen compuestos para la resistencia a un herbicida o algún insecto específico, lo que puede finalmente inducir resistencia en otras variedades de plantas y los insectos específicos. Aunque en la mayoría de las ocasiones los efectos de estos cambios no son fenotípicamente evidentes, se ha reportado que a nivel metabólico pueden alterar rutas del metabolismo que conlleven a la biosíntesis de compuestos potencialmente tóxicos o tejidos que producen alimentos con menor valor nutricional que la planta silvestre (Schubert 2005). Para reducir la posibilidad de estos efectos inesperados se ha propuesto que se incorporen protocolos de regulación que demandan estudios sobre el perfil metabólico, pruebas de mutágenos, análisis molecular de los sitios de inserción del DNA foráneo y análisis nutricionales con animales, entre otros.

Otra razón expresada contra la liberación de plantas transgénicas es que estas variedades pueden liberar polen a su entorno y así combinarse con otras variedades por polinización cruzada; este riesgo es particularmente cierto para plantas como maíz y azúcar de caña (Aliberta et al 2005). Además, como ocurrió durante la Revolución Verde, la adopción no planeada de estos cultivos pueden desplazar y finalmente extinguir las variedades usadas tradicionalmente y probablemente también las silvestres (Frisvold y Condon 1998, Uzogara 2000). Es evidente que los cultivos de plantas transgénicas poseen riesgos potenciales para los cultivos tradicionales y el ecosistema, especialmente en sitios donde la agricultura es desarrollada sin control de calidad estricto.

En conclusión, aunque las plantas transgénicas prometen ser la fuente de alimentos y compuestos farmacológicamente activos para el futuro, su liberación y uso debe ser rigurosamente reglamentado y considerar estrictamente los riesgos expresados tanto por científicos como por activistas antigénistas.

Bibliografía

AITCHISON P. A., MACLEOD A. J., YEOMAN M. M. (1977). Growth patterns in tissue (callus) cultures. En: Street H. E. (Ed.) Plant tissue and cell culture. Blackwell Sci. Publ., Oxford., England. pp. 267-306.

ALIBERTA B., SELLIERA H., SOUVRE A. (2005). A combined method to study gene flow from cultivated sugar beet to ruderal beets in the glasshouse and open field. *European Journal of Agronomy* 23(2): 195-208.

APHIS USDA. Animal and Plant Health Inspection Service. United States Department of Agriculture (2005). Disponible en Internet: <http://www.aphis.usda.gov/brs/status.html>

BHOJWANI S. S., RAZDAN M. K. (1983). Plant tissue culture: Theory and practice. En: Development in Crop Science V. 5. Elsevier Sci., Publ., Co. New York, U.S.A. pp. 1-10.

BHOM H. (1982). The inability of plant cell cultures to produce secondary substances. *Plant Tissue Culture. Proc., 5th. Int. Cong. Plant Tissue and Cell Culture*, pp. 325- 328.

TALLER DE ACTIVIDADES DE LA LECTURA “Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro”

Objetivo: Valorar las ventajas y riesgos de la producción de alimentos y medicinas por la manipulación de las células y tejidos vegetales.

ESTANDAR DE CIENCIAS NATURALES: Explico la estructura celular y las funciones básicas de sus componentes.

- A. Copia la imagen de una célula vegetal con sus partes.
- B. Explique las diferencias entre la célula vegetal y animal.

ANTES DE LEER

- C. ¿Qué sabe de los alimentos transgénicos?

Son alimentos que han sido alterados para aumentar su tamaño normal o hacerlos más resistentes a algunas plagas y de esta forma aumentar la producción de las cosechas.

COMPRENSIÓN LECTORA

1. ¿Cómo puede el cultivo de células y tejidos vegetales ser fuente de alimentos para el futuro?

Dado el incremento de la población mundial, se hace necesario incrementar también la producción de alimentos, para ello es necesario mejorar la productividad de los cultivos agrícolas por medio de plantas que provengan de alimentos de mejor calidad y a bajos costos.

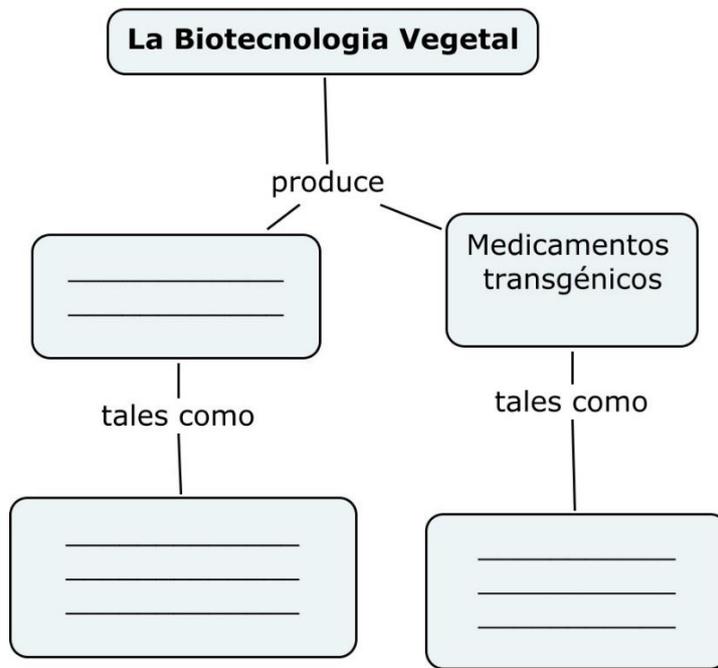
2. ¿Por qué este artículo es una lectura de divulgación científica?

Porque da a conocer al público en general sobre los procedimientos biotecnológicos para el cultivo de células vegetales y tejidos en la producción de alimentos y medicamentos transgénicos.

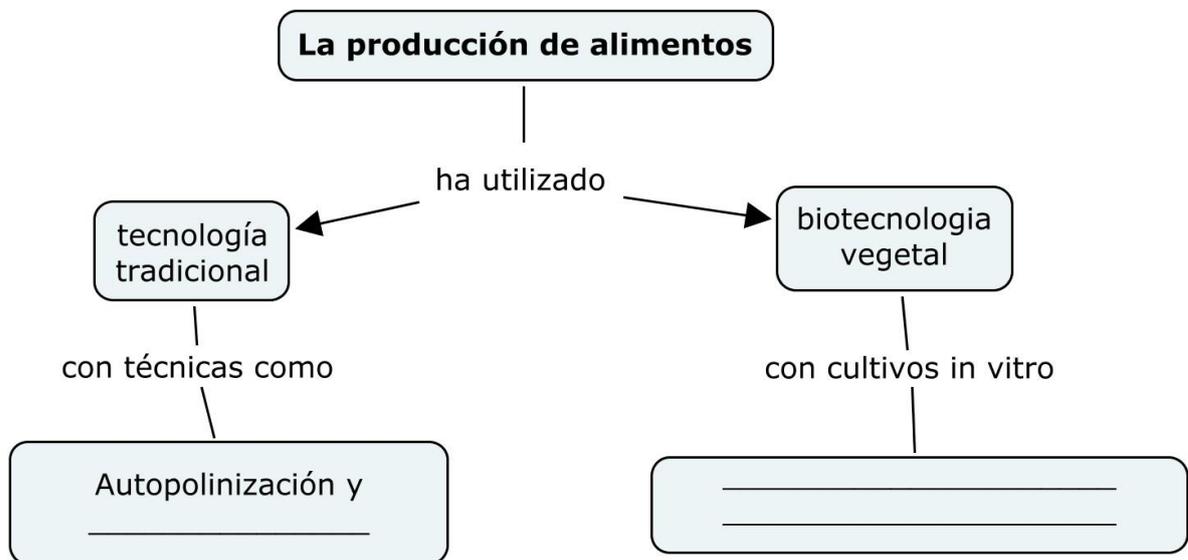
3. Explique la afirmación “la producción de alimentos es un importante reto para este siglo”

Por el vertiginoso aumento de la población mundial, se necesita también incrementar la producción de alimentos para abastecer las necesidades de consumo.

4. Complete el siguiente mapa conceptual de acuerdo con la lectura.



5. Complete el siguiente mapa conceptual de acuerdo con la lectura.



Respuesta: Autopolinización y polinización cruzada; biotecnología vegetal con cultivos in vitro con ingeniería genética y biología molecular

6. Las células totipotentes o meristemáticas en las plantas cumplen una función homóloga a las células madres en los animales, explique por qué.

Las células meristemáticas tienen la capacidad de producir una copia íntegra del material genético de la planta a la que pertenece sin importar su función o posición en ella, por lo tanto, tiene la capacidad para regenerar una nueva planta completa.

7. ¿Cuáles plantas o productos transgénicos se comercializan en el mercado local?

Se destacan el arroz, maíz, trigo, papá, zanahoria, tomate, uva, duraznos, fresas, sandia y cebolla.

8. ¿Qué ventajas y problemas trae el uso masivo de las plantas transgénicas?

VENTAJAS

Por medio de la producción de alimentos transgénicos se puede satisfacer las necesidades de alimentos para las futuras generaciones

Estos productos transgénicos también se pueden utilizar en medicamentos farmacéuticos

Pueden ser productos más resistentes a las plagas

DESVENTAJAS

Tienen inestabilidad genética

Pueden crear problemas de salud

Se puede acabar con las plantas nativas de una región

Estos productos transgénicos no son realmente confiables para la salud

Crean resistencia a los antibióticos

9. Elabore un resumen de la lectura.

Dado el incremento de la población mundial se ha buscado la necesidad también de incrementar la producción de alimentos y para vencerlo se busca el rendimiento y la productividad de los cultivos agrícolas y que sean a más bajos costos. Debido a esto aparecen las plantas transgénicas que consiste en la modificación de sus genes, estas plantas de alimentos modificados vendrá a satisfacer el hambre en el mundo, pero así mismo como ofrece ventajas, también pueden traer problemas en la salud perjudicando a las personas, también nos informa de medicamentos hechos de plantas transgénicas los cuales ayudaran a curar ciertas enfermedades. Aunque estos alimentos a base de plantas transgénicas son una alternativa viable para la alimentación mundial.

10. ¿Qué tipo de productos alimenticios prefiere los transgénicos o los tradicionales?

Justifique su respuesta.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

D. Adicionar el vocabulario nuevo de la lectura al glosario sobre la biología celular.

ANEXO F Encuesta sobre los hábitos de lectura

ENCUESTA SOBRE HÁBITOS DE LA LECTURA

GRADO NOVENO/ 2014

Durante este año, la docente Martha Liliana Chogó, de la Institución Educativa José María Carbonell, lleva a cabo un proyecto a través de la Maestría liderado por la Universidad Nacional sobre mejorar la comprensión de textos de Divulgación Científica en el área de Ciencias Naturales. Con el fin de conocer las costumbres y hábitos lectores, se realiza esta encuesta. Por favor respóndela con mucha atención.

1. ¿En qué año naciste?
 1998 o antes 1999 2000 2001
2. ¿Eres hombre o mujer?
 Hombre Mujer
3. ¿Cuántas personas viven en tu casa incluyéndote?
 Dos Tres cuatro Cinco Seis Siete o más
4. ¿Vives con tus padres?
 Sí, con los dos sólo con mi padre Sólo con mi madre Con un familiar
5. ¿Qué grado de escolaridad tienen tus padres?

	Padre	Madre
Sin estudios		
Primaria incompleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Primaria completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bachiller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Universitarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Cuál es la ocupación de tus padres?

	Padre	Madre
Comerciante		
Agricultor/a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empleado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Propietario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Construcción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transporte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hogar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Qué título académico te gustaría alcanzar?
 Bachiller Formación superior en formación profesional Universitario
8. Aproximadamente, ¿Cuántos libros hay en tu casa, sin contar los textos?
 Ninguno menos de cinco entre cinco y veinte Entre veinte y cincuenta
9. ¿Cuántos libros se han comprado en tu casa en el último año?
 Ninguno Entre uno y dos Entre dos y cinco Entre cinco y veinte
10. ¿Con qué frecuencia se compran en tu casa periódicos o revistas?
 Nunca Una o dos veces a la semana Casi todos los días Todos los días
11. ¿Cuánto leen tus padres?

	Nada	Poco	Algo	Mucho
Tu padre				
Tu madre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. ¿Te gusta leer?
 Nada Casi Nada Regular Bastante Mucho
13. ¿Cuánto tiempo dedicas a la lectura?
 Todos los días un rato sábados y domingos A veces Siempre que tengo tiempo
14. Los libros que lee, generalmente
 Los compra se los regalan Suelen ser prestados Son de la Biblioteca
15. ¿Suele frecuentar la Biblioteca?
 Nunca Casi nunca A veces Muy a menudo
16. Normalmente termina los libros que empiezas?
 Nunca A veces Casi siempre Siempre
17. ¿En qué momentos del día prefiere para leer?
 En horas de la mañana Durante el día En horas de la tarde A la hora de dormir
18. ¿Qué cantidad de tiempo dedica diariamente a la lectura?
 Menos de una hora Más de una hora Dos horas Más de dos horas
19. ¿Con qué frecuencia lee textos de divulgación científica?
 Nunca Muy raramente De vez en cuando Habitualmente
20. ¿Qué tipo de lecturas prefieres leer?
 Científicas poesías Historias de amor Narrativos Cuentos
21. ¿Comentas con tus compañeros los libros que lees?
 Nunca A veces Siempre Casi siempre
22. A la hora de leer, ¿por cuál de estos libros te interesas?
 Textos densos y profundos Sencillos y fácil de leer Ambos tipos de textos No sabe
23. ¿Cuál es el principal motivo por el que crees es importante leer?
 Porque aprendo mucho Aprendo sobre otras de culturas Me enseña a expresarme mejor
 Me entretengo leyendo Aprendo el significado de much[] palabras
24. ¿En qué asignaturas los profesores suelen sugerir o mandar lecturas? (Indica las asignaturas)
 _____ _____
 _____ _____
25. ¿Cuándo lees prefieres los documentos impresos o en pantalla del computador? (Indica cuál)
 _____ _____

ANEXO G. Autoevaluación de los talleres de lectura de textos de divulgación científica

INSTITUCION EDUCATIVA JOSE MARIA CARBONELL

AUTOEVALUACIÓN PROYECTO DE LECTURA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

NOMBRE _____ Curso _____

Complete el siguiente cuadro de acuerdo tanto de su opinión del desarrollo de las evaluaciones y talleres de las lecturas como de su desempeño en las mismas.

	PROCESOS	1	2	3	4	JUSTIFICACIÓN
1	Identifico las características de una lectura de divulgación científica y la diferencio con claridad de otro tipo de textos					
2	A partir del título de la lectura y las imágenes, puedo hacer conjeturas de su posible contenido					
3	Comprendo la idea principal de una lectura de divulgación científica					
4	Completo correctamente diagramas y mapas conceptuales de una lectura.					
5	Resumí las ideas importantes de una lectura					
6	He aprendido vocabulario nuevo relacionado con la biología celular					
7	Los temas estudiados en las lecturas de divulgación científica han sido interesantes					
8	La socialización de las lecturas me permitió aclarar las dudas y ampliar los conocimientos del tema.					
	TOTAL					

Convenciones:

1 = Excelente

2 = Sobresaliente

3 = Aceptable

4 = Deficiente

ANEXO H. Rúbricas de las lecturas de intervención

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 1 CELULAS MADRE: ¿LA PANACEA DE LA MEDICINA DEL SIGLO XXI?			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERAL PRIMARIO			
Reconoce información explícita en los textos que lee. Ítems 4, 5, 10, 11, 12, 13	Localiza correctamente información explícita de la lectura		No logra localizar la información explícita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para hallar la idea principal - Ítems 1, 2	Redacta la idea principal de la lectura	Redacta de manera incompleta la idea principal de la lectura	Se le dificulta redactar la idea principal de un texto
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales con información relevante de la lectura. Ítem 6, 7	Completa acertadamente los cuadros sinópticos de acuerdo con la lectura	Completa parcialmente los cuadros sinópticos	No completa con datos correctos los cuadros sinópticos o los deja sin información.
NIVEL INFERENCIAL			
Analiza y elabora conclusiones de la lectura. Ítem 14	Analiza y escribe conclusiones válidas de acuerdo con el tema de la lectura.	Escribe conclusiones incompletas de la lectura	Las ideas expresadas no corresponden a las conclusiones de la lectura.
Infiere el significado de expresiones o frases tomadas de la lectura. Ítem 3	Explica acertadamente el significado de la frase tomada de la lectura.	Explica parcialmente el significado de la frase tomada de la lectura	No explica con argumentos válidos el significado de la frase tomada de la lectura.
NIVEL CRÍTICO			
Reflexiona sobre el contenido de la lectura, la intención del autor y expresa su punto de vista. Ítem 15	Justifica con razones válidas su punto de vista sobre la intención del autor.	Justifica parcialmente su punto de vista sobre la intención del autor.	No justifica con argumentos válidos su punto de vista sobre la intención del autor.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA			
TEMA CELULAS MADRE			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Comprende el concepto de célula madre, sus tipos y su importancia en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.	Identifica el concepto de célula madre, sus tipos (célula adulta, embrionaria e inducida) y su uso medicinal para tratar numerosas enfermedades.	Identifica parcialmente el concepto de célula madre, sus tipos y su uso en la medicina para tratar numerosas enfermedades.	No identifica los tipos de células madre ni comprende cabalmente su utilidad en la medicina para el tratamiento de algunas enfermedades.
RESULTADO PROMEDIO DEL GRUPO 901		62,28	
RESULTADO PROMEDIO DEL GRUPO 902		63,42	

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 2 LA MITOCONDRIA: FUENTE DE LA ENERGÍA Y MUCHO MAS			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERELA PRIMARIO			
Reconoce información explicita en los textos que lee. Items 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	Localiza correctamente información explicita de la lectura		No logra localizar la información explicita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para resumir la lectura. Item 16	Escribe en forma coherente las ideas fundametales de la lectura	Escribe algunas ideas de la lectura pero le faltan otras para completar el sentido global del texto.	No escribe las ideas centrales que desarrolla la lectura.
Habilidad para completar cuadros sinopticos o mapas conceptuales con información relevante de la lectura. Item 17	Completa acertadamente los cuadros sinópticos de acuerdo con la lectura	Completa parcialmente los cuadros sinópticos	No completa con datos correctos los cuadros sinópticos o los deja sin información.
NIVEL INFERENCIAL			
Infiere el significado de palabras o expresiones de uso poco común a partir del contexto Item 3	Infiere acertadamente el signicado del vocabulario científico de acuerdo con el contexto de la frase.	El significado de los términos está incompleto	El significado de las palabras no corresponde con el contexto de la lectura.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA			
TEMA LA MITOCONDRIA			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Reconoce las funciones de la mitocondria en la fisiología de la célula, de los tejidos y los seres vivos y como sus alteraciones pueden causar múltiples enfermedades.	Identifica las funciones de la mitocondria, su estructura fisiológica y como las sus alteraciones ocasionan numerosas enfermedades.	Identifica algunas funciones y partes de la mitocondría pero no comprende como sus alteraciones pueden causar enfermedades	Identifica algunas funciones de la mitocondría, pero no comprende su estructura ni como sus alteraciones son responsables de múltiples enfermedades.
PROMEDIO GRUPO 901		68,7	
PROMEDIO GRUPO 902		78,15	

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 3 NEURONAS ESPEJO, EL REFLEJO DE NUESTROS ACTOS			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERAL PRIMARIO			
Reconoce información explícita en los textos que lee. Ítems 2, 3, 7, 8, 9, 10,	Localiza correctamente información explícita de la lectura		No logra localizar la información explícita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para hallar la idea principal - Ítem 1	Redacta la idea principal de la lectura	Redacta de manera incompleta la idea principal de la lectura	Se le dificulta redactar la idea principal de un texto
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales con información relevante de la lectura. Ítem 11	Completa acertadamente los cuadros sinópticos de acuerdo con la lectura	Completa parcialmente los cuadros sinópticos	No completa con datos correctos los cuadros sinópticos o los deja sin información.
NIVEL INFERENCIAL			
Infiere el significado de expresiones o frases tomadas de la lectura. Ítem 4	Explica acertadamente el significado de la frase tomada de la lectura.	Explica parcialmente el significado de la frase tomada de la lectura	No explica con argumentos válidos el significado de la frase tomada de la lectura.
Relaciona información del texto con la vida cotidiana. Ítem 5, 6	Relaciona de manera lógica los conceptos de la lectura con situaciones de la vida real.	Relaciona parcialmente los conceptos de la lectura con situaciones de la vida real.	No relaciona de manera lógica los conceptos con situaciones de la vida real.
NIVEL CRÍTICO			
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su punto de vista. Ítem 12	Justifica con razones válidas su punto de vista sobre el tema de la lectura.	Justifica parcialmente su punto de vista sobre el tema de la lectura	No justifica con argumentos válidos su punto de vista sobre el tema de la lectura.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA			
NEURONAS ESPEJO, EL REFLEJO DE NUESTROS ACTOS			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Identifica la función de las neuronas espejo, su relación con el aprendizaje y el autismo	Identifica la función de las neuronas espejo, su relación con el aprendizaje y el autismo	Identifica en parte la función de las neuronas espejo, su relación con el aprendizaje y el autismo	No identifica la función de las neuronas espejo, su relación con el aprendizaje y el autismo.
RESULTADO PROMEDIO 901		77,81	
RESULTADO PROMEDIO 902	82,25		

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 4 RESPIRAR, SIN RESPIRAR			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERAL PRIMARIO			
Reconoce información explícita en los textos que lee. Items 1, 2, 3, 4, 6, 7	Localiza correctamente información explícita de la lectura		No logra localizar la información explícita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para hallar la idea principal y secundarias - Item 8, 10	Redacta la idea principal de la lectura	Redacta de manera incompleta la idea principal de la lectura	Se le dificulta redactar la idea principal de un texto
NIVEL INFERENCIAL			
Interpreta apropiadamente la figura que acompaña a la lectura. Item 5.	Interpreta acertadamente la imagen que acompaña la lectura.	Interpreta parcialmente la imagen que acompaña la lectura.	No interpreta acertadamente la imagen que acompaña a la lectura.
Establece relación entre conceptos expresados en el texto. Item 9	Explica con argumentos válidos las relaciones entre los conceptos comparados.	Explica parcialmente la relación entre los conceptos comparados	No explica acertadamente la relación entre los conceptos comparados del texto.
NIVEL CRÍTICO			
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su punto de vista. Item 11	Justifica con razones válidas su punto de vista sobre el contenido de la lectura.	Justifica parcialmente su punto de vista sobre la lectura	No justifica con argumentos válidos su punto de vista sobre la lectura.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA			
RESPIRAR, SIN RESPIRAR			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% de aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Entiende los procesos de respiración celular y como la microparticulas lipidicas semipermeables pueden llevar oxigeno a las celulas en el cuerpo	Diferencia entre los procesos de respiración aeróbica y anaeróbica en las células y como funciona las LOMs (microparticulas lipídicas semipermeables) que transportan oxigeno al cuerpo.	Diferencia parcialmente los procesos de respiración aeróbica y anaeróbica en las celulas y el funcionamiento de las LOMs para transportar oxigeno a los eritrocitos.	Se le dificulta diferenciar entre los procesos de respiración celular y el funcionamiento de las LOMs para transportar oxigeno a los eritrocitos.
RESULTADO PROMEDIO 901	83,6		
RESULTADO PROMEDIO 902	89,04		

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 5 ¿ESTÁN VIVOS LOS VIRUS?			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERAL PRIMARIO			
Reconoce información explícita en los textos que lee. Items 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12 ,13, 14, 15	Localiza correctamente información explícita de la lectura		No logra localizar la información explícita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para completar cuadros sinopticos o mapas conceptuales con información relevante de la lectura. Item 16	Completa acertadamente los cuadros sinópticos de acuerdo con la lectura	Completa parcialmente los cuadros sinópticos	No completa con datos correctos los cuadros sinópticos o los deja sin información.
NIVEL INFERENCIAL			
Infiere el significado de palabras o expresiones de uso poco común a partir del contexto Item 6	Infiere el significado de términos científicos de acuerdo con el contexto.		El significado de las palabras no corresponde con el contexto de la lectura.
Establece relación entre conceptos expresados en el texto. Item 7	Explica con argumentos válidos las relaciones entre los conceptos comparados.	Explica parcialmente la relación entre los conceptos comparados	No explica acertadamente la relación entre los conceptos comparados del texto.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA			
TEMA LOS VIRUS			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% de aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Identifica las características generales de los seres vivos terrestres, su evolución y su relación con los virus.	Identifica los conceptos de célula eucariota, célula procariota, genotipo y fenotipo, mutación y diversidad, genética y evolución.	Identifica parcialmente los conceptos de célula eucariota, procariota, genotipo, fenotipo, mutación y diversidad, genética y evolución.	No identifica los conceptos célula eucariota, procariota, genotipo, fenotipo, mutación y diversidad, genética y evolución
RESULTADO PROMEDIO 901	83,6		
RESULTADO PROMEDIO 902	89,04		

RUBRICA PARA LAS LECTURAS DE LA INTERVENCIÓN			
LECTURA 6 CULTIVO DE CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES: FUENTE DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO			
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	AVANZADO (2 PUNTOS)	INTERMEDIO (1 PUNTO)	INSUFICIENTE (0 PUNTOS)
NIVEL LITERAL PRIMARIO			
Habilidad para identificar la clase de texto que va a leer según sus características - Item 2	Identifica las características de un texto científico	Identifica algunas características de los textos científicos	No identifica las características de un texto científico
Reconoce información explícita en los textos que lee. Item 8	Localiza correctamente información explícita de la lectura		No logra localizar la información explícita solicitada en la pregunta
NIVEL LITERAL PROFUNDO			
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales con información relevante de la lectura. Items 4, 5	Completa acertadamente los mapas conceptuales de acuerdo con la lectura	Completa parcialmente los mapas conceptuales	No completa con datos correctos los mapas conceptuales o los deja sin información.
Habilidad para resumir la lectura. Item 9	Escribe en forma coherente las ideas fundamentales de la lectura	Escribe algunas ideas de la lectura pero le faltan otras para completar el sentido global del texto.	No escribe las ideas centrales que desarrolla la lectura.
NIVEL INFERENCIAL			
Relaciona información explícita entre diferentes textos leídos. Item 6	Explica la relación entre los dos conceptos: células madre y células totipotentes.	Explica parcialmente la relación entre los dos conceptos de biología.	No explica la relación entre los dos conceptos de biología celular.
Analiza y argumenta respuesta según la lectura. Item 1	Análiza y argumenta respuesta de acuerdo con el tema de la lectura.	Las ideas expresadas explican parcialmente la pregunta	Las ideas expresadas no corresponden a la pregunta formulada.
Analiza el significado de frases textuales de la lectura. Item 3	Analiza y explica con argumentos válidos la frase o expresión textual.	Explica de forma incompleta el significado de la frase textual	No explica o su explicación no corresponde al sentido de la frase en la lectura.
Relaciona información del texto con la vida cotidiana. Item 7.	Nombra acertadamente numerosos productos transgénicos del mercado local.	Nombra algunos productos transgénicos y otros que no lo son del mercado local	No reconoce los productos transgénicos del mercado local.
NIVEL CRÍTICO			
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su punto de vista. Item 10	Justifica con razones válidas su punto de vista sobre el contenido de la lectura.	Justifica parcialmente su punto de vista sobre la lectura	No justifica con argumentos válidos su punto de vista sobre la lectura.

RUBRICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA BIOLOGÍA CELULAR			
CULTIVO DE CELULAS Y TEJIDOS VEGETALES: FUENTE DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO			
COMPETENCIA	AVANZADO (80% a 100% aciertos)	MEDIO (50% a 79% de aciertos)	BAJO (1% a 49% de aciertos)
Conoce los procedimientos biotecnológicos para el cultivo de las células vegetales en la producción de alimentos y medicamentos transgénicos.	Identifica los procedimientos biotecnológicos para el cultivo de las células vegetales en la producción de alimentos y medicamentos.	Identifica algunos procedimientos biotecnológicos para el cultivo de células vegetales en la producción de alimentos y medicamentos.	No identifica los procedimientos para el cultivo de células vegetales en la producción de alimentos y medicamentos.
RESULTADO PROMEDIO 901	91,2		
RESULTADO PROMEDIO 902	93,8		

SEBBM DIVULGACIÓN

LA CIENCIA AL ALCANCE DE LA MANO



Origen molecular de la compleja enfermedad de Parkinson

José Manuel Fuentes

Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Genética de la Universidad de Extremadura y Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Neurodegenerativas (CIBERNED)

Biografía

José Manuel Fuentes se licenció en Veterinaria por la Universidad de Extremadura en 1988 y se doctoró en la misma en 1993 (Dr. Germán Soler Grau), realizando estancia postdoctoral en el UMR 8221, CEA de Saclay, Francia (Dr. Marc le Maire). En la actualidad es Catedrático de EU de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Enfermería de la UEx en Cáceres. Es autor de más de 80 trabajos entre artículos de investigación, capítulos de libros y patentes, habiendo recibido varias distinciones como el Premio Regional de Investigación en Ciencias de la Salud de la Junta de Extremadura. Está integrado desde su fundación en el Centro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Neurodegenerativas (CIBERNED) del ISCIII. Su trabajo se centra en la etiología de la enfermedad de Parkinson, concretamente en la interacción entre factores genéticos y medioambientales en el origen de la misma, con especial interés en el rol de la autofagia.

<http://www.sebbm.es/>

HEMEROTECA:

http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion_29

Resumen

A pesar de los años que lleva en estudio la enfermedad de Parkinson, su origen aún permanece oculto por la bruma. Aunque es evidente que sus causas se asientan sobre tres patas: factores genéticos, factores medioambientales y el envejecimiento. Descifrar el papel y la relevancia de cada uno de ellos constituye el actual reto de los investigadores.

Summary

Despite the many years that Parkinson's disease has been studied, its origin still remains unknown. Nevertheless it is clear that its causes are based on three axis: genetics, environment and aging. Deciphering the role and relevance of each of them is the current challenge for researchers in the field.

Todos conocemos a alguna persona que padece la enfermedad de Parkinson (EP), pues se estima que en España existen unos 80.000 enfermos. Suele iniciarse a una edad promedio de 55 años, con una banda entre 50 y 80, aunque en los últimos años son cada vez más frecuentes en menores de 40 años. La EP es un proceso crónico degenerativo, constituyendo la segunda enfermedad neurodegenerativa cuantitativamente más importante tras el Alzheimer. El origen de dicho trastorno reside en la pérdida de, al

menos, el 50% de las neuronas de un área del mesencéfalo conocida como sustancia negra. En condiciones normales, dichas neuronas son las encargadas de producir dopamina, mensajero mediante el cual envían señales inhibitorias hacia el cuerpo estriado. La EP idiopática está clínicamente definida por una serie de síntomas, caracterizados por la pérdida de la coordinación de movimientos. Los síntomas pueden diferenciarse en síntomas motores y no motores. Los primeros (temblores, lentitud, rigidez...) suelen ser los más conocidos aunque los segundos (pérdida de olfato, trastornos del sueño o disfunción urinaria o sexual) se están considerando en la actualidad como factores precursores a los síntomas motores. La enfermedad fue descrita por primera vez como "parálisis agitante" por James Parkinson en 1817. En 1961, Jean-Martin en el Hospital de la Salpêtrière de París, la describe más extensamente, refiriéndose a ella como enfermedad de Parkinson. Otros hitos de la historia de la enfermedad fueron descritos por Trietiaikov (degeneración sustancia negra), Lewy (acumulación de agregados proteicos) o Carlsson (disminución de dopamina y sustitución por L-Dopa). Hasta hace 20 años el conocimiento sobre la misma se limitaba a la observación de aspectos clínicos. En la actualidad existe un mayor conocimiento de las bases moleculares del Parkinson. Éste ha sido posible gracias al espectacular

avance científico en análisis globales. Ahora podemos relacionar de forma directa la degeneración neuronal con alteraciones en determinadas proteínas y con las interacciones con factores exógenos aunque aún estamos lejos de comprender de una manera completa las causas que desencadenan esta enfermedad en una persona.

La EP es una enfermedad compleja y multifactorial donde se combinan factores de tipo genético y medioambiental y que como la mayoría, tiene su origen en alteraciones moleculares.

La toxina 1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina produce una muerte selectiva de las neuronas de la sustancia negra en humanos y en modelos experimentales, e induce síntomas motores similares a los observados en la EP. Este descubrimiento abrió las puertas hacia una investigación más exhaustiva de posibles factores medioambientales que pudieran estar relacionados con dicha enfermedad. Hoy se conocen un elevado número de plaguicidas, herbicidas o químicos industriales que intervienen en el desarrollo de la EP. Entre ellos la rotenona, una sustancia de origen vegetal utilizada como insecticida y que actúa como un potente inhibidor del complejo I

de la cadena respiratoria mitocondrial; la 6-hidroxidopamina, neurotoxina inductora de estrés oxidativo; o compuestos biperidínicos como el ión MPP⁺ o el herbicida paraquat, de los cuales se conoce su implicación en procesos neurodegenerativos. Estos estudios se complementan con otros de tipo epidemiológico que asocian una mayor prevalencia de la enfermedad a zonas o grupos poblacionales con un mayor riesgo de exposición a estas sustancias.

Por otro lado, aunque ya en 1888 Gowers introduce la posibilidad de que se trate de una enfermedad hereditaria debido al número considerable de pacientes enfermos con antecedentes familiares, no fue hasta 1997, cuando se identificó una mutación autosómica dominante de un gen que posteriormente se denominó PARK1 y que codifica para la proteína α -sinucleína (componente de los cuerpos Lewy, lesión anatomopatológica característica de la enfermedad). Desde ese momento ha habido una frenética búsqueda de genes potencialmente relacionados con la enfermedad. Se conocen unos 16 genes PARK, con varios centenares de polimorfismos conocidos y asociados en mayor o menor medida con EP. Entre los más importantes estarían los PARK2 (parkina) o

PARK6 (pink1) en los casos de desarrollo temprano o PARK8 (lrrk2) en los de desarrollo tardío. Muchos de estos genes codifican para proteínas implicadas en procesos de aclaramiento y eliminación de proteínas u orgánulos alterados. Algunas de ellas forman parte de los sistemas de ubiquitinación o de regulación de un mecanismo celular conocido como autofagia (autodigestión), constituyendo la desregulación de este proceso uno de los puntos calientes en la investigación sobre la EP.

A modo de resumen podemos decir que la mayoría de los casos de individuos con EP son esporádicos y que solo un 5-10% presentan un patrón de transmisión hereditaria familiar, resaltando la importancia de los factores ambientales en el origen de dicha enfermedad. Por lo tanto, se postula que la causa de la enfermedad puede ser debida a una interacción entre factores hereditarios y ambientales, donde el factor genético predispone, pero no determina el desarrollo de la enfermedad y donde el factor medioambiental desencadena la enfermedad sólo ante un sustrato genético evidente.

Referencias

1. <https://www.michaeljfox.org/>
2. <http://www.fedesparkinson.org/>
3. Pan T, Kondo S, Le W, Jankovic J. (2008). The role of autophagy-lysosome pathway in neurodegeneration associated with Parkinson's disease. Brain Aug; 131(Pt 8):1969-78.
4. Gao HM, Hong JS. (2011). Gene-environment interactions: key to unraveling the mystery of Parkinson's disease. Prog Neurobiol. 2011 Jun;94(1):1-19.

Etiología de la Enfermedad de Parkinson

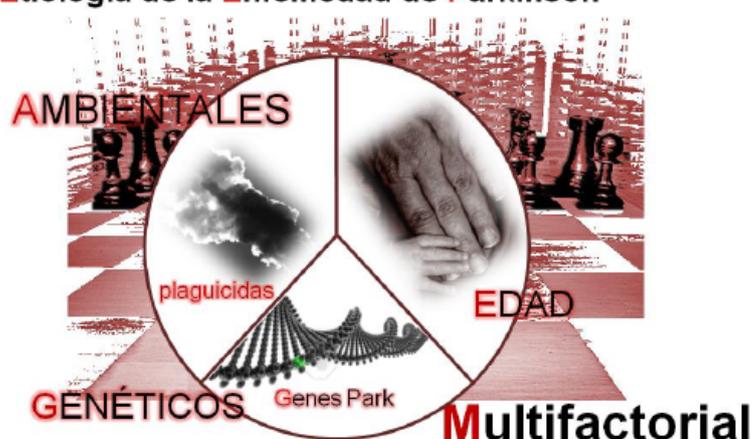


Figura. Los tres factores implicados en el origen de la enfermedad de Parkinson.



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ MARÍA CARBONELL

PROYECTO LECTURA DE TEXTOS CIENTÍFICOS

ÁREA DE CIENCIAS NATURALES – GRADO NOVENO: Fecha: _____

DOCENTE: Martha Liliana Chogó – Nombre: _____

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

OBJETIVO: Establecer el nivel inicial de comprensión de lectura textos de divulgación científica en los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa José María Carbonell.

1. ¿Por qué es esta una lectura de divulgación científica?

2. ¿Por qué se puede decir que el autor de este artículo de divulgación científica es un experto en el tema?

3. Compare la lectura de divulgación científica con un cuento literario. ¿Qué semejanzas y diferencias puede haber en su estructura y lenguaje?

4. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?

5. La afirmación *“Todos conocemos a alguna persona que padece la enfermedad de Parkinson (EP), pues se estima que en España existen unos 80.000 enfermos”*, ¿podría ser válida para Colombia? Justifique su respuesta.

6. La etiología de la Enfermedad de Parkinson se refiere a:

- Los factores que producen Enfermedad de Parkinson.
- Los síntomas de la Enfermedad de Parkinson.
- Los tratamientos para la Enfermedad de Parkinson.
- Los pacientes con la Enfermedad de Parkinson.

7. ¿Cuáles de estos síntomas se presentan en la enfermedad de Párkinson?

- Temblores, rigidez de los músculos y movimientos lentos
- Hemorragias, pérdida del olfato y adelgazamiento
- Trastorno del sueño, fiebres y vómitos
- Inteligencia, lentitud en los movimientos involuntarios y estrés

8. ¿En qué se basa esta enfermedad?

- Desarrollo progresivo de una lentitud motora por destrucción de nervios musculares
- Desarrollo progresivo de una incapacidad por destrucción de neuronas
- Desarrollo progresivo de una incapacidad por destrucción de lazos memoriales
- Desarrollo progresivo de una incapacidad por destrucción de eritrocitos

9. ¿En qué influye la dopamina?

- a. En el control del habla
- b. En el control del movimiento
- c. En el control del aprendizaje
- d. En el control de la visión

10. Explique en sus palabras la figura sobre los tres factores implicados en el origen de la enfermedad de Parkinson.

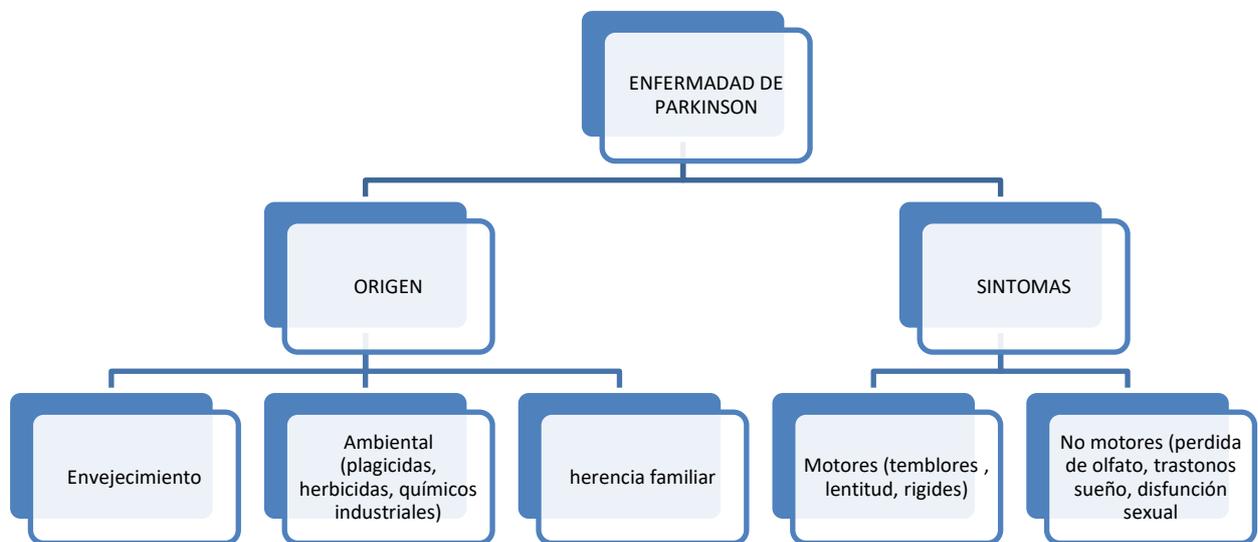
11. ¿Cómo considera Usted se puede disminuir el riesgo ambiental para evitar la enfermedad de Parkinson?

12. ¿Por qué se llama enfermedad de Parkinson?

13. ¿Qué neurotransmisor ve empeorada su producción en quien sufre Párkinson?

14. ¿Qué es exactamente la sustancia negra?

15. Complete el siguiente diagrama de acuerdo con el contenido de la lectura.



En tu bicicleta: ¿Cómo los músculos responden al ejercicio?

Submitted by minh on 31 August 2012

Traducido por Jorge J. Pérez-Maceira

Por Maléne Lindholm y Susanna Wallman Appel



Imagen cortesía de Let Ideas Compete; fuente de la imagen: Flickr

Todos sabemos que el ejercicio nos pone en forma y es saludable – pero, ¿Qué cambios tienen lugar en nuestras células para que esto suceda?

La próxima vez que usted esté trabajando en el gimnasio, o recorriendo las calles corriendo o haciendo jogging, piense en esto: la idea de “memoria muscular” – el ejercicio de hoy tiene efectos en nuestros músculos años a partir de ahora – nunca se ha demostrado científicamente. ¿Existe realmente?, y si es así, ¿Cómo funciona?

Estas son algunas de las preguntas que esperamos responder en nuestra investigación en curso, que tiene por objeto precisar los cambios que se producen en los músculos cuando hacemos ejercicio, y cómo nuestros músculos “saben” que responder de manera diferente a, por ejemplo, el entrenamiento de resistencia en comparación con el entrenamiento de fuerza.

Ayudándonos a investigar estas cuestiones tenemos un gran equipo de voluntarios. No sólo deben entrenar (ciclos de entrenamiento) hasta el agotamiento en el gimnasio, sino que antes y después de un vigoroso régimen de ejercicio de varias semanas de duración, se toma una pequeña muestra de su músculo de la pierna con anestesia local (figura 1). El objetivo de nuestra investigación es ayudar a las personas a optimizar sus programas de formación para el máximo estado físico (fitness), y potencialmente para ayudar a desarrollar nuevos tratamientos para las personas que no pueden hacer ejercicio debido a que están paralizados o que tienen enfermedades de las articulaciones.



Figura 1: Una aguja de biopsia se utiliza para tomar un fragmento de músculo de la pierna de un participante en el estudio. Este tejido puede revelar cambios que se producen en las fibras musculares en respuesta a diferentes tipos de ejercicio

Imagen cortesía de Maléne Lindholm y Susanna Wallman Appel



Figura 2: Antes de los estudios sobre el ejercicio, los participantes realizan una prueba en la que se recoge todo su aire exhalado y la cantidad de oxígeno consumido por el cuerpo es medido. Esto proporciona información sobre el nivel de condición física del corazón y músculos de cada participante

Imagen cortesía de Maléne Lindholm y Susanna Wallman Appel

Evaluamos el estado físico de los voluntarios antes y después de la participación en los estudios a través de la medición de su consumo máximo de oxígeno. Los ciclos en una bicicleta estática contra el aumento de la resistencia hasta el agotamiento, mientras que usa una máscara para analizar su consumo de oxígeno (figura 2). Esto nos da información sobre la capacidad de bombeo del corazón y el metabolismo de los músculos que trabajan – ambos factores asociados con el nivel de condición física de una persona.

Luego se estudia el tejido muscular de las biopsias, ya sea por corte y tinción del tejido, viéndolo bajo un microscopio (figura 3), o por ruptura del tejido y medición de los niveles de las moléculas particulares.

Por supuesto, ya sabemos que el ejercicio regular produce beneficios para la salud. Los individuos físicamente activos tienen un riesgo menor de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II y ciertos tipos de cáncer. Incluso una cantidad moderada de actividad física diaria, por ejemplo, 30 minutos de caminata a paso ligero, es suficiente para conferir muchos de los beneficios.

No es sólo una cuestión de la cantidad de ejercicio que hacemos, sino también qué tipo y cuán intenso es: diferentes tipos de ejercicios producen diferentes efectos en el cuerpo. Los entrenamientos de fuerte resistencia, como levantamiento de pesas, hacen que los músculos esqueléticos crezcan, proporcionando una mayor fuerza, mientras que el ejercicio de resistencia regular, por ejemplo, carreras de larga distancia, en bicicleta o aeróbic, mejoran el estado físico y reducen la fatiga.

¿De qué manera el ejercicio de resistencia regular conduce a estos efectos? Con el tiempo, el corazón adquiere la capacidad de bombear grandes movimientos y después de un par de meses de entrenamiento, los nuevos vasos sanguíneos pequeños (capilares) se forman alrededor de las células musculares para asegurar un buen suministro de oxígeno. Además, el número de mitocondrias – las “centrales energéticas” de la célula – se incrementa. En el interior de las mitocondrias, las enzimas utilizan el oxígeno para convertir el azúcar y las grasas digeridas en energía utilizable. La mayor cantidad de mitocondrias de los músculos, hace que más

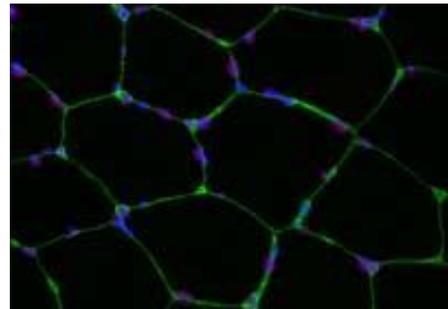


Figura 3: Un microscopio se utiliza para visualizar los cambios que ocurren dentro de las fibras musculares en respuesta al ejercicio. Los diferentes tipos de tinción pueden revelar estructuras diferentes dentro de la célula. En este caso, una modificación de las histonas específica se tiñe en rojo, con los núcleos de color azul y de la membrana celular de color verde. Para averiguar si ha ocurrido un cambio, nosotros lo comparamos con una imagen tomada antes del entrenamiento. Haga clic sobre la imagen para ampliarla

Imagen cortesía de Maléne Lindholm y Susanna Wallman Appel

azúcar y grasas sean metabolizadas y más energía pueden liberar.

Pero lo que aún no comprendemos es exactamente como el ejercicio causa dichos cambios. Estamos persiguiendo esta cuestión a lo largo de dos líneas: en primer lugar, ¿Cómo el ejercicio conduce a una mayor cantidad de mitocondrias en las células del músculo esquelético? Y segundo, ¿Cómo el ejercicio cambia la forma en que se utiliza ADN en la célula?

Construyendo mitocondrias

Las mitocondrias se construyen a partir de moléculas de proteína, por lo que los factores que estimulan la producción de proteínas mitocondriales pueden aumentar el número de mitocondrias en una célula. Un factor que actúa como un regulador clave de la producción de proteínas mitocondriales es una molécula denominada PGC-1 α (figura 4).

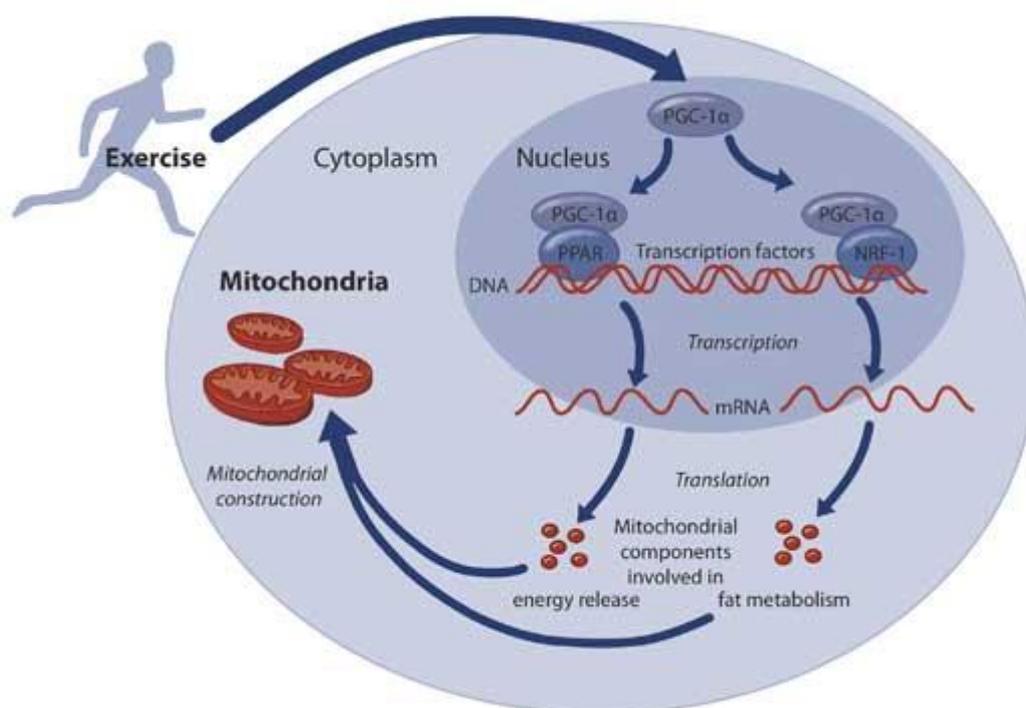
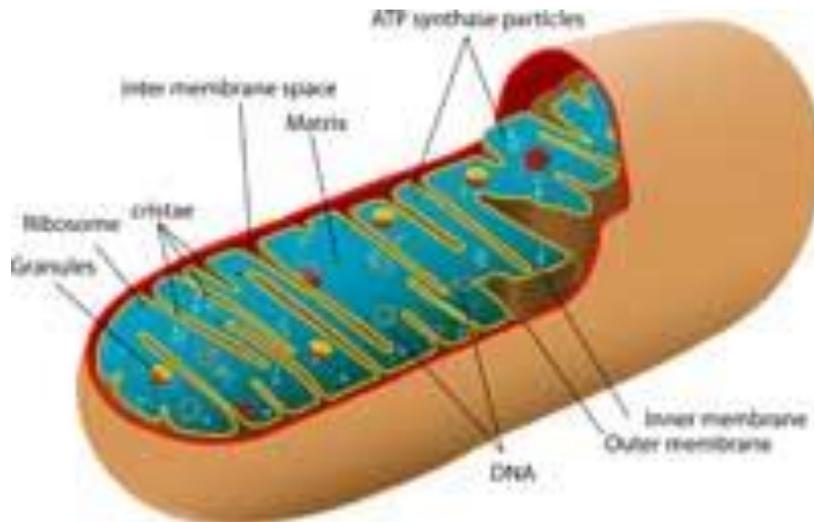


Figura 4: PGC-

1 α es un factor conocido por regular el número de mitocondrias en las fibras del músculo esquelético, lo que afecta la resistencia. Los cambios que ocurren durante el ejercicio estimulan la producción de esta proteína, que actúa en concierto con los factores de transcripción (PPAR y NRF-1) para producir componentes mitocondriales. Haga clic sobre la imagen para ampliarla

Imagen cortesía de Susanne Mükusch

Para que un gen se *expresa* – es decir, que se utilice para producir una proteína – la información del ADN almacenada en el núcleo debe primero ser copiada, o transcrita, en una molécula de ARNm. Las moléculas de ARN salen del núcleo a los sitios de la célula donde las moléculas de proteína se construyen.



Impresión artística de una sección transversal de una mitocondria, que muestra la estructura de la membrana interna plegada. Haga clic sobre la imagen para ampliarla

Imagen cortesía de Mariana Ruiz Villarreal; fuente de la imagen: Wikimedia Commons

El proceso de transcripción es controlada por las moléculas que se unen al ADN denominadas factores de transcripción. Estos se unen a la cadena de ADN en puntos muy específicos, ya sea bloqueando o promoviendo el proceso de transcripción. PGC-1 α actúa en concierto con los factores de transcripción para promover la expresión de muchos genes que codifican para las proteínas mitocondriales.

Recientemente hemos descubierto que una variante de PGC-1 α no está presente en todas antes de hacer ejercicio, pero los altos niveles de ellas se pueden encontrar después de sólo una hora de ciclismo.

Esto sugiere que ciertos genes se activan exclusivamente por el ejercicio, y esto puede ser un indicio de los efectos del entrenamiento sobre la salud. Ahora estamos investigando posibles moduladores proteicos de PGC-1 α , que pueden estar ligados a esta proteína para aumentar o disminuir su actividad en el fomento de la producción de proteínas mitocondriales.

Factores epigenéticos

También estamos estudiando el posible impacto del ejercicio sobre la epigenética. Los cambios epigenéticos afectan a cómo el ADN se utiliza, sin afectar a la información genética codificada en él. En nuestras células, el ADN se enrolla alrededor de unas proteínas en forma de moneda denominadas histonas. La colocación de pequeñas moléculas químicas en la cadena de ADN o en las histonas afecta a la capacidad de los factores de transcripción para llegar a sus genes diana. Por ejemplo, la adición de un grupo metilo (CH_3) a la molécula de ADN generalmente hace a los genes adyacentes menos accesibles y por lo tanto menos activos, mientras que fijando un grupo acetilo (COCH_3) a las histonas generalmente relaja la parte de la cadena de ADN, haciendo que sea más accesible para la transcripción (figura 5).

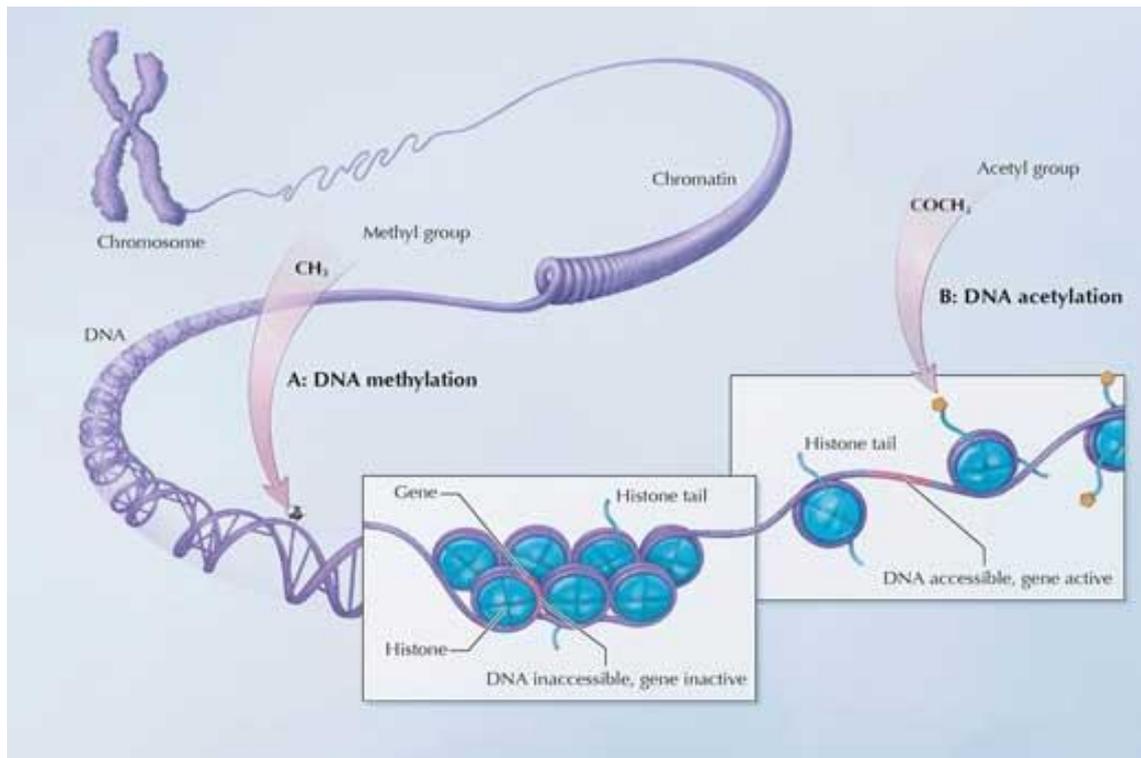


Figura 5: Adición de un grupo metilo (CH₃) a la molécula de ADN generalmente hace que los genes adyacentes menos accesibles y por lo tanto menos activos (A), mientras que fijar un grupo acetilo (COCH₃) a las histonas generalmente relaja la parte de la cadena de ADN, por lo que es más accesible para la transcripción (B)

Imagen adaptada con el permiso del Fondo Común NIH (para ver el original,

véase: <http://commonfund.nih.gov/Epigenomics/epigeneticmechanisms.aspx>)

Utilizando el material de las biopsias de nuestros voluntarios, nuestro objetivo es ver si estos efectos epigenéticos permanecen después de un período prolongado sin entrenamiento físico, y si ellos influyen en cómo un individuo responde a un período posterior de la formación. Con base en los resultados de estos experimentos, vamos a ser capaces de investigar si la "memoria muscular" realmente existe y si es así, ¿Cómo sucede esto?.

Agradecimientos

Las autoras desean agradecer al Profesor Asociado Carl Johan Sundberg por darnos la oportunidad de trabajar en su laboratorio y por la información valiosa de este artículo.

PRUEBA FINAL O POSTEST

TITULO DE LA LECTURA En tu bicicleta: ¿Cómo los músculos responden al ejercicio?

1. Escriba dos razones por las cuales esta es una lectura de divulgación científica
 - a. _____
 - b. _____
2. ¿Cuál es la idea principal de la lectura?

3. ¿Cuál es el objeto de la investigación de las autoras del artículo?

4. ¿Qué deben hacer los voluntarios de la investigación?

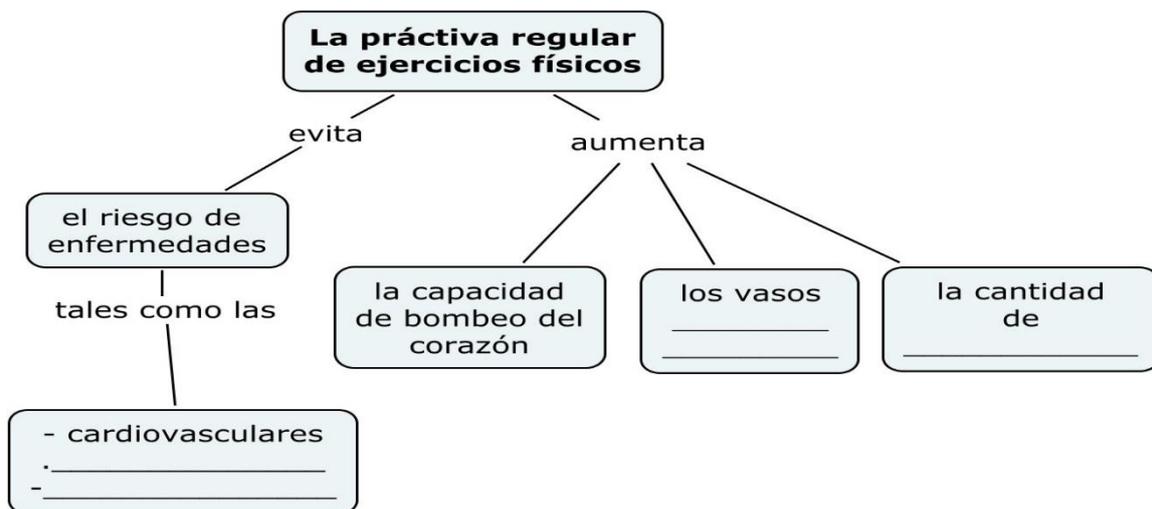
5. Enumere tres beneficios para la salud que se derivan de hacer ejercicios físicos regularmente.
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
6. ¿Deduzca de la lectura, qué tipo de ejercicio debería realizar una persona delgada para aumentar su masa muscular?

7. ¿Qué cambios se producen en el cuerpo por la práctica regular de ejercicios de resistencia?

8. ¿Qué relación tiene la molécula PGC-1 α con la práctica de ejercicios físicos?

9. ¿Qué importancia tiene la mitocondria en la en la estructura celular de los tejidos musculares?

10. Complete el siguiente mapa conceptual de acuerdo con la lectura.



11. ¿Para qué utilizan las muestras de tejido muscular extraídas en las biopsias a los voluntarios?

12. ¿Qué importancia tiene para Usted el tema de esta lectura?

ANEXO K. Tablas comparativas con resultados de las habilidades de comprensión lectora en lecturas de intervención.

Lectura 1 Células madre: ¿la panácea de la medicina del siglo XXI?						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita en los textos que lee. Ítems 4, 5, 10, 11, 12, 13	54	54,57	7,33	7,33	38,67	38
Halla la idea principal y secundarias Ítems 1, 2 completa cuadros sinópticos o mapas conceptuales. Ítems 6, 7	54	54	10	10	36	36
Analiza y elabora conclusiones de la lectura Ítem 14	68	70	8	8	24	22
Infiere el significado de expresiones o frases tomadas de la lectura. Ítem 3	60	60	4	4	36	36
	36	44	16	16	48	40
Lectura 2 La mitocondria: fuente de energía y mucho más						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	61,14	68,57	6,59	8,98	32,28	22,45
Habilidad para resumir la lectura ítem 16	56	71,42	12	9,53	32	19,05
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítem 17	44	71,42	20	4,77	36	23,81
Infiere el significado de palabras ítem 3	88	90,48	0	0	12	9,52
Lectura 3 Neuronas espejo, el reflejo de nuestros actos						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 2, 3, 7, 8, 9, 10,	63,33	69,83	14,67	7,15	22	23,02
Habilidad para hallar la idea principal ítem 1	48	47,62	16	23,81	36	28,57
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítem 11	92	100	0	0	8	0
Infiere el significado de expresiones o frases ítem 4	60	61,9	16	19,05	24	19,05
Relaciona información del texto con la vida cotidiana ítems 5, 6	70	85,71	8	9,53	22	4,76

LECTURA 4: RESPIRAR, SIN RESPIRAR						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1,2, 3, 4, 6, 7	67,33	84,12	4,67	2,39	28	13,49
Habilidad para hallar la idea principal y secundarias ítems 8, 10	78	80,9	12	4,77	10	14,33
Interpreta apropiadamente la figura que acompaña a la lectura ítem 5.	56	85,71	12	14,29	32	0
Establece relación entre conceptos expresados en el texto ítem 9	80	95,23	12	4,77	8	0
LECTURA 5: ¿ESTÁN VIVOS LOS VIRUS?						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Reconoce información explícita ítems 1,2, 3, 4, 6, 7	74	84,12	6	2,39	20	13,49
Habilidad para hallar la idea principal y secundarias ítems 8, 10	78	80,9	12	4,77	10	14,33
Interpreta apropiadamente la figura que acompaña a la lectura ítem 5.	68	85,71	20	14,29	12	0
Establece relación entre conceptos expresados en el texto ítem 9	80	95,23	12	4,77	8	0
LECTURA 6 CÉLULAS Y TEJIDOS VEGETALES: FUENTE DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO						
	Resp. Acertadas		Resp. Incompletas		Resp. Erradas	
HABILIDADES DE COMPRENSIÓN LECTORA	G 901	G 902	G 901	G 902	G 901	G 902
Identifica las características de los textos científicos ítem 2	76	95,23	8	4,77	16	0
Reconoce información explícita en los textos que lee ítem 8	88	90,47	8	4,77	4	4,76
Habilidad para completar cuadros sinópticos o mapas conceptuales ítems 4, 5	82	92,85	10	4,77	8	2,38
Habilidad para resumir la lectura ítem 9	92	90,47	0	4,77	8	4,76
Relaciona información explícita entre diferentes textos leídos ítem 6	84	85,71	8	9,53	8	4,76
Analiza y argumenta respuesta según la lectura ítem 1	96	85,71	4	0	0	14,29
Analiza el significado de frases textuales de la lectura ítem 3	68	90,47	0	9,53	32	0
Relaciona información del texto con la vida cotidiana ítem 7	92	90,47	8	0	0	9,53
Reflexiona sobre el contenido de la lectura y expresa su punto de vista ítem 10	96	80,95	0	4,77	4	14,28