



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ORGÁNULOS Y DIVISIÓN CELULAR EN EUCARIOTAS DESDE EL CÁNCER. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Yesid Luciano Rojas Motta

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2017

ORGÁNULOS Y DIVISIÓN CELULAR EN EUCARIOTAS DESDE EL CÁNCER. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Yesid Luciano Rojas Motta

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

Directora:

M. Sc. Martha Cecilia Orozco de Amézquita

Codirectora:

Dr. Rer. Nat. Mary Ruth García Conde

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2017

*A Dios por ser mi fortaleza en todo momento.
A mis padres, hermanas y sobrino por su
amor y apoyo incondicional.*

Agradecimientos

A Dios mi señor y redentor, poseedor de mi vida, quien me brindó el apoyo necesario para superar todos los obstáculos y la fortaleza para continuar adelante.

En estas líneas quiero manifestar mi más profundo y sincero agradecimiento a la profesora Martha Cecilia Orozco de Amézquita, por su valiosa disposición, paciencia, apoyo constante, orientaciones y motivación para realizar este trabajo. También a la profesora Mary Ruth García Conde, por compartir sus conocimientos disciplinares, pedagógicos y apoyo en la realización de este trabajo.

Al Instituto Técnico y Académico Scout José Martí, por permitirme desarrollar esta estrategia con los estudiantes de grado séptimo, a los docentes y directivos que se vincularon y apoyaron este trabajo.

Un agradecimiento muy especial por la comprensión, paciencia, colaboración y motivación recibida por mi familia y amigos.

A todos ellos, mil gracias.

Resumen

Este documento presenta la planeación, la implementación, el registro del proceso, el análisis y la reflexión, desde las competencias lingüístico – científicas, de una estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos. La estrategia se adelantó con estudiantes de grado séptimo del Instituto Técnico y Académico Scout José Martí del municipio de Neiva, departamento del Huila. Los temas disciplinares de orgánulos y división celular en eucariotas, se abordaron teniendo el cáncer como contexto y eje para la consolidación de los proyectos. Se aplicó una encuesta inicial y final, que evidenció mejoría en las respuestas sobre los conceptos mencionados. El seguimiento y análisis cualitativo del proceso, desde un enfoque de investigación acción, permitió plantear y reflexionar sobre cinco competencias que surgen del trabajo de aula, a ellas se les hizo seguimiento y se contrastó y discutió la información con los docentes vinculados al proyecto. El grupo concluyó que los estudiantes mejoraron en la producción oral y escrita de textos; en el uso, en contexto, de los conceptos y que la estrategia propició el desarrollo de procesos metacognitivos.

Palabras clave: Aprendizaje por proyectos, orgánulos, división celular, competencias

Abstract

This document the planning presents, the implementation, the record of the process, the analysis and the reflection, from the competitions linguistic - scientific, of a didactic strategy of learning based on projects. The strategy went forward with students of the seventh degree of the Technical Institute and Academic Scout Jose Martí of Neiva's municipality, department of the Huila. The topics you will discipline of organelles and cellular division in eukaryotes, they were approached taking the cancer as context and axis for the consolidation of the projects. There was applied an initial and final survey, which demonstrated improvement in the answers on the mentioned concepts. The follow-up and qualitative analysis of the process, from an approach of investigation action, allowed to raise and to think about five competitions that arise from the work of classroom, follow-up was done to them and the information was confirmed and discussed by the teachers linked to the project. The group concluded that the students improved in the oral and written production of texts; in the use, in context, of the concepts and that the strategy propitiated the process development metacognitivos.

Keywords: Learning by projects, organelles, cell division, competences.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Lista de Símbolos y abreviaturas	XV
Introducción	1
1. Objetivos	5
1.1 Objetivo General	5
1.2 Objetivos Específicos	5
2. Marco teórico	7
2.1 Referente disciplinar	7
2.1.1 La célula	7
2.1.2 Células procariotas y eucariotas	8
2.1.3 Teoría celular moderna	8
2.1.4 Estructura y función celular	9
2.1.5 La reproducción celular	12
2.1.6 El ciclo celular eucariota	13
2.1.7 La mitosis	14
2.1.8 El cáncer	15
2.2 Aspectos epistemológicos e históricos de la teoría celular	18
2.3 Dificultades de aprendizaje de los conceptos mencionados	20
2.3.1 Dificultades de orden técnico y bibliográfico	20
2.3.2 Dificultades por contenidos abstractos y no abordados	22
2.4 Referente pedagógico	22
2.4.1 Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y habilidades lingüístico – científicas.	23
3. Entorno escolar	25
4. Marco metodológico	27
4.1 Inducción y motivación	27
4.2 Identificación de los conocimientos previos de los estudiantes	28
4.3 Conformación y trabajo de grupos de investigación	29

5. Resultados y discusión	31
5.1 Evolución de los conceptos	31
5.2 La tabla y síntesis del trabajo por proyectos	34
5.2.1 Grupo: Los guardianes de investigación	36
5.2.2 Grupo: Oxígenos.....	39
5.2.3 Grupo: Los 5 investigadores	42
5.2.4 Grupo: Hi5	45
5.2.5 Grupo: Origins	47
5.2.6 Grupo: Metaloides	50
5.3 La reflexión sobre el trabajo por proyectos	52
5.4 Análisis de la adquisición de competencias científico – lingüísticas y formulación de las acciones para mejorar la efectividad de la estrategia.	54
5.4.1 Capacidad de observar, describir e interpretar fenómenos	55
5.4.2 Capacidad de seleccionar, jerarquizar, analizar e interpretar información	57
5.4.3 Capacidad para compartir conocimientos, escuchar y participar de manera activa y colectiva	58
5.4.4 Capacidad para identificar e interpretar vocabulario científico dentro de un contexto.	59
5.4.5 Capacidad de comunicar oral o por escrito y de manera apropiada sobre un fenómeno biológico específico.	60
6. Conclusiones y recomendaciones	62
6.1 Conclusiones.....	62
6.2 Recomendaciones.....	64
A. Anexo: Encuesta grado séptimo.....	67
B. Anexo: Acuerdos de los grupos de investigación.....	73
Bibliografía	77

Lista de figuras

Figura 5-1: Estudiantes que responden correctamente cada pregunta en la encuesta inicial y final (%)	32
Figura 5-2: Palabras desconocidas grupo “Los guardianes de la investigación”	38
Figura 5-3: Integrantes grupo “Los guardianes de la investigación”	39
Figura 5-4: Representación de los postulados de la teoría celular, grupo “Oxigens”	41
Figura 5-5: Integrantes grupo “Oxigens”	42
Figura 5-6: Recomendación de un estudiante del grupo “los 5 investigadores” sobre la pregunta planteada.	43
Figura 5-7: Escrito sobre el consumo de alcohol, grupo “los 5 investigadores”	44
Figura 5-8: Integrantes grupo “los 5 investigadores”	45
Figura 5-9: Integrantes grupo “Hi5”	47
Figura 5-10: Integrantes grupo “Origins”	50
Figura 5-11: Integrantes del grupo “Metaloides”	52

Lista de tablas

Tabla 5-1: Medidas de tendencia central para la calificación del cuestionario (Ei= encuesta inicial, Ef= encuesta final).	32
Tabla 5-2: Grupos, preguntas y objetivos del trabajo por proyectos.	35
Tabla 5-2: (Continuación)	36

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
ABP	Aprendizaje basado en proyectos
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ARN	Ácido ribonucleico
Ei	Encuesta inicial
Ef	Encuesta final
ICFES	Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación
MEN	Ministerio de Educación Nacional
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje

Introducción

En la etapa escolar, el aprendizaje de los contenidos de las ciencias de la naturaleza se constituye en elemento esencial para comprender el entorno. No obstante, diferentes factores como las metodologías de enseñanza tradicional, enfocadas en el uso de la memoria y que fomentan el conocimiento “memorístico” o “enciclopédico”, al igual que, las preconcepciones populares que promueven estereotipos engañosos; son algunos de los problemas que hacen perder el objetivo de enseñar ciencia en el aula (Allchim, 2013).

En biología, uno de los temas básicos es la célula, concepto difícil de comprender, teniendo en cuenta que no es posible evidenciarla u observarla de manera cotidiana (Caballer & Giménez, 1992). Desde esta perspectiva, las dificultades aumentan si se trabaja en el aula en términos de definiciones, por lo que es necesario establecer un equilibrio entre el componente conceptual y el contexto en el que se desenvuelve el concepto. De manera que, no se propicie el conocimiento memorístico, sino que, en el desarrollo de la clase se considere un sistema didáctico integrado por profesor, estudiantes y contenidos, que interactúa de manera conjunta, tornándose moldeable (intereses de enseñanza por parte del docente y de aprendizaje en relación a los estudiantes), y propiciando de esta manera el conocimiento sabio (Izquierdo, 2005).

En este sentido, el avance científico y la búsqueda constante de conocimiento, permiten que la labor docente sea no solo una práctica humana y social, sino que, busque articular los nuevos conocimientos mediante la implementación de estrategias didácticas y metodologías que permitan al estudiante no solo memorizar y acumular conceptos, sino, participar en procesos de búsqueda sobre el sentido que tienen esos conceptos, para lograr entender el mundo que nos rodea y participar de manera informada en la solución de problemas propios de las situaciones cotidianas, lo que se conoce como “saber y saber hacer” (MEN, 2004).

En el Instituto Técnico y Académico Scout José Martí, una institución de carácter privado, ubicada en el barrio Manzanares, comuna 6 de la ciudad de Neiva, departamento del

Huila, la enseñanza- aprendizaje de la Biología, incluye –el componente celular-, que se desarrolla desde el primer periodo académico del grado séptimo, abordando las temáticas de orgánulos y división celular eucariota. Para el estudio de los conceptos mencionados se cuenta con la intensidad horaria suficiente, empleando una metodología teórico – práctica. No obstante, se ha observado que, al pasar a otro tema, los estudiantes no manejan los conceptos apropiadamente, ni los aplican o relacionan a un contexto específico de manera oral o escrita.

Diferentes investigaciones como las realizadas por autores como Banet & Ayuso (1995) y Jiménez (2003), plantean que en la educación secundaria el tema de división celular va ligado y depende del aprendizaje adquirido sobre conceptos como célula, orgánulos, cromosomas y genes, los cuales son abstractos para los niños y generan dificultad en la enseñanza aprendizaje de la temática.

En contraste, las competencias cognitivo-lingüísticas juegan un papel importante, debido a que permiten el desarrollo de otras competencias que poco se emplean en la clase de ciencias y que se restringen a la asignatura lengua castellana, por lo cual, es importante reconocer que se debe enseñar a hablar sobre temas y conceptos básicos de las ciencias, desde cómo elaborar frases hasta cómo analizar o escribir en términos científicos, puesto que -el lenguaje- es un medio para el razonamiento (Lemke, 1997).

Autores como Lemke (2006) y Sanmartí (2007) reconocen la importancia del lenguaje para la conceptualización y para aprender ciencia, argumentan que se aprende, desde lo habitual, involucrando un lenguaje cotidiano y dirigiéndolo a un lenguaje técnico-científico, empleando competencias lingüísticas aplicadas a la ciencia (competencia lingüístico-científica), permitiendo que el estudiante sea el centro en el argumentar, escribir y leer sobre ciencia.

Lo anterior, permite formular la pregunta de investigación ¿Cuál puede ser una estrategia de aula para la enseñanza - aprendizaje de los organelos y la división celular en eucariotas utilizando como eje temático interdisciplinar el cáncer con los estudiantes de grado séptimo del Instituto Técnico y Académico Scout José Martí, que permita una reflexión sobre el desarrollo de habilidades lingüístico-científicas?

El presente trabajo incluye la planeación, la implementación, el registro del proceso, el análisis y la reflexión, desde las competencias lingüístico – científicas, de una estrategia

didáctica de aprendizaje basada en proyectos. En los dos primeros capítulos se plantean los objetivos y el marco teórico que reúne los aspectos: disciplinares, epistemológicos y pedagógicos. En el tercero, se desarrolla una descripción sobre el entorno escolar de la institución educativa y del grupo al que se aplica la estrategia. En el cuarto y quinto capítulo, se presenta el marco metodológico bajo el cual se desarrolla la investigación y los resultados obtenidos durante la aplicación de la estrategia. Para finalizar, se dedica un capítulo para la discusión desde el aprendizaje basado en proyectos y el desarrollo de competencias lingüístico – científicas y, se incluyen las conclusiones, recomendaciones y algunos anexos.

1.Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar una estrategia de aprendizaje basada en proyectos, sobre los orgánulos y la división celular, utilizando como tema interdisciplinar el Cáncer, con estudiantes de grado séptimo del Instituto Técnico y Académico Scout José Martí.

1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los conceptos disciplinares a tener en cuenta.
2. Identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre célula eucariota, orgánulos y división celular.
3. Plantear una estrategia de trabajo por proyectos, sobre los orgánulos y la división celular, empleando el cáncer como tema interdisciplinar.
4. Aplicar la estrategia a estudiantes del grado séptimo del Instituto Técnico y Académico Scout José Martí.
5. Reflexionar sobre el efecto de la estrategia sobre el aprendizaje de los conceptos y el desarrollo de habilidades lingüístico-científicas.

2. Marco teórico

Para diseñar la estrategia inicialmente se establecieron los principios teóricos que la sustentarían. Así pues, a continuación se presenta una síntesis de los temas disciplinares tenidos en cuenta: orgánulos celulares, división celular eucariota y el cáncer; aspectos epistemológicos de la teoría celular; una reseña sobre las dificultades de aprendizaje y un resumen sobre el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como estrategia metodológica en la adquisición de habilidades lingüístico – científicas.

2.1 Referente disciplinar

Para la elaboración de esta síntesis se consultaron los siguientes textos: Biología (Campbell y Reece, 2007); Vida: la ciencia de la biología (Heller, Purves, Sadava & Purves, 2009); Invitación a la Biología (Flores, Schnek, Barnes & Curtis, 2006). También se analizaron otras fuentes bibliográficas que se especifican en el desarrollo del presente escrito. Todas ellas, fueron un soporte teórico en el proceso de documentación y delimitación de los saberes necesarios para la enseñanza – aprendizaje de este tema en grado séptimo.

2.1.1 La célula

Todos los organismos están conformados por células, las unidades más simples de vida (Campbell & Reece, 2007). Cada célula puede desarrollarse, reproducirse, almacenar información genética, comunicarse y ser autónoma (Lodish, Berk, Matsudaira, Kaiser, Krieger, Scott, Zipursky & Darnell, 2005).

Todas las células contienen información hereditaria almacenada en forma de moléculas de ácido desoxirribonucleico –ADN– (Audesirk, Audesirk & Byers, 2004); estas, se encargan de dirigir la actividad celular y garantizar el proceso reproductivo, haciendo posible la herencia de caracteres. Según Dolan & Margulis (2011), la información genética es clave en la existencia de la vida y del proceso evolutivo, puesto que la

simbiosis casual entre microorganismos independientes generó la dependencia y origen de estructuras más complejas, pudiéndose hablar de la simbiogénesis que garantizó diversas formas de vida sobre la Tierra.

2.1.2 Células procariotas y eucariotas

Desde el punto de vista evolutivo las células se clasifican como procariotas y eucariotas. Las procariotas presentan estructuras celulares definidas y sin membranas internas, algunas realizan metabolismo estrictamente anaerobio, otras son facultativas o incluso aerobias. Posteriormente, debido a procesos de orden simbiótico (Dolan & Margulis, 2011), según las teorías más aceptadas, se dio origen a las células eucariotas, caracterizadas por realizar un metabolismo de tipo aerobio y las cuales presentan ciertas características en común con las procariotas, dentro de las cuales se destacan la membrana plasmática; la cual delimita el medio interno y externo celular y permite contener el citosol, en el cual se encuentran contenidos los orgánulos celulares.

Según Campbell & Reece (2007), las células presentan cromosomas que contienen los genes en forma de moléculas de ácido desoxirribonucleico y ribosomas encargados de la síntesis de proteínas, según los requerimientos celulares. La diferencia más marcada entre las células procariontes y eucariontes es que la información genética de las eucariotas, se encuentra contenida en una membrana interna llamada núcleo, mientras que, en las procariotas, la información genética se encuentra en una zona denominada nucleóide, sin embargo, esta no se encuentra separada por membranas del citosol.

2.1.3 Teoría celular moderna

Como lo exponen Flores, Schnek, Barnes & Curtis (2006) y en el referente epistemológico del presente trabajo, a partir de las investigaciones e innovaciones tecnológicas como la invención del microscopio y la inserción del término “célula” por Robert Hooke (1635-1703) en el ámbito biológico, se amplió el conocimiento sobre la estructura y función celular, a partir de esto, científicos de origen alemán, llegaron a afirmaciones importantes sobre las células. Sin embargo, fueron los aportes de Virchow y su discernimiento a partir de los avances y afirmaciones de sus colegas (Schleiden y Schwann), lo que permitió dar paso a los postulados:

- Todos los organismos vivos están formados por una o más células.
- Las células son las unidades funcionales de los organismos multicelulares, en ellas tienen lugar las reacciones metabólicas.
- Todas las células provienen de células preexistentes, por lo cual se considera la unidad hereditaria.

Por lo tanto, la teoría celular marca un precedente en el estudio y entendimiento de la biología (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2008) de igual forma permite entender la constitución de la naturaleza viva animal y vegetal como lo menciona Flórez (2001), estableciendo relaciones de similitud entre organismos simples y complejos, por lo tanto, en el ámbito educativo hace posible la adquisición de saberes relacionados a la diversidad y a los procesos y desarrollo biológico de los organismos (Flórez, 2001).

2.1.4 Estructura y función celular

Los cimientos de la vida se sustentan en la interacción de átomos y moléculas, la vida misma surgió a partir de la evolución química que llevó a la conformación de macromoléculas. Fundamentalmente, todas las células poseen genes que son los encargados de proporcionar la información requerida para controlar las funciones celulares, estas se desarrollan en organelos que cumplen funciones específicas. A continuación, se definen los orgánulos presentes en las células eucariota animal y su respectiva función:

- **El citoplasma:** Tortora, Funke & Case (2007) afirman que es una región al interior de la célula, limitada por la membrana plasmática y que rodea el núcleo celular, lo cual permite inferir que está constituida por todo el conjunto de estructuras ubicadas dentro de la membrana plasmática exceptuando la región nuclear, lo cual contrasta con las afirmaciones de Audesirk, Audesirk & Byers (2008), porque para ellos el citoplasma celular alberga los organelos celulares y facilita su movimiento.
- **El núcleo:** algunas células eucariotas son mononucleadas y otras multinucleadas, la forma del núcleo es variable, depende del tipo de célula, debido a que en algunas puede ser redondo, en otras oval, ramificado o lobulado, es una característica que se relaciona con la función celular, así mismo su posición con respecto a la célula no es

central en todas, como lo sugieren algunas imágenes de textos escolares y son cuestiones de importancia para la enseñanza aprendizaje de esta estructura celular, puesto que su posición en la célula, depende de la polarización que esta presenta.

Sobre su importancia autores como Vásquez & Muñetón (2006), resumen tres aspectos fundamentales, siendo el primero el desarrollo de la vida y haciendo énfasis en que su supresión causa la muerte celular. En segunda instancia, el núcleo dirige el proceso de diferenciación celular y, por último, le confiere a la célula capacidad conservativa de la información genética.

En términos generales se podría especificar que el núcleo es un compartimiento conformado de tres estructuras (envoltura nuclear, cromatina y nucléolo). Para Audesirk, Audesirk, & Byers (2008), la membrana nuclear permite el intercambio selectivo de materiales, participando a su vez en procesos como el control celular, metabolismo, crecimiento y diferenciación. La cromatina constituida de ADN, codifica la síntesis de proteínas, de ahí la importancia del núcleo en la reproducción celular (en él tiene lugar la replicación del ADN, y la síntesis del ARN de transferencia, ARN mensajero y ARN ribosomal); y el nucléolo, es el encargado de la síntesis ribosomal.

- **Nucléolo:** es una estructura dinámica ubicada en el núcleo celular, es el encargado de la formación de subunidades ribosómicas, también, como lo argumentan Rosete, Padrós & Vindrola (2007), participa en diferentes actividades de la célula como el transporte de moléculas hacia el citoplasma celular, modificación de ARN de tamaño pequeño, el ensamble de ribo-nucleoproteínas y el control del envejecimiento.
- **Ribosomas:** para Campbell & Reece (2007), al igual que, para Audesirk, Audesirk, & Byers (2008) son estructuras celulares constituidas por ARN y proteínas, no están limitadas por estructuras membranosas, en ellas ocurre el acoplamiento de aminoácidos en la síntesis de proteínas dentro del citoplasma celular.
- **La membrana celular o plasmática:** según Audesirk, Audesirk, & Byers (2008), es una estructura dinámica y fluida, conformada por fosfolípidos y proteínas. Esta membrana realiza funciones específicas como: 1) Comunicación: permite la interacción con otras células. 2) Barrera: aísla el citoplasma celular del medio externo. 3) Regulación: permite el intercambio de sustancias fundamentales entre el citoplasma y el medio externo.

- **El retículo endoplasmático:** corresponde a una serie de sacos aplanados, tubos y canales interconectados, su cantidad en el interior celular está en función de la actividad celular y se divide en retículo endoplasmático liso y rugoso, dependiendo del trabajo con los ribosomas. Se denomina rugoso cuando está en conjunto con los ribosomas y su función es la producción de proteínas celulares. Cuando no presenta ribosomas, se denomina retículo endoplasmático liso, su función es la síntesis de lípidos (Flores, Schnek, Barnes & Curtis, 2006).
- **El aparato o complejo de Golgi:** conformado por sacos membranosos, es el encargado de modificar y empaquetar proteínas y lípidos que fueron previamente sintetizados en el retículo endoplasmático (Audesirk, Audesirk & Byers, 2008).
- **Los lisosomas:** son vesículas membranosas formadas en el complejo de Golgi. Las enzimas hidrolíticas y la membrana estructural de los lisosomas se producen en el retículo endoplasmático y posteriormente son transferidas al complejo de Golgi para continuar con su desarrollo hasta que se obtiene un lisosoma, estos contienen enzimas hidrolíticas que en medio ácido tienen la facultad de degradar diferentes tipos de macromoléculas como: proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y proteínas (Audesirk, Audesirk & Byers, 2008).
- **Los peroxisomas:** para Campbell & Reece (2007), son vesículas de tamaño variable con una sola membrana, encargadas de la degradación de sustancias tóxicas, porque contienen enzimas oxidativas. La degradación ocurre porque las enzimas que contienen los peroxisomas transfieren hidrogeno al oxígeno, originando peróxido de hidrogeno (H_2O_2), el cual puede ser muy toxico para la célula, sin embargo, el orgánulo presenta una enzima que degrada el peróxido de hidrogeno en agua (Campbell & Reece, 2007).
- **Las mitocondrias:** son organelos que pueden tener forma redonda, ovalada o tubular (Audesirk, Audesirk & Byers, 2008). Allí se lleva a cabo la respiración celular, proceso conducente a obtener energía en forma de ATP (adenosín trifosfato) a partir de los hidratos de carbono, lípidos y otras estructuras (Campbell & Reece, 2007), esta energía es empleada o almacenada para ser utilizada según los requerimientos de la célula.

- **El citoesqueleto:** es un sistema de interconexiones de proteínas que confiere soporte interno a la célula. Está compuesto por microtúbulos, microfilamentos y filamentos intermedios, es considerado como el encargado de mantener la organización celular, dirige el tránsito intracelular, participa en las modificaciones morfológicas y confiere movimiento a la célula (Audesirk, Audesirk & Byers, 2008).
- **Los centriolos:** son estructuras cilíndricas, autores como Heller, Purves, Sadava & Purves (2009), expresan que están compuestos de nueve grupos organizados en tripletes de microtúbulos fusionados, se encuentran en el citoplasma celular y hacen parte de la formación del huso mitótico al cual se adhieren los cromosomas durante la división celular.

2.1.5 La reproducción celular

La reproducción celular es un proceso específico que ocurre al interior de la célula, el cual le sirve a ésta para regenerarse a partir de una célula inicial. El proceso de división celular es uno de los últimos sucesos que ocurre en el ciclo celular, el cual es un conjunto de acontecimientos ordenados que conducen al crecimiento de la célula y a su división para perpetuar su existencia.

Fragoso, Baltasar & Esparza (2004) clasifican las células de acuerdo a su capacidad de proliferación en:

- Células lábiles o también conocidas como células de división continua, estas ingresan de manera constante al ciclo celular, a consecuencia de que son las encargadas de sustituir a las células que mueren en los individuos, manteniendo la homeostasis tisular.
- Células quiescentes o también conocidas como células estables, se caracterizan porque, su índice de reproducción es bajo, son células que se encuentran en la subfase G0 del ciclo celular, sin embargo, cuando hay un estímulo extracelular, que implique la obtención de nuevas células, estas pasan rápidamente a la subfase G1.

- Células indivisibles o también conocidas como células permanentes, se caracterizan por ser células que abandonan el ciclo celular y no pueden reproducirse posteriormente.

2.1.6 El ciclo celular eucariota

El ciclo celular corresponde a una serie de eventos organizados que origina el crecimiento y la división celular. Consta de dos fases principales: la interfase y la división celular que puede ser mitótica para –células somáticas- o meiótica para –células sexuales-. Cada fase, se divide en varias subfases que tienen como resultado la obtención de células hijas (Cooper & Hausman, 2010).

Fragoso, Baltasar & Esparza (2004), argumentan que la continuidad del ciclo celular está en función de señales extracelulares y está a su vez asociada con la expresión de genes específicos, los cuales codifican a proteínas específicas que controlan la progresión del ciclo, con lo cual, es posible argumentar que, el ciclo celular es un proceso coordinado, secuenciado y mediado, favoreciendo así el proceso homeostático natural de los seres vivos.

Las fases del ciclo celular eucariota, se describen a continuación con fundamento en Fragoso, Baltasar & Esparza (2004):

- **La interfase:** es el periodo entre las divisiones celulares caracterizado por que durante esta fase la célula adquiere nutrientes del medio y se prepara para duplicar su ADN.
- **Fase G0:** es una fase que se realiza fuera del ciclo celular, en ella la célula se encuentra en un periodo quiescente – no está en división celular-.
- **Fase G1:** es la primera etapa del ciclo celular, inicia con una célula que proviene de una división anterior. En esta fase de “iniciación” tiene lugar el crecimiento, la diferenciación celular al igual que, el aumento del material citoplasmático y la obtención de proteínas para la síntesis de ADN y ARN. En este punto, las células pueden salir del ciclo celular activo por acción de respuestas reguladoras externas y pasar a una fase de no división denominada G0.

- **Fase S:** también denominada fase de síntesis. En esta ocurre la duplicación del ADN, como resultado se obtiene el ADN original y una copia de éste, destinadas a las dos células que se originan del proceso.
- **Fase G2:** en esta fase se sintetiza ARN y proteínas, aumentan los organelos, por lo cual, hay cambios visibles a nivel estructural. Posteriormente, ocurre la condensación de los cromosomas y se realizan los últimos preparativos para la división celular.

2.1.7 La mitosis

Proceso de reproducción celular posterior a la interfase del ciclo celular, distribuye de modo equitativo la carga cromosómica de la célula madre entre las dos células hijas idénticas, que se obtendrán después del proceso. La mitosis consta de cinco fases incluyendo la citocinesis, algunos autores, demarcan seis fases porque dividen la profase en el estadio transitorio entre profase y metafase denominado prometafase, sin embargo, son asignaciones arbitrarias al proceso. Las fases fundamentales se desarrollan a continuación con fundamento en Pierce (2009):

- **Profase:** Los centríolos se dirigen hacia los polos opuestos de la célula, se forman los microtúbulos o bandas del huso acromático y los cromosomas se condensan haciéndose más visibles. La membrana nuclear se fragmenta y forma vesículas, marcando el inicio de la prometafase, mientras que los microtúbulos del huso invaden la región nuclear. Los microtúbulos, se fijan a los cromosomas a través de los centrómeros.
- **Metafase:** los cromosomas se dirigen y ordenan en el plano ecuatorial de la célula, entre ambos centrómeros, un punto de control de ensamble del huso garantiza que los cromosomas se encuentren alineados y fijos en las bandas del huso.
- **Anafase:** se inicia cuando las dos cromátides de cada cromosoma se separan; las dos dotaciones de cromosomas formados son llevadas hacia los polos opuestos de la célula con ayuda de los microtúbulos del huso. Posterior a la separación de las cromátides, cada una se considera un cromosoma.

- **Telofase:** una vez llegan los cromosomas a los polos de la célula, se inicia la formación de la envoltura nuclear alrededor de cada juego de cromosomas, aparecen los núcleos al interior de la célula. Los cromosomas se condensan adquiriendo un aspecto difuso.
- **Citocinesis:** consiste en la división del citoplasma en dos partes casi iguales y difiere de modo significativo en células animales y vegetales. En las células animales, la membrana plasmática se constriñe a lo largo del plano ecuatorial, separando al citoplasma de las dos células hijas. En las células vegetales, una serie de vesículas producidas por el complejo de Golgi forman la membrana plasmática a lo largo del plano ecuatorial.

2.1.8 El cáncer

Para hacer mención a esta patología causante de la mayor morbilidad y mortalidad en el mundo, se debe partir desde las estadísticas. Para el año 2012 según el reporte mundial del cáncer publicado en 2014 hubo unos 14 millones de nuevos casos y 8,2 millones de muertes relacionadas con el cáncer (Stewart & Wild, 2014). Cifra preocupante que va en aumento a causa de diferentes agentes externos. La prevalencia de la enfermedad es notable y más aún cuando el sistema de salud que se tiene hoy en día, es precario en algunos países y no solventa de manera oportuna este tipo de patologías.

En general, no se cuenta con un proceso informativo sobre la enfermedad, que contribuya a conocer sus causas y prevenir o manejar de manera apropiada los diferentes tipos de cáncer. El manejo de la enfermedad se centra en el diagnóstico cuando son expresados los síntomas, por lo general en etapas avanzadas, lo cual conlleva a que no se trate de manera oportuna y conduzca al fallecimiento del paciente, contribuyendo al aumento de la tasa de mortalidad asociada a estas patologías. Es por ello que, desde las instituciones educativas, se debe empezar a fomentar hábitos saludables y a contribuir con espacios de reflexión sobre el autocuidado.

El cáncer, hace referencia a una serie de patologías que implican en esencia la alteración del ciclo celular y la homeostasis celular como lo citan autores como Fragoso, Baltasar & Esparza (2004) y Boya (2009), en ella, se produce un desequilibrio entre la proliferación y la apoptosis o muerte celular programada.

Una célula puede sufrir cambios genotípicos y fenotípicos, que pueden acarrear diversas alteraciones, autores como Oliva, Oriola, Ballesta, Clària & Mengual (2013), resaltan que, a nivel genotípico, el cáncer se asocia a mutaciones en genes específicos y a nivel fenotípico, los cambios están relacionados con la proliferación descontrolada, la inhibición de la diferenciación durante el ciclo celular y la pérdida de la muerte celular programada que desencadena mayor capacidad de supervivencia.

En cuanto a las causas que originan el cáncer, autores como Miguel, Almaguer, de León, Sales & Pérez (2007), las agrupan así:

- Exógenas o ambientales: agrupadas en agentes químicos (asociado a sustancias químicas y preparados), físicos (radiaciones ionizantes) y biológicos (como los virus), todos asociados al estilo de vida y compartiendo su acción como cancerígenos porque alteran el genoma.
- Genética: asociada a la predisposición genética.

El control en la división celular, como se mencionó al inicio, es pieza clave en el entendimiento biológico del cáncer debido a que esta mediado por acción génica y es esencial para preservar la función de órganos y sistemas. Las células, presentan mecanismos de control de la división celular como lo son los factores de crecimiento, los factores inhibidores y la apoptosis o muerte celular programada; mecanismos que permiten ejercer control a nivel replicativo celular. Cuando estos dejan de ejercer control en la célula originan proteínas anormales que pueden influir en la proliferación celular, generando divisiones descontroladas con evasión de los puntos de control, llegando a generar células con alteraciones.

Una célula que presenta una alteración inicia su proceso de división celular, heredando está a la descendencia. Si en determinado momento, aparece otra alteración diferente a la primera en esta subpoblación, puede llevar a generar un aumento en la rapidez de la división celular en comparación con la primera célula alterada, se debe tener en cuenta que los mecanismos de control han disminuido, ocurre supresión de la apoptosis y se da vía libre a la proliferación de células alteradas.

Lo anterior, permite incluir un término muy común en la cotidianidad clínica, el tumor o también llamado neoplasia, definida como un desorden en el crecimiento celular,

caracterizado por una proliferación excesiva, alterada e incontrolada de las células, dando como resultado una masa anormal (tumor) procedente de los tejidos originales (Granados, Quiles, Gil & Ramírez-Tortosa, 2006). Los tumores no se pueden categorizar de manera inmediata como un cáncer, porque está en las células que conforman las masas de tejidos, la forma de categorizarlos como benignos o malignos.

A nivel clínico y biológico los tumores o neoplasias se pueden considerar como no cancerosos (benignos), caracterizados porque no crecen de forma agresiva, por lo cual se puede suponer que son de crecimiento lento, lo cual induce a estimar que las células que lo conforman no entran de manera constante en el ciclo celular o el proceso se da de manera lenta, generalmente están conformados por células no muy diferentes a las del tejido normal donde se ubica el tumor como lo indican Campbell & Reece (2007), permitiendo inferir que no ocurre una diferenciación notable producto de la alteración inicial, de igual forma no se diseminan a otros sitios ubicándose de manera exclusiva en el tejido “madre” donde se originó la alteración celular.

Los tumores cancerosos (malignos), se caracterizan porque presentan un crecimiento rápido como lo citan Thews & Mutschler (1983) y Campbell & Reece (2007), por lo regular las células que conforman este tipo de tumores adquieren alteraciones genéticas lo cual las lleva a que ingresen rápidamente al ciclo celular, generando a su vez desde el punto de vista citológico, diferencias notables en comparación con el tejido “madre” donde se dio origen al tumor denominado a su vez como tumor primario.

Cuando el tumor primario disemina algunas de las células que lo componen hacia otras regiones, implantándose en otros tejidos de un órgano, proliferando, genera focos tumorales es a lo que se conoce como metástasis como lo mencionan Arvelo & Poupon (2001). Al ser exitosa la migración, proliferar y formar focos tumorales, estos reciben el nombre de tumores secundarios, lo cual constituye la fase final de origen y diseminación del cáncer. Siendo la primera, la proliferación de células para formar el tumor primario, la segunda la migración de éstas a otros órganos, que ocurre por dos vías, la sanguínea y la linfática, donde la preferencia, por una u otra, se enmarca de acuerdo al sitio de origen del tumor primario y el de formación de los tumores secundarios.

Las investigaciones actuales sobre cáncer son amplias, la gran mayoría se enfoca a diferentes tipos de neoplasias cancerosas de órganos específicos del cuerpo humano,

sin embargo, la esencia desde el punto de vista biológico, sobre cómo se origina la neoplasia cancerosa y la no cancerosa en términos generales, que sea entendible y de fuentes confiables, es muy escasa. Por este motivo, es imperativo que los docentes formados en ciencias, involucren estas temáticas en sus mallas curriculares ya sea de manera directa como tema o de forma transversal enfatizando en cómo se origina, las causas de estas patologías desde el punto de vista biológico y sobre todo la prevención desde el autocuidado.

2.2 Aspectos epistemológicos e históricos de la teoría celular

Para la construcción de este referente, se consultó principalmente el libro -La teoría celular- de Albarracín (1983) y el artículo Aproximación epistemológica a la teoría celular de Espinel (2008).

Uno de los primeros en acuñar el término –célula- fue Robert Hooke en el año 1667. A partir de observaciones en corcho, detalló formas geométricas hexagonales a manera de panal, a las cuales les confirió este término. Sin embargo, fueron microscopistas del siglo XVII entre los que se cuenta con Leeuwenhoek quienes desarrollaron el concepto de célula. Para algunos autores, esta fue la época de auge de la biología celular, no obstante, surgen obstáculos epistemológicos a raíz de las diferentes interpretaciones producto de la observación microscópica.

Espinel (2008) afirma que, se puede mencionar un avance en biología, pero no se puede hablar de una definición de célula, contradiciendo la implementación del término de Hooke, puesto que sustenta que el concepto carece de estructura científica sólida y refuta que solo se puede hablar de célula a partir de la teoría celular expuesta a mediados del siglo XIX, cuando se mejoró el microscopio y se procedió a unificar criterios de observación producto del cual surgen las afirmaciones de Schleiden y Schwann sobre la composición de los organismos biológicos y los aportes de Virchow sobre la génesis celular (Espinel, 2008).

Para el periodo comprendido entre 1800 a 1850, predominaba en el continente europeo la teoría filosófica y científica denominada vitalismo, en la cual, se consideraba la vida de un individuo como producto de una fuerza vital, diferente a fuerzas físicas o químicas y

que es lo que diferencia lo animado de lo inanimado. Congruente a ello, se generaron varios avances en términos biológicos. Robert Brown en 1831 creó el nombre de “núcleo”, producto de las observaciones con un microscopio simple en plantas fanerógamas, como lo describe Albarracín (1983). Aunque ya previa a estas afirmaciones existían descripciones de esta estructura celular, como las realizadas por Leeuwenhoek en 1682 y por los aportes de Franz Bauer en 1802, quien realizó esquemas de esta estructura en plantas, sin embargo, no había una denominación formal.

Las investigaciones realizadas por científicos de diferentes nacionalidades europeas como las de Johannes Müller sobre la naturaleza celular de la notocorda de una especie de pez, al igual que, el estudio comparativo que realizó entre estas células y las de tejidos vegetales y las de su discípulo Jakob Henle, sobre la estructura epitelial humana, fueron referentes para los científicos Schleiden y Schwann.

Schleiden, inspirado en los aportes de científicos de Brown y orientado bajo la premisa de partir de lo particular a lo general, estableció tres principios que recogen los avances sobre célula en la época, estos corresponden a:

- La célula vegetal es la unidad constitutiva de las plantas.
- La célula se origina en una gelatina compleja.
- El proceso de crecimiento de la planta está en función de la multiplicación de sus células, dentro de otras células, salvo en los órganos leñosos.

Los postulados mencionados, se dieron en función de las plantas, lo cual es congruente con la formación e interés investigativo de Schleiden, porque, al ser botánico, buscaba conocer las plantas, pero el añadió otra perspectiva a la utilizada en la época.

Frente a los principios de Schleiden sobre la estructura microscópica de las plantas y su vida individual a partir de las células, se desvirtuó la postura vitalista de la época y, por consiguiente, se llegó a la negación de una fuerza vital que actúa en común sobre toda la planta. A partir de ello, Schwann, se planteó, una serie de cuestionamientos sobre si es posible encontrar una analogía entre lo evidenciado en plantas, pero esta vez en animales, para lo cual inició sus trabajos de manera comparativa entre lo descrito por Brown y Schleiden y sus experimentos con tejido animal. Posterior a ello, concluyó que las células que componen a los tejidos animales estudiados, estructuralmente son análogas a las encontradas en vegetales. Lo anterior, permitió unificar los aportes en el

campo biológico y formular de manera conjunta una teoría que aplica para animales y vegetales.

Schleiden y Schwann son los padres de la teoría celular, pero sus aportes se deben ver como una reflexión sobre lo publicado y una confrontación teórica y práctica que llevan a unificar criterios previos para llegar a lo que hoy día se conoce como la teoría celular, esta idea es compartida por autores como González (1990), quien cita a Coleman (1983) en relación a esta postura. De igual forma, se deben contemplar, aportes erróneos en la teoría, puesto que Pérez (2005) menciona que ambos autores propusieron ideas equivocadas acerca del origen de la célula, Schleiden hacía alusión a la gemación del núcleo de una célula, mientras que Schwann argumentaba que el núcleo se formaba fuera de la célula, a partir de un líquido orgánico denominado – citoblastema-. Este autor por su parte, reconoce los aportes de los denominados “padres de la teoría celular”, no obstante, otorga el crédito de la teoría formal al médico Rudolph Virchow, quien esclareció aspectos relacionados con el origen celular.

2.3 Dificultades de aprendizaje de los conceptos mencionados

La estructura celular y su funcionamiento, son temas fundamentales en la enseñanza de la biología. No obstante, diversos trabajos han evidenciado que a pesar de su enseñanza las ideas de los estudiantes no coinciden con las científicas. Los niños y jóvenes de diferentes niveles desconocen o tienen ideas alejadas frecuentemente del “concepto científico” atribuido (Rodríguez & Moreira, 2002).

Algunos autores consideran que en general las concepciones de los estudiantes sobre la célula proceden de una visión errada de lo que es un ser vivo y sus características. “En el caso del concepto «Célula» en particular, por tratarse de un concepto abstracto, las concepciones alternativas de los estudiantes podrían provenir de la propia escuela, por un lado, y de los medios de comunicación por otro” (González-Weil & Harms, 2012).

2.3.1 Dificultades de orden técnico y bibliográfico

Autores como Mengascini (2006), afirma que la calidad de equipos de microscopía empleados en el aula, repercute sobre la adquisición de conocimientos claros sobre

células, puesto que, las imágenes que pueden llegar a observar los estudiantes en una práctica de citología básica, no dan una idea clara de la estructura anatómica y de la complejidad de las células. Si se emplea un equipo de baja resolución, como los ampliamente utilizados en la educación secundaria, apenas se adquiere una idea de las dimensiones celulares.

Por otra parte, desde el punto de vista bibliográfico afirma que, algunos textos que se emplean para la enseñanza de las ciencias naturales presentan ilustraciones que pueden no brindar la claridad anatómica propia de las células, porque, son modelos que dan una noción un poco más clara, pero sin mencionar que corresponden, incluso, afirmando incorrectamente que son imágenes de microscopios, idea compartida por Tapia & Arteaga (2009). Lo anterior lleva a plantearse la funcionalidad de la imagen en el aula y los objetivos de la clase, debido a que, al emplear una imagen no muy clara o no real, se puede llevar a una conceptualización fisiológica y anatómica errónea y a obtener bases conceptuales no confiables sobre el ámbito celular.

Mengascini (2006) por su parte afirma que, en la labor docente se hace énfasis en desarrollar la temática célula desde contextos palpables para los estudiantes, por lo regular, enfocándose en su relación con el cuerpo humano. Aunque es un contexto apropiado porque es lo más conocido, puede llevar a una visión antropocéntrica, junto con la idea de no concebir a la célula como unidad estructural.

Un ejemplo es abordar la célula desde las analogías, que en muchas ocasiones el docente considera pertinentes, pero en realidad no siempre lo son. La típica célula “como una escuela”, en la cual, las paredes hacen referencia a la membrana celular y la oficina de la rectora al núcleo, entre otros aspectos, puede llevar a incorporar esquemas conceptuales erróneos al estudiantado, por ejemplo, el concebir la membrana como una estructura rígida, origina dificultades para comprender de manera clara conceptos referentes al transporte celular. Esta idea es compartida con Andreu (2001), quien manifiesta que se debe realizar previamente un análisis de la estrategia de aula a implementar, porque, los estudiantes por lo regular no desarrollan un concepto correcto de célula debido a que la estrategia no es clara y oportuna, haciendo que las ideas captadas por los estudiantes sean muy superficiales o incluso erróneas, condicionando los nuevos aprendizajes.

2.3.2 Dificultades por contenidos abstractos y no abordados

Como ya se mencionó el concepto de célula es difícil de comprender, diversos autores entre los cuales se destaca Rodríguez (1997) afirman que los problemas de conceptualización son debidos al desconocimiento de las funciones vitales y de la división celular. Autores como Banet & Ayuso (1995); Jiménez (2003) y Mengascini (2006), coinciden con Rodríguez (1997), sin embargo, añaden que los contenidos del componente celular son abstractos para los estudiantes e implican un dominio conceptual sobre genética, genes y cromosomas necesarios para comprender diferentes aspectos del ciclo celular.

En especial se hace énfasis en que los estudiantes no reconocen cómo ocurre la distribución de la información genética en el cigoto y en las demás células del cuerpo, lo cual genera confusiones, debidas a su condición abstracta.

De igual modo, estos conceptos y en general el ciclo celular centrado en la reproducción meiótica y mitótica, son elementos claves en la formación en biología celular y en el componente genético. Estos conceptos son de difícil entendimiento para los estudiantes debido a su amplio esquema procedimental y a los tipos de células en las que se llevan a cabo (Abril, Muela & Quijano, 2002). De igual forma, aluden que el dominio conceptual del docente es clave, de manera específica mencionan que, cuando se habla de “tipos” de células, es común que se preste a confusión entre tipos de orden estructural y de orden funcional. Temas que deben ser claros para el docente.

2.4 Referente pedagógico

Para este referente se articuló el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como estrategia de aprendizaje que permite la participación activa y autónoma del estudiante, con una reflexión sobre el desarrollo de diferentes capacidades lingüísticas y científicas. De igual forma partiendo de las habilidades lingüísticas aplicadas en el ámbito científico, se estudiaron, desde la postura de Jay Lemke y Neus Sanmartí, los procesos lingüísticos en la adquisición del lenguaje científico y su importancia en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia.

2.4.1 Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y habilidades lingüístico – científicas.

El estado actual en el que se encuentran los procesos de enseñanza – aprendizaje demanda que el rol del docente y de la escuela, no sea únicamente el de transmisión de información, tal como ha venido ocurriendo en los últimos tiempos, por tal motivo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en sus Estándares, establece que en la formación en ciencias de la naturaleza, se debe tener en cuenta el desarrollo, en el estudiante, de posturas críticas y reflexivas sobre su entorno, de tal manera que esté en la capacidad de explicar los diferentes eventos del diario vivir (MEN, 2004).

El ABP implica una transformación pedagógica del docente, busca que él se adapte a los requerimientos reales del contexto donde desarrolla sus clases, y desde una postura ética y profesional, busque un cambio en la cultura vivencial del estudiantado, de tal manera que, el estudiante cumpla con los roles acordados, sea autónomo en su proceso de aprendizaje, establezca sus propios ritmos y necesidades, desde un contexto palpable y no alejado de la ciencia, fomentando así desarrollo social y personal (García, 2008).

El ABP se fundamenta en la investigación en el aula como eje facilitador del proceso de enseñanza – aprendizaje de manera transversal – y en contexto-. Presenta una metodología clara, no alejada de los conceptos previos del estudiantado, favoreciendo la capacidad de discernir, analizar y reflexionar sobre una hipótesis, una pregunta o un hecho (el estudiante como sujeto activo en su proceso de formación) como lo citan autores como Rodríguez, Vargas & Luna (2010). Esta postura del estudiante le permite desarrollar de manera implícita ciertas habilidades a nivel lingüístico, durante su proceso formativo en ciencias naturales, por lo cual, no se debe relegar la enseñanza de la lingüística de manera exclusiva al área de español, sino que, es el lenguaje un elemento esencial en el proceso metacognitivo y articulador en la formación del individuo.

Por lo anterior, la postura activa del estudiantado, se puede orientar al desarrollo del hablar, leer y escribir sobre contenidos en ciencias naturales; a partir de la elaboración de escritos, debates y formulación de conclusiones. Estas acciones del aprender ciencia son mencionadas por Lemke (1996) y Sanmartí (2007), quienes plantean que, a través de un lenguaje cotidiano y desde una situación problema y/o contexto, se puede llevar al

estudiante al aprendizaje del lenguaje científico (desarrollo de habilidades lingüístico - científicas).

Pero, ¿de qué sirve aplicar las teorías relacionadas con el desarrollo de competencias lingüísticas y científicas? y ¿cuál es su campo de acción? Las competencias lingüísticas y científicas apoyan la enseñanza de la ciencia, proporcionan el patrón de diálogo y enmarcan la estructura dentro de la cual profesores y estudiantes hablan de modo científico, pero, según Lemke (1996) no indican cómo encontrar la ciencia a través del diálogo y he allí el problema porque nuestros estudiantes deben estar en la capacidad de captar contenidos científicos en el dialogo de las clases. Sin embargo, esta condición radica primero en el docente, ya que no se puede esperar desarrollar una competencia si ni siquiera se ha planteado en el diseño curricular del curso. Es por esto relevante, en primera instancia, formular competencias para nuestros cursos y fuera de ello, orientarlas de tal manera que el componente lingüístico y/o comunicativo se pueda desarrollar, de tal manera que, facilite los procesos de adquisición de códigos lingüísticos, matemáticos y/o científicos.

Una propuesta para compensar la problemática anterior es enseñar al estudiantado sobre cómo adaptar el lenguaje a situaciones específicas como lo citan Wallace, Stariha & Walberg (2004), de tal modo que, puedan reordenar sus esquemas mentales al preparar una intervención y así lograr una buena interlocución. Sin embargo, es un aprendizaje que debe ser reciproco, en el sentido que el maestro debe adaptar el lenguaje cotidiano y volverlo un lenguaje científico mediante la incorporación de un contexto "situación específica", que sea atractiva, que propicie la participación activa y sea propia del contexto del estudiantado o del diario vivir.

Por tal motivo, el aprendizaje de las ciencias va más allá de ver, pensar y hablar en ciencia como comúnmente se hace, se trata de introducir al estudiante en una cultura diferente, en una cultura científica desde el hablar, leer, escribir y exponer, para lo cual es imprescindible que los docentes permitan que sus estudiantes aprendan desde su cotidianidad, empleando conceptualizaciones propias del conocimiento científico (Narváez, 2008).

3. Entorno escolar

El Instituto Técnico y Académico Scout José Martí se encuentra ubicado en la ciudad de Neiva, departamento del Huila, es una institución de carácter privado que ofrece los niveles de educación Preescolar, Básica primaria, Básica secundaria y Media. Tiene convenios estratégicos con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) a través de las Técnicas en electrónica y Contabilidad desde el año 2012, ofertados a estudiantes de los grados décimo y undécimo y Tecno-academia para estudiantes de los grados octavo y noveno.

En cuanto al modelo pedagógico de la institución, es de tipo humanista. Se orienta desde aspectos de la filosofía Scout. Es así como, se desarrollan planes de aula y procesos académicos y de convivencia desde la ley y principios Scout.

Actualmente la institución cuenta con 600 estudiantes distribuidos en los diferentes niveles, de los cuales la población seleccionada para este estudio corresponde al total de niños del grado séptimo, 26 estudiantes (12 niños y 14 niñas), sus edades oscilan entre los 11 y 13 años.

Según fuente institucional, esta población socioeconómicamente se ubica en los estratos 1, 2, y 3, el 95% hace parte de hogares nucleares (papá, mamá y hermanos), no obstante, el 5% convive con uno de sus padres (hogares separados) o con sus abuelos. La gran mayoría de padres de familia labora en diferentes actividades primando los oficios varios, independientes y asistencial, los cuales desempeñan desde tempranas horas de la mañana hasta tipo seis de la tarde, por lo cual, la institución, para apoyar el desempeño laboral de los padres de familia ofrece una jornada continua de 6:30 de la mañana a 4:00 de la tarde y posteriormente los estudiantes pueden optar por ir a sus hogares, o recibir una asesoría de tareas y/o participar en actividades lúdicas.

A nivel académico, los estudiantes de grado séptimo se preocupan por cumplir con los deberes y/o compromisos establecidos, aunque actualmente para el primer periodo

académico un 50% de ellos presenta al menos una asignatura reprobada, dentro de las cuales priman lengua castellana, física y matemáticas. En el grupo hay cinco estudiantes que presentan necesidades educativas especiales como atención dispersa y déficit visual, estos estudiantes cuentan con el apoyo del programa de inclusión de la institución quien asesora a nivel curricular y de estrategias para la enseñanza en el aula a estos casos. Es un grupo muy activo, lo cual ha generado ciertos problemas a nivel de convivencia como indisciplina, sin embargo, se han solucionado en su debido momento y se han aplicado estrategias en caminadas a mejorar esta situación con los docentes que orientan asignaturas y el director de curso.

4.Marco metodológico

Este proyecto tenía la finalidad de diseñar, aplicar y reflexionar sobre una estrategia de aula que, en el contexto del cáncer, aproximara a los estudiantes al uso del lenguaje propio de la biología celular. Para el trabajo de aula se planteó desde la didáctica, una metodología de aprendizaje basado en proyectos, con el fin de indagar específicamente sobre su contribución en el desarrollo de competencias lingüístico - científicas.

El problema se abordó desde la investigación cualitativa, aunque también se utilizaron métodos cuantitativos. Es por tanto, un trabajo descriptivo, enmarcado en el modelo de investigación acción, que implica planear, observar, describir y reflexionar sobre la pertinencia de la estrategia y proponer acciones de mejora.

En el contexto sociodemográfico, la población de estudio correspondió al total de estudiantes de ambos sexos de grado séptimo. La selección de esta obedeció a que curricularmente los conceptos de la pregunta problema se desarrollan en este grado escolar.

Las fases del proceso metodológico fueron:

4.1 Inducción y motivación

Como se mencionó, se planteó la metodología de trabajo por proyectos como estrategia para el desarrollo de las actividades de aula. Se tuvo en cuenta, para su implementación, que no siempre es adecuado que los niños seleccionen libremente los temas del proyecto y que con frecuencia se requiere de la orientación y acompañamiento del docente para escogerlos y plantear las preguntas (Sanmartí & Márquez, 2017). Por tanto, se inició con la presentación de un video que explicaba y resumía la importancia y los pasos a seguir para realizar proyectos. Posteriormente, se abrió un espacio de discusión grupal sobre el video, el cual se orientó a reflexionar sobre la posibilidad de abordar en el aula de clase, bajo esta metodología, el tema del cáncer. Se preguntó a los estudiantes,

si tenían algún familiar que haya padecido o padezca esta enfermedad y se les propuso narrar el caso. Seguidamente, se presentaron videos sobre las células y el cáncer y se invitó a los estudiantes a conformar cuatro grupos de trabajo, a los cuales se les entregó una noticia, de cuatro posibles, sobre el cáncer, publicadas en el periódico de la Universidad Nacional (UN Periódico edición 201: Descifrando las células cancerosas en la metástasis; Detectan posible indicador de células cancerígenas; UN periódico edición 202: Primer reporte de cáncer raro en Colombia; UN Periódico edición 203: Herramienta detecta lesiones ocultas en cáncer de seno). Se solicitó su lectura en grupo, se moderó una discusión y socialización de lo comprendido, al igual que de lo no entendido; finalmente, cada grupo eligió un estudiante para exponer sus conclusiones a los demás grupos sobre la noticia analizada.

4.2 Identificación de los conocimientos previos de los estudiantes

Para la detección de ideas previas se elaboró una encuesta cuyo objetivo era reconocer elementos conceptuales que ayudaran a orientar, intervenir y diseñar de manera pertinente la estrategia didáctica. El cuestionario o instrumento de la encuesta tenía 15 preguntas sobre célula, organelos y división celular (Anexo A. Encuesta grado séptimo), algunas abiertas y otras cerradas. Las preguntas cerradas, de selección múltiple única respuesta y de relación, estaban encaminadas a determinar el dominio conceptual y las preguntas abiertas estaban orientadas a identificar las competencias científico - lingüísticas empleadas por los estudiantes.

Esta misma encuesta se aplicó nuevamente, al finalizar la implementación de la estrategia didáctica y se compararon y analizaron los resultados obtenidos. Del cuestionario propuesto se realizó una prueba piloto con estudiantes de grado undécimo, con el objetivo de conocer falencias y/o errores en el mismo, al igual que, se contó con el apoyo de la docente de biología quien realizó análisis previos y sugerencias de cambios antes de aplicarlo. En este estudio, para las preguntas de selección múltiple única respuesta y de relación, se determinó la frecuencia de respuesta correcta para cada opción. Para las preguntas abiertas, las respuestas se organizaron en categorías para facilitar su codificación y posteriormente se realizó el mismo tratamiento que en las preguntas de opción múltiple única respuesta como lo sugiere Rincón (2014).

Para valorar cada pregunta de selección múltiple única respuesta y de relación, se le otorgó un punto a la respuesta correcta. Las preguntas abiertas se trabajaron al tenor protocolario que emplea el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), en la cual se, “clasifica toda posible respuesta en una de tres categorías: crédito total, aquellas que responden efectivamente a la pregunta planteada; crédito parcial, aquellas que responden de manera inexacta o incompleta a la pregunta planteada; y sin crédito, aquellas que no la responden correctamente” ICFES (2016), por tanto, se asigna 1,0 punto para crédito total, 0,5 para crédito parcial y 0,0 sin crédito.

Para presentar los resultados de la encuesta inicial y final se tuvieron en cuenta por un lado el porcentaje de estudiantes que respondió correctamente cada una de las preguntas del cuestionario y por otro, la calificación obtenida por cada uno de los estudiantes en una escala de 1 a 100.

4.3 Conformación y trabajo de grupos de investigación

Para el trabajo por proyectos se constituyeron seis grupos de manera libre. Cada uno de ellos con cuatro o máximo cinco estudiantes y se solicitó escoger un nombre para el grupo. Posteriormente, se definieron los compromisos, al igual que, los roles a desempeñar y la forma de diligenciar la bitácora de investigación (Anexo B. Acuerdos de grupos de investigación).

El trabajo por grupos se inició definiendo la pregunta de investigación, para ello, cada estudiante planteó una pregunta y su justificación en el grupo. Los estudiantes debatieron sobre cada pregunta y llegaron a seleccionar una. Con la asesoría del docente, se revisó la pregunta y se orientó hacia la formulación de objetivos y metodología.

Así mismo, a partir de las necesidades observadas por los docentes de ciencias naturales y lengua castellana se diseñaron, para implementar en los grupos, seis guías-lecturas orientadas al desarrollo de cinco competencias científico-lingüísticas. Las guías pretendían contribuir en el proceso de documentación de los grupos, ya que, se relacionaban con la pregunta de investigación, proponían una serie de cuestionamientos bajo las competencias planteadas y se encaminaban a determinar la comprensión del tema bajo el contexto de la propuesta didáctica.

Se realizaron tres sesiones de socialización que fueron grabadas. En la primera, los grupos expusieron y argumentaron la pregunta de investigación y objetivos; en la segunda, socializaron la metodología y avances de los objetivos específicos; y en la tercera sustentaron el desarrollo total del proyecto. Se vinculó mediante visitas programadas, a la docente de biología del año anterior y, a una docente de lengua castellana. Se les solicitó llevar un registro de las visitas sobre aspectos disciplinares (científicos y lingüísticos), el trabajo en grupo, aprendizajes, anécdotas y las estrategias empleadas para procesar la información.

Para la reflexión sobre el trabajo de aula se emplearon los datos recogidos durante la aplicación de la estrategia: encuesta inicial, final; entrevistas, registros de los docentes involucrados, videos de las socializaciones, bitácora de cada proyecto y guías de trabajo. Luego de varias lecturas de la información recolectada, se resumieron y analizaron los acontecimientos y eventos propios de cada grupo de estudiantes desde cuatro categorías de análisis:

1. Manejo conceptual y disciplinar a partir del reconocimiento de los avances teóricos, los aprendizajes, el cumplimiento de los objetivos específicos planteados y cómo se percibe el uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.
2. Los elementos de procedimiento empleados: observación, construcción, elaboración o diseño de actividades conjuntas o productos del trabajo.
3. Las relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos en el uso del lenguaje científico.
4. Las situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso que están relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

5. Resultados y discusión

En este capítulo del trabajo se presenta: La evolución de los conceptos e ideas de los estudiantes, sobre el tema de estudio, teniendo en cuenta los resultados de la encuesta inicial y final diligenciada por ellos. La tabla y la síntesis del trabajo por proyectos al interior de los grupos estudiantiles teniendo en cuenta las categorías mencionadas. La reflexión sobre el trabajo por proyectos, y para finalizar, d- análisis de la adquisición de competencias científico – lingüísticas y formulación de las acciones para mejorar la efectividad de la estrategia. Las evidencias fotográficas y audiovisuales de esta experiencia se encuentran en el blog: <https://sites.google.com/view/proyecto-cancer-septimo-itasjm/> . Allí se presentan videos, imágenes, documentos y presentaciones del trabajo de los estudiantes.

5.1 Evolución de los conceptos

Poggioli (1997) hace referencia a “los conocimientos previos como contenidos del sistema de memoria permanente que influye en la adquisición, retención y evocación de nueva información” (Citado en Sánchez & Miguel, 2006). Teniendo en cuenta este antecedente, las respuestas al cuestionario inicial y final dadas por los estudiantes, se presentan a continuación en la Figura 5-1.

Figura 5-1: Estudiantes que responden correctamente cada pregunta en la encuesta inicial y final (%)

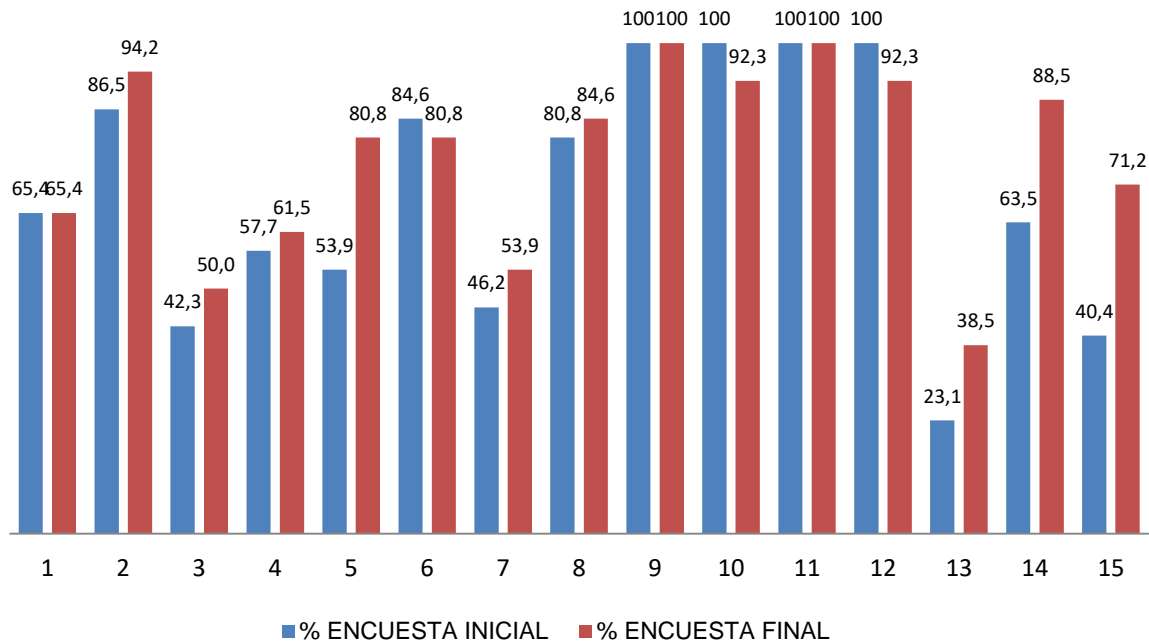


Tabla 5-1: Medidas de tendencia central para la calificación del cuestionario (Ei= encuesta inicial, Ef= encuesta final).

Calificación Promedio	Moda	Varianza	Mediana	Desviación estándar	Calificación máxima	Calificación Mínima	Sesgo
Ei=69,61 Ef=77,17	Ei= 80 Ef=76,66	Ei= 175,4 Ef=167,7	Ei=70 Ef=76,66	Ei=13,24 Ef=12,95	Ei=86,6 Ef=100	Ei=40 Ef=50	Ei= -0,74 Ef= -0,32

De acuerdo con la Figura 5-1, en la prueba inicial el 100% de estudiantes reconoció la función del núcleo celular (ítem 9), de los ribosomas (ítem 10), del citoplasma celular (ítem 11) y de las mitocondrias (ítem 12). También, un porcentaje alto de ellos (86,5%) identificó las diferencias entre células procariontas y eucariotas (ítem 2). Mientras tanto, los temas que en menor porcentaje identificaron adecuadamente, fueron la función del complejo de Golgi (ítem 13 - 23%), del nucléolo (ítem 3 - 42,3%), la reproducción celular eucariota (ítem 15 - 40,3%) y el contexto planteado -el cáncer- (ítem 7 - 46,1%).

Con la aplicación de la estrategia didáctica mejoraron los conceptos evaluados en los ítems 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 14 y 15. De estos, se destaca la diferencia entre célula

procariota y eucariota (ítem 2 - 94,2%), la función del nucléolo (ítem 3 - 50%), la función de la mitocondria (ítem 5 - 80,8%), la reproducción celular desde la función de las células madre (ítem 8 - 84,62%), la función del aparato de Golgi (ítem 14 - 88,5%) y la reproducción celular a partir de una situación en contexto (ítem 15 - 71,2%).

No obstante, para los ítems 6 (función del núcleo celular y su relación con la reproducción eucariota), 10 (función de los ribosomas) y 12 (función de la mitocondria), la calificación en porcentaje fue menor en la encuesta final. Llama la atención el ítem 12, porque no estaba enmarcado dentro de un contexto, mientras que, en el ítem 5 que indagaba sobre este mismo organelo y adecuado a un contexto, aumentó el porcentaje al final. Las posibles causas no son claras, sin embargo, las respuestas a los dos ítem corresponden a dos estudiantes que en la encuesta inicial respondieron de manera correcta, pero en la encuesta final no. En promedio, el grupo objeto de estudio pasó de una calificación inicial de 69,61 a una calificación final de 77,17, producto de sus experiencias, conocimientos previos y de la estrategia por proyectos empleada desde el contexto el cáncer.

Así mismo, con relación a las medidas de tendencia central obtenidas en la encuesta inicial (Ei) y registrada en la Tabla 5-1, se encontró que el grupo tenía una estructura cognoscitiva aceptable, con un promedio de 69,61. Esto significa que un buen número de estudiantes identificaba células, organelos y su función, aunque para algunos de ellos la calificación fue de 40 y para otros de 86,6 ubicándose los demás dentro de dicho rango.

La desviación estándar de 13,24 indica el grado de dispersión de los puntajes de la muestra. Se puede afirmar que, en cuanto al desempeño en la encuesta inicial, el grupo no fue uniforme. La varianza como cuadrado de la desviación estándar fue de 175,4 concordando con la información que otorga la desviación estándar, pues al ser alta, evidencia el grado de dispersión de las calificaciones obtenidas por los estudiantes.

La moda de 80 puntos refleja la calificación que más se repitió dentro del grupo objeto de estudio. Por su parte la mediana de 70, valor muy cercano al promedio de calificaciones, pero diferente de la moda, permite afirmar que la distribución de los datos y en sí de la muestra tiende a ser asimétrica.

En la encuesta final (Ef) y con fundamento en la Tabla 5-1, se observa que algunos estudiantes obtuvieron una calificación de 100 (valor máximo que se podía obtener), mientras que la mínima correspondió a 50. Estos datos al compararlos con los de la encuesta inicial evidencian que aumentó el promedio de calificaciones en la encuesta final.

La moda de 76,6 refleja la repetición de este valor dentro de los puntajes obtenidos por el grupo y presenta una disminución en relación al obtenido en la encuesta inicial. Así mismo, en la encuesta final la mediana (77,6), la moda (76,66 puntos) y la media aritmética (77,17) son muy similares. Con fundamento en Rodríguez (2010), se podría decir que es una distribución ligeramente asimétrica, el sesgo para la encuesta inicial y final, en ambas fue negativo es decir la distribución de las frecuencias fue sesgada.

Norman & Streiner (1996), dicen que un sesgo negativo permite interpretar una asimetría negativa, teniendo en cuenta que una distribución simétrica tendría un sesgo equivalente a cero. Como se puede apreciar en la Tabla 5-1, el sesgo de la encuesta final fue menor que el de la encuesta inicial, con ello, se podría inferir que los datos tienden a disminuir su asimetría y repercuten en las calificaciones como lo exponen Eligio, Gómez & García (2016).

En este caso, las calificaciones altas tienden a aumentar y este hecho es consistente con la desviación estándar de la encuesta final, siendo de 12,95, presentando una disminución en comparación con el la encuesta inicial y repercutiendo a su vez sobre la varianza de 167,7. Permitiendo afirmar que los datos de la encuesta final tienden a tener una distribución más uniforme que los de la encuesta inicial.

5.2 La tabla y síntesis del trabajo por proyectos

Los grupos, las preguntas de investigación y los objetivos de la estrategia se relacionan en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Grupos, preguntas y objetivos del trabajo por proyectos.

Grupo	Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos
Los guardianes de investigación	¿La mitosis y la metástasis son las causantes de la letalidad del cáncer?	Conocer la importancia de la mitosis y la metástasis en la letalidad del cáncer.	-Conocer qué ocurre a las células y a los organelos cuando aparece el cáncer. -Indagar en qué consiste la mitosis y la metástasis desde el cáncer. -Conocer sobre la presencia del cáncer en los padres de familia del nivel secundaria.
Oxigenos	¿El oxígeno al ser un agente oxidante puede llegar a alterar los organelos celulares en el tejido pulmonar y causar cáncer?	Indagar si el oxígeno puede llegar a alterar los organelos celulares en el tejido pulmonar.	-Investigar cuales organelos celulares se ven inmersos en el proceso de respiración y cómo se ven afectados por el ingreso de sustancias tóxicas. - Investigar si los padres de familia del nivel secundaria tienen tendencia a fumar.
Los 5 investigadores	¿Pueden las bebidas alcohólicas generar a futuro desequilibrio en el organismo y alterar el ADN?	Identificar si las bebidas alcohólicas pueden generar a futuro desequilibrio en el organismo y alterar el ADN.	-Investigar sobre las bebidas alcohólicas y su efecto en las células. -Identificar qué ocurre en los organelos celulares cuando se altera el ADN -Indagar sobre el desequilibrio en el organismo humano y su relación con el consumo de alcohol. -Conocer sobre el consumo de alcohol de los padres de familia del nivel secundaria.
Hi 5	¿Qué tipo de alimentos de consumo regular pueden contribuir o no a la generación del cáncer digestivo?	Reconocer qué alimentos de consumo regular contribuyen o no a la generación del cáncer digestivo.	-Investigar sobre las células, los organelos y el cáncer. -Conocer qué es el cáncer digestivo y qué relación tiene con los alimentos. -Identificar qué alimentos contribuyen a generar o proteger sobre el cáncer y analizar si están presentes en el restaurante y cafetería del colegio.

Tabla 5-3: (Continuación)

Grupo	Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos
Origins	¿Pueden los anticonceptivos hormonales generar desequilibrio en el cuerpo y causar cáncer?	Conocer si los anticonceptivos hormonales generan desequilibrio en el cuerpo y causar cáncer.	-Investigar sobre los anticonceptivos hormonales y su relación con las células. Organelos y el cáncer. -Saber si los padres de familia del colegio usan o no anticonceptivos hormonales.
Los metaloides	¿Qué alteraciones puede sufrir las mitocondrias para que se genere cáncer?	Identificar qué alteraciones puede sufrir las mitocondrias para que se genere cáncer.	-Investigar sobre las alteraciones que pueden -sufrir las mitocondrias en la célula. -Conocer sobre el cáncer y su relación con las células y con las mitocondrias. -Caracterizar a los padres de familia sobre el cáncer y su incidencia familiar.

A continuación, se resume el trabajo de los estudiantes que emerge de la lectura de la información colectada. Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes unidades de análisis:

1. Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.
2. Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.
3. Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.
4. Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

5.2.1 Grupo: Los guardianes de investigación

- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

Con fundamento en los objetivos planteados, el grupo partió de conocer los organelos que están implicados en la reproducción celular, el proceso mitótico para una célula normal y los procesos de muerte celular programada. Trabajaron sobre el cáncer y su origen, lo cual, les permitió relacionar ambos procesos y asociarlos a la metástasis.

Desde el lenguaje científico del contexto y de la pregunta de investigación, lograron diferenciar y explicar con facilidad la metástasis y cómo se relaciona con la mitosis celular.

Resalta la conclusión de uno de los integrantes del grupo quien mencionó que: *“la mitosis, aunque es un proceso normal de las células, cuando se generan alteraciones en las células, causa que se dividan muy rápido y se forman tumores malignos, con el tiempo las células van a otras partes del cuerpo y forman otros tumores que al seguir así invaden el cuerpo y pueden matar a la persona, entonces sí hay relación con la letalidad del cáncer aunque no directamente debido a que hay otros factores”*. Con lo anterior, se evidencia que los estudiantes establecieron una relación entre la metástasis y la mitosis. Así mismo, reconocieron la existencia de otros factores que pueden contribuir en la letalidad del cáncer. No obstante, ellos relacionaron las alteraciones celulares directamente con neoplasias de tipo maligno, sin considerar, que las neoplasias benignas pasan también por un proceso similar, pero a diferencia de las malignas, no colonizan otros sitios.

Sobre las dificultades de aprendizaje, se encontró que el grupo no comprendía con claridad las fases de la mitosis, porque los referentes consultados eran de tipo universitario, enfocados más en el componente genético. Coincidiendo con los aportes de autores como Banet & Ayuso (1995); Jiménez (2003); Mengascini (2006) y Rodríguez (1997), quienes expresan que, para abordar el componente celular, se requieren conocimientos básicos sobre genética, genes y cromosomas. Con la dificultad presentada en el aula, se direccionó al grupo en cuanto al tema desde el componente genético con referentes bibliográficos y audiovisuales, buscando superar el inconveniente y propiciando su comprensión.

El proyecto implicó trabajar de la mano con la asignatura estadística por qué, en este grupo se planteó conocer la incidencia del cáncer en los padres de familia de la institución. Lo que llevó a los estudiantes a diseñar un cuestionario y analizar estadísticamente los resultados de su implementación.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

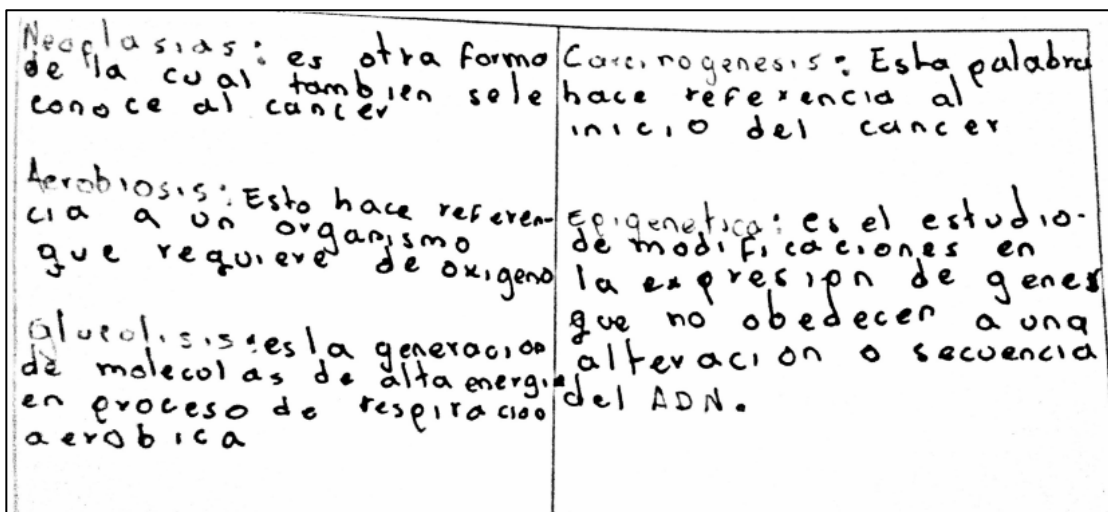
Para este grupo fue muy importante el apoyo brindado por un padre de familia, médico de profesión y, acudiente de un miembro del grupo. Su aporte consistió en narrar a los estudiantes casos y procedimientos realizados para tratar estas patologías desde la medicina. Permitiendo que ellos tuvieran una visión más específica de las aplicaciones de la biología en la práctica clínica.

También, trabajaron de manera conjunta con los grupos “Oxigen” y “Los 5 investigadores” en la elaboración y aplicación de la encuesta a padres de familia, orientados por los docentes de biología y estadística. Encontraron que, la incidencia del cáncer en el núcleo familiar principal (papá, mamá y hermanos) era del 24,1% y en el núcleo familiar secundario (abuelos, tíos, primos) del 55,17%. Los porcentajes mencionados corresponden a casos que habían sido diagnosticados con alguna patología asociada al cáncer. Con ello los estudiantes manifestaron que, al ser una enfermedad frecuente en sus hogares, deberían conocer cómo se origina, probabilidades de supervivencia y posibles tratamientos.

- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

El trabajo por proyectos llevó a la búsqueda de información. Los estudiantes indagaron en fuentes como libros e internet, al igual que se apoyaron en la guía – lectura asignada, pero al encontrar términos complejos, debían buscar su significado como se muestra en la Figura 5-2, y comprenderlos según el contexto para poder avanzar. El tema trabajado implicó abordar sistemas como el circulatorio para comprender cómo una célula anormal puede llegar a otras partes del cuerpo y colonizar, lo cual asociaron a la metástasis.

Figura 5-2: Palabras desconocidas grupo “Los guardianes de la investigación”.



- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

Se evidenciaron problemas relacionados con el trabajo en grupo. Las diferencias de opinión generaron discrepancias que originaron pocos avances en la respuesta a la pregunta de investigación planteada. Con la intervención de los docentes el grupo logró establecer acuerdos y cumplir con los objetivos propuestos. Este grupo, conformado por cinco niños, en ciertas sesiones no contó con la asistencia de todos, como se muestra en la Figura 5-3, no obstante, este hecho no fue limitante y el grupo cumplió con sus compromisos.

Figura 5-3: Integrantes grupo “Los guardianes de la investigación”.



5.2.2 Grupo: Oxigens

- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

El grupo tomó el oxígeno como un agente oxidante y lo relacionó con el cáncer a nivel de vías respiratorias, esto les llevó a investigar sobre el sistema respiratorio, la respiración a

nivel celular, los orgánulos celulares y el proceso de reproducción celular desde el cáncer. Seguidamente, con la información recolectada, abordaron el tema cáncer, haciendo énfasis en el proceso de alteración celular, encontrando que los compuestos químicos, producto de la combustión del tabaco, al fumar, repercuten a nivel celular, alterando la membrana celular, algunos organelos e incluso, reaccionando con el oxígeno que posee la célula, generando compuestos inestables. Desde la química, indagaron sobre la molécula de oxígeno y cómo se puede transformar en una especie química reactiva generando diferentes alteraciones.

Por otra parte, trabajaron desde la asignatura estadística, información relacionada con el consumo de cigarrillo. De manera mancomunada con los grupos de investigación “los guardianes de la investigación” y “los 5 investigadores” elaboraron una encuesta dirigida a conocer si los padres eran fumadores.

Para la investigación en este grupo fue necesario reorientar el tema, pues las fuentes consultadas, involucraron conceptos de tipo genético que generaban confusión en el proceso, aunque son indispensables para comprender cómo las sustancias que contiene el cigarrillo, alteran el ADN y cómo algunos genes (p53) pueden actuar como supresores de alteraciones en el material genético.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

Uno de los objetivos planteados por el grupo fue conocer la tendencia a fumar en el núcleo familiar. Encontraron que el 93% de los padres no son fumadores, mientras que el 7%, manifestó ser fumador pasivo. Igualmente, entrevistaron a un docente de la institución, que aproximadamente 20 años atrás, padeció de cáncer de pulmón, originado por el hábito de fumar y a consecuencia de ello, le fue extirpado un lóbulo del pulmón derecho. Este hecho, fue manifestado por el grupo a los demás compañeros, invitándolos a tener hábitos saludables y a reflexionar junto con los padres de familia sobre estas prácticas.

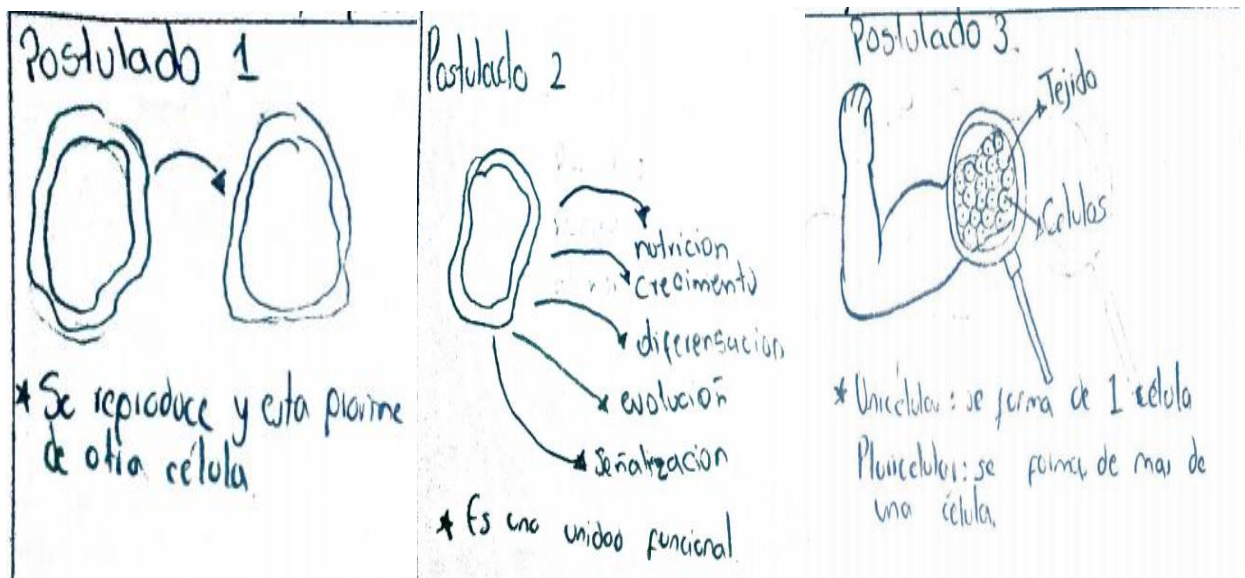
- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

El trabajo por proyectos permite que los estudiantes regulen su propio aprendizaje. Lo anterior fue evidente en el grupo “Oxigens”, ya que sus integrantes se interesaron de

manera particular por la lectura, esta afirmación proviene, así mismo, de los docentes vinculados en el desarrollo del proyecto. El grupo consultó artículos científicos y divulgativos, así como libros, analizando e interpretando los contenidos y consultando los términos desconocidos.

Resalta del grupo que, para comprender la información consultada, emplearon dibujos o representaciones. A partir de ellas pudieron extraer la idea principal y ser creativos. Algunos de los dibujos o esquemas se muestran en la Figura 5-4.

Figura 5-4: Representación de los postulados de la teoría celular, grupo "Oxigen".



- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

El grupo se conformó por cuatro integrantes, sin embargo, algunos miembros en el momento de trabajar, lo hacían desde la biblioteca institucional, como parte de la búsqueda de información (Figura 5-5). Las dificultades se presentaron en la expresión oral. Algunos de los miembros del mismo no podían expresar claramente sus ideas ante sus compañeros y docentes, aunque se observó su gusto por la lectura y por debatir en el grupo. Lo que les permitió mejorar su desempeño a medida que avanzaban con el proyecto. Es de resaltar en este grupo, el respeto a las diferencias de opinión, la actitud de escucha entre compañeros y la colaboración para ejecutar las actividades propuestas para el cumplimiento de los objetivos.

Figura 5-5: Integrantes grupo “Oxigenos”.



5.2.3 Grupo: Los 5 investigadores

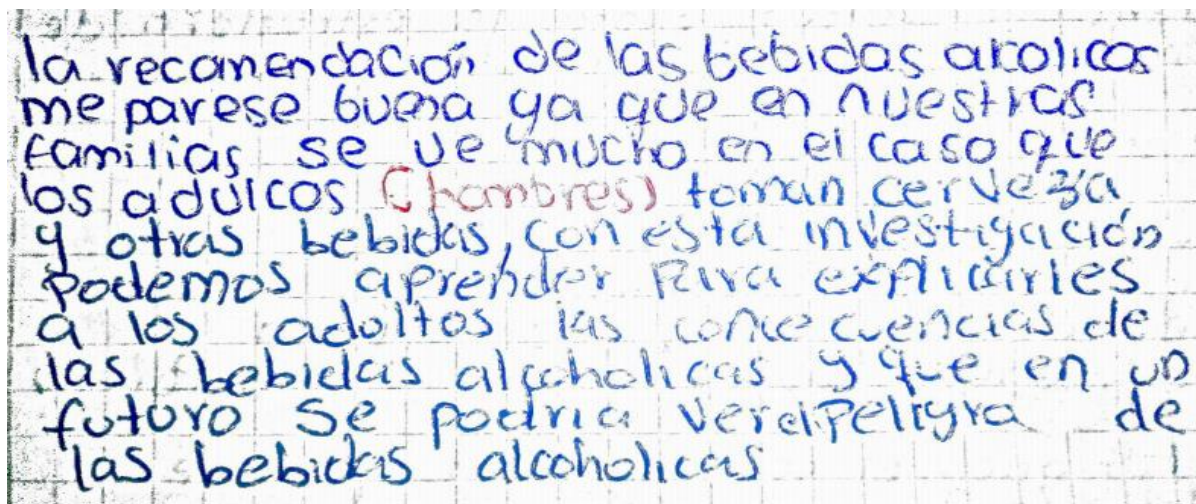
- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

El grupo investigó desde el punto de vista químico el alcohol presente en las bebidas alcohólicas y su efecto en los organelos celulares eucariotas. Enfatizaron en su influencia sobre la membrana plasmática y el núcleo celular y su relación con el cáncer. Abordaron los procesos de reproducción celular en órganos específicos como el hígado y las patologías asociadas a los procesos de alcoholemia como el hígado graso de origen alcohólico, la cirrosis hepática y el cáncer de hígado.

La pregunta de investigación giró alrededor de casos de alcoholismo en familiares de los estudiantes, lo cual, sirvió de motivación y de reflexión sobre estas prácticas en sus hogares como se evidencia en la Figura 5-6. El trabajo permitió vincular diferentes asignaturas: estadística para la encuesta aplicada, en la cual, desde la química, relacionaron el enlace químico del etanol y la permeabilidad de la membrana plasmática; en biología, abordaron contenidos como el sistema excretor, el sistema digestivo y sistema nervioso para comprender los efectos del alcohol en el cuerpo.

Profundizaron sobre la homeostasis y su relación con el cáncer. Una de sus recomendaciones fue dar a conocer en sus hogares las consecuencias que puede acarrear el consumo de alcohol y fomentar de esta manera el autocuidado.

Figura 5-6: Recomendación de un estudiante del grupo “los 5 investigadores” sobre la pregunta planteada.



la recomendación de las bebidas alcohólicas me parece buena ya que en nuestras familias se ve mucho en el caso que los adultos (hombres) toman cerveza y otras bebidas, con esta investigación podemos aprender para explicarles a los adultos las consecuencias de las bebidas alcohólicas y que en un futuro se podría ver el peligro de las bebidas alcohólicas.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

El grupo trabajó en conjunto con el grupo “Oxigenos” y “los guardianes de la investigación” en la construcción de la encuesta y fueron encargados de formular las preguntas sobre el consumo de alcohol. Producto de la aplicación del instrumento, encontraron que el 75,9% de los encuestados consume alcohol de manera regular, asociando este hecho a la edad de los encuestados que oscila entre los 30 y 49 años. Con ello, los miembros del grupo comprendieron y explicaron a sus compañeros de clase los síntomas y consecuencias del consumo de bebidas alcohólicas y cómo estas pueden repercutir a futuro con diferentes patologías entre estas el cáncer, invitándolos a adquirir hábitos saludables.

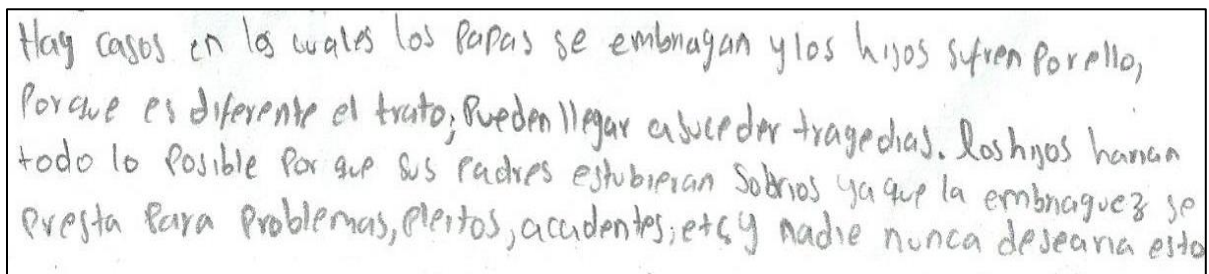
- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

El grupo estaba compuesto por cuatro estudiantes, algunos de ellos con dificultades para la expresión oral y manifestaciones de timidez al momento de comunicar sus ideas. Con el trabajo por proyectos se observó mejoría en algunos de estos aspectos. No obstante,

se evidenció en las bitácoras que empleaban palabras con errores ortográficos y que debían mejorar sus escritos y presentar sus ideas de manera coherente.

Por otra parte, la pregunta de investigación surgió como consecuencia de las problemáticas que manifestaban los miembros del grupo sobre el consumo de bebidas alcohólicas en sus hogares. Lo cual, los motivó a comprender las consecuencias de este tipo de prácticas y comunicarlas, buscando fomentar el autocuidado y socializar y reflexionar sobre lo investigado.

Figura 5-7: Escrito sobre el consumo de alcohol, grupo “los 5 investigadores”.



Hay casos en los cuales los papas se embriagan y los hijos sufren por ello, porque es diferente el trato; Pueden llegar a suceder tragedias. Los hijos hacen todo lo posible por que sus padres estuvieran sobrios ya que la embriaguez se presta para problemas, pleitos, accidentes, etc y nadie nunca desearia esto

- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

El grupo se conformó por cuatro estudiantes (Figura 5-8), los cuales fueron constantes en las sesiones de trabajo, propiciando el avance en el cumplimiento de los objetivos planteados. Se presentaron dificultades de convivencia, puesto que inicialmente los estudiantes no se relacionaron de buena manera, lo cual generó atrasos en el avance del trabajo planteado. Sin embargo, con acuerdos y mediación se fomentó el trabajo en equipo de manera coordinada. De igual manera, se destaca la problemática que manifestaban los estudiantes sobre el consumo de bebidas alcohólicas en sus hogares, principalmente por los padres, como lo resalta en un escrito un estudiante (Figura 5-6). También se evidenció en otro escrito (Figura 5-7), sobre el desagrado de un estudiante al observar a su padre en estado de embriaguez, especificando que, al estar en este estado, recibe un trato diferente a lo normal y allí es donde está la motivación, en el querer llegar a explicar desde la ciencia lo que puede llegar a ocurrir con estas prácticas.

Figura 5-8: Integrantes grupo “los 5 investigadores”.



5.2.4 Grupo: Hi5

- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

Este grupo abordó la célula y su relación con el cáncer, enfatizando en las relaciones entre la membrana celular, los lisosomas, las mitocondrias y las vacuolas. Ya que los identificaron como orgánulos asociados de manera directa con el proceso de nutrición. Posteriormente, abordaron el sistema digestivo humano, los tipos de cáncer asociados a este sistema y su relación con la nutrición. Con ello, les fue posible explorar sobre alimentos protectores y perjudiciales asociados al cáncer. Dentro de la investigación realizada el grupo resaltó la importancia de las frutas y vegetales en la prevención de enfermedades y su carencia en la cafetería y el restaurante institucional, donde predominan alimentos perjudiciales con alto contenido de grasas, edulcorantes y conservantes.

La pregunta planteada permitió abordar temáticas del segundo periodo de la asignatura biología, pues, el grupo aportó la información que habían consultado y analizado hasta el momento.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

Sobresale la habilidad del grupo para evaluar, argumentar, gestionar y proponer en la cafetería institucional un cambio en el menú ofrecido. Al realizar un reportaje sobre el tema, tomando la cafetería y al administrador como eje central del reportaje, identificaron productos de venta regular que contienen sustancias que se han asociado a algunas neoplasias como los edulcorantes de las salsas y los embutidos como salchichas, hamburguesas y chorizos, mientras eran escasos en la tienda escolar los alimentos protectores como las frutas y verduras.

Por otra parte, se destaca este grupo por su organización. Antes de ejecutar alguna tarea la planificaban, aunque esto no siempre implicó que la desarrollaran de manera efectiva.

- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

En este grupo se destaca la asociación entre la información recolectada, el contexto institucional y el cáncer, porque, a medida que reunían información sobre alimentos protectores y perjudiciales, la relacionaban con los productos alimenticios ofrecidos en la institución educativa.

La fluidez y seguridad por parte de los integrantes del grupo al comentar sobre el avance de su proyecto de investigación y la aplicabilidad del mismo en sus hogares y con sus compañeros, los motivó a investigar y difundir resultados, fomentando el autocuidado no solo sobre el cáncer, sino también, sobre otras patologías como la obesidad.

- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

En este grupo de cinco estudiantes (Figura 5-9) las problemáticas estuvieron asociadas con el trabajo en equipo, puesto que, mientras algunos trabajaban de manera adecuada, otros no cumplían de manera puntual con los compromisos adquiridos, generando retrasos. Lo anterior repercutió inicialmente en las socializaciones, pues, al indagar sobre los avances, no todos sus miembros estaban en la capacidad de informar y responder a los cuestionamientos de algunos compañeros.

Figura 5-9: Integrantes grupo “Hi5”.

5.2.5 Grupo: Origins

- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

El grupo parte del argumento de una estudiante quien manifestó: *“Yo como mujer y como compañera de todas mis amigas planteé esta pregunta por qué ósea... quiero conocer el problema de los anticonceptivos qué nos hace daño a las mujeres al usar anticonceptivos”* desde este argumento la estudiante justificó la pregunta de investigación e hizo un llamado a la comunidad estudiantil a investigar sobre el uso de anticonceptivos de tipo hormonal. Con lo anterior, asumieron el planteamiento desde el punto de vista celular y cómo se pueden afectar los organelos con el aumento o disminución de hormonas, encontrando que la progesterona y los estrógenos afectan las células y pueden llegar a generar cáncer de mama y cuello uterino.

La pregunta permitió desarrollar temáticas como el aparato reproductor. La socialización de avances contribuyó a comprender procesos como el ciclo menstrual y la menopausia y asociar estos fenómenos biológicos al cáncer. Esta afirmación estuvo acompañada del siguiente dialogo en clase:

Estudiante grupo “Hi5”: *“Mi abuelita sufre de cáncer de seno, ya le cortaron uno y pues ya le paso, pero, eso le ocurrió durante la menopausia”.*

Estudiante grupo “Origins”: *“Mi mamá le salió una masa en un seno y le dijeron que era por lo mismo... La menopausia, pero, a ella le dijo el médico que tomara harta vitamina E que con eso se le desvanecía y si... le ha funcionado”.*

Ante las narraciones de sus compañeras, una estudiante del grupo metaloides replicó:

“Hay sustancias que son antioxidantes y contribuyen a proteger a las células de alteraciones”.

Con lo anterior se observa que la estrategia fomentó espacios para debatir los avances y llevó a reconocer en el contexto situaciones que tienen que ver de manera directa o indirecta con los temas investigados en el aula, ya que, los estudiantes han conocido sobre casos de familiares o allegados que padecen diferentes tipos de cáncer. También es notorio que, de acuerdo a algunos comentarios, los niños están desinformados o manifiestan saberes populares no validados desde la ciencia.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

Los estudiantes indagaron de manera constante sobre el tema de su proyecto. Plantearon una serie de cuestionamientos y estructuraron una encuesta para identificar el uso de métodos anticonceptivos hormonales en sus familias. Trabajaron con la asesoría del docente de estadística para el procesamiento de la información. Encontraron que el 47% de los encuestados, en su mayoría, del género femenino, empleaban métodos anticonceptivos hormonales y desconocían su relación con el cáncer.

Para la socialización y debate en clase utilizaron diferentes recursos como imágenes y videos sobre, los distintos tipos de métodos hormonales, para contextualizar y dar relevancia a la investigación adelantada.

- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

Se destaca en este grupo la fluidez de los estudiantes para hablar y definir temas relacionados con células, organelos y reproducción celular. No obstante, para ellos fue

difícil documentarse y argumentar sobre los mecanismos de acción, en las células, de los métodos anticonceptivos.

En términos generales, al indagar en el grupo sobre el estado de la investigación, informaban de manera clara sobre los avances y dificultades que se les presentaban, en especial sobre el componente disciplinar de la investigación – las hormonas- y su relación con el cáncer.

- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

El grupo se integró por cinco estudiantes (Figura 5-10), quienes manifestaron que la encuesta generó dificultad, pues, uno de los estudiantes no se sintió cómodo con el tema, esto se hizo evidente pues él no quería consultarlo con sus padres. El estudiante comentó *“profesor a mí me da pena decirle a los papas que es una encuesta de anticonceptivos”*, no obstante, algunos estudiantes lo tomaron con naturalidad como el siguiente caso: *“Mi papa dice que es normal hablar del uso anticonceptivos, con mi mama los usan y dice que él no conocía de los efectos que pueden ocasionar los que actúan sobre las hormonas”*, este último estudiante contó que en su familia manejaban una relación abierta sobre este tema y que incluso socializó con sus padres, que el 47% de los encuestados empleaban métodos anticonceptivos hormonales, así como, el dispositivo intrauterino (DIU), la píldora del día después y la inyección.

Al socializar los avances en el aula, se evidenció que algunos estudiantes bromearon sobre este tema, en lo referente a los contenidos sobre aparato reproductor masculino y femenino. Propiciando incomodidad en los expositores quienes reaccionaron exigiendo respeto para ellos. Algunas estudiantes exaltaban la pertinencia de la temática teniendo en cuenta que es relevante en cuanto al autocuidado y comprensión de temas como el ciclo menstrual y la prevención de embarazos.

Figura 5-10: Integrantes grupo “Origins”.



5.2.6 Grupo: Metaloides

- Manejo conceptual y disciplinar. Avances teóricos, aprendizajes, cumplimiento de los objetivos específicos y uso del lenguaje científico en el contexto del proyecto.

El grupo investigó sobre los organelos celulares eucariotas y profundizó en la mitocondria. Es de resaltar en este grupo la facilidad y profundidad con que manejaron el tema, puesto que abordaron aspectos de la bioquímica como el efecto Warburg. El grupo partió desde el origen celular eucariota y de las mitocondrias desde la teoría endosimbiótica. Asociaron la función mitocondrial desde el punto de vista respiratorio y energético, al igual que su relación con la reproducción de células anormales. Se fundamentaron en diferentes artículos, algunos en inglés, lo cual llevó a vincular al docente que orienta esta asignatura en la institución, se destaca la expresión oral y corporal, según ellos, la seguridad al manifestar lo aprendido se dio porque estaban realizando un trabajo serio y con mucho interés.

- Procedimientos: obtención y manejo de la información y construcción o diseño de actividades o de productos del trabajo.

Los estudiantes que conformaron este grupo desempeñaron de manera adecuada los roles que se les asignaron en cada sesión. De igual manera, cumplieron con las tareas y/o compromisos acordados en las sesiones de trabajo, lo cual les permitió avanzar sin contratiempos en la investigación. Las socializaciones permitieron que otros grupos comprendieran la relación entre las mitocondrias y el aumento de la reproducción de células anormales. Trabajaron de manera conjunta con otros grupos en la elaboración de la encuesta de caracterización dirigida a los padres de familia de la institución, al igual que fomentaron el debate entre grupos sobre la relación entre los organelos celulares y la metástasis.

- Relaciones e influencia del método de trabajo por proyectos sobre el uso del lenguaje científico.

En los debates del grupo, citaban de donde extraían la información. En algún momento sugirieron no remitirse a consultar fuentes no confiables como los blogs, entre otros sitios, con el objetivo de obtener información veraz sobre el tema. De igual forma, expresaron su preocupación cuando abordaron temas de bioquímica, lo que obligó al docente a orientar la búsqueda de información.

En el grupo se evidenció el trabajo constante y disciplina en el proceso, lo cual, permitió que, en las socializaciones, se expresaran con fluidez y seguridad. De igual manera, se observó buena redacción y manejo ortográfico en el desarrollo de las bitácoras, así como de las guías – lecturas trabajadas.

- Situaciones problemáticas o facilitadoras del proceso relacionadas con comportamientos, valores y relaciones interpersonales.

El grupo fue conformado por cuatro estudiantes (Figura 5-11). Es muy colaborador y presto a atender las instrucciones dadas. Como ya se mencionó presentaron unas bitácoras claras, que representaban el trabajo realizado y el compromiso con los roles adquiridos. Sin embargo, manifestaron que, al analizar la información, en varias ocasiones, hubo diferencias de opinión que dificultaron el proceso.

Figura 5-11: Integrantes del grupo “Metaloides”.



5.3 La reflexión sobre el trabajo por proyectos

Desde el ABP, la muestra de estudio presentó avances en lo disciplinar y pedagógico. Se puede afirmar que se fomentaron los procesos metacognitivos, porque la búsqueda de información, la síntesis, el debate, el trabajo cooperativo y la socialización de avances a partir de un cuestionamiento y objetivos, permitió desarrollar contenidos disciplinares de la asignatura biología, involucrando elementos conceptuales y de apoyo de otras asignaturas como lengua castellana, química, estadística e inglés. Promoviendo el “aprender a aprender”, permitiendo enriquecer las bases conceptuales existentes y fortaleciendo competencias lingüísticas, científicas y sociales; estas últimas, enmarcadas en los valores y actitudes que mostraron los estudiantes durante la aplicación de la estrategia.

Con fundamento en lo anterior, es posible afirmar que el ABP es una herramienta útil en el desarrollo de la autonomía y el liderazgo estudiantil, y abre un espacio para la discusión, el consenso y la toma de decisiones grupales e individuales. Así mismo, el contexto central de la investigación – el cáncer- y los cuestionamientos planteados por los grupos de investigación, permitieron el desarrollo de la creatividad y el análisis de situaciones y de información como estrategia de aprendizaje. Haciendo posible que los

estudiantes percibieran el aprendizaje de una manera diferente, donde ellos son gestores de su propio conocimiento. Ellos evidenciaron la aplicación de los contenidos disciplinares a los problemas del entorno, establecieron relaciones desde el contexto inicial y desarrollaron habilidades que muy seguramente pueden aplicar en cualquier otra situación.

Las prácticas de enseñanza tradicional y los currículos de las instituciones educativas, están enmarcados bajo un tipo de enseñanza en la que se muestran contenidos fragmentados y encasillados en “contenedores” en palabras de Izquierdo (2005). Por tanto, el conocimiento adquiere esta misma connotación, por lo que, cuando se emplea el ABP, no se recomienda propiciar, la enseñanza limitada a una sola asignatura, sino que, debido a la flexibilidad de esta metodología y a la posible amplitud disciplinar de los cuestionamientos a investigar en el aula, se debe propiciar la integración y la mirada holística de los contenidos como lo proponen autores como Muñoz & Díaz (2009). Los autores mencionados conciben el ABP como una herramienta de resultados significativos y de aprendizaje para la vida desde el saber global que incorpora contenidos útiles al estudiantado, mostrando una visión en red de los conocimientos en la etapa escolar y atendiendo a los intereses de los niños.

Por lo anterior, al trabajar el ABP en educación básica, es recomendable definir un contexto, situación problema o de interés, para que, de manera guiada o libre, los estudiantes formulen los cuestionamientos a investigar y el docente dimensione las posibles relaciones de globalización y su concordancia con la malla curricular. En este sentido, es posible afirmar que el contexto (cáncer) favoreció el desarrollo de temáticas propuestas en la malla curricular anual de grado séptimo, dado que, permitió el desarrollo del componente celular (células, organelos, transporte de sustancias a través de la membrana y reproducción celular) y el componente orgánico (sistema digestivo, respiratorio, excretor y reproductor); optimizando el tiempo y fomentando la participación activa. Así mismo, se vieron favorecidos los procesos de comunicación entre la escuela y el ámbito familiar gracias a las narraciones y anécdotas sobre familiares o allegados que han padecido o padecen patologías asociadas al cáncer.

5.4 Análisis de la adquisición de competencias científico – lingüísticas y formulación de las acciones para mejorar la efectividad de la estrategia.

La formación basada en competencias es adoptada por países de diferentes continentes incorporándola como un modelo educativo (Callejas, 2015), que pretende generar efectos en los procesos de aprendizaje, permitiendo la adquisición de conocimientos y su aplicación en diferentes contextos, promoviendo el aprendizaje significativo, la formación integral, la convivencia y la autonomía del aprendizaje como lo expone Medina (2010). En este sentido, la estrategia didáctica implementada contempló evaluar la adquisición de competencias científicas y lingüísticas con fundamento en las necesidades identificadas en el curso y el planteamiento del problema de la investigación.

Para reconocer la adquisición competencias, es propicio definir este concepto desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN) quien las concibe como *“Saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes”*. MEN (2006). No obstante, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), las define como la *“capacidad compleja que integra conocimientos, potencialidades, habilidades, destrezas, prácticas y acciones que se manifiestan en el desempeño en situaciones concretas, en contextos específicos (saber hacer en forma pertinente).”* ICFES (2016).

Con lo anterior, se evidencia que, estos organismos del estado colombiano, presentan heterogeneidad en este concepto clave en la educación. Pues, el primero, se centra en el saber hacer en situaciones específicas, dejando a un lado la condición adaptativa, pero llevando a tomar como supuesto una condición innovadora o ingeniosa de responder ante un contexto. Sin embargo, el segundo, desde una visión más amplia involucra distintas dimensiones del ser y su disposición a ser capaz desde actitudes y con los conocimientos necesarios para desenvolverse de manera pertinente, confiriendo a las competencias su condición adaptativa, integradora y de desarrollo permanente.

Esta diferencia en la concepción del termino competencia no es nuevo, y coincide con aportes de autores como Moreno (2010) y Vallejo (2014), quienes consideran las competencias como un elemento primordial y detonante en la educación, aunque

polisémico, abstracto e incluso confuso. Por tanto, el presente trabajo contempla las competencias como *“Conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, meta-cognitivas, socio-afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores”*(Vasco, 2013).

En este sentido, la definición propuesta por Vasco (2013) es multidimensional, permitiendo incluir diferentes componentes que no son contemplados por el MEN y el ICFES en sus definiciones. Propiciando la metacognición que es un componente que se fomenta en el ABP, al igual que incluyendo las relaciones sociales, psicomotoras y afectivas. Pero teniendo en cuenta, así mismo, que sobre este tema Coll (2007) argumenta que *“las aportaciones de los enfoques basados en competencias son muy valiosas, pero definitivamente tampoco son un remedio milagroso”*.

Desde esta perspectiva, las competencias científico – lingüísticas en el presente trabajo se conciben desde la visión de Sanmartí (2007) como: *“la capacidad de emplear el conocimiento científico”* como herramienta para interpretar el mundo y tomar conciencia sobre las acciones humanas, percibiendo la ciencia como práctica social y las segundas como *“capacidad de interpretar y emitir mensajes”*. Por tanto, desde el punto de vista comunicativo se argumenta que, es más eficaz el proceso si se parte de un contexto que tiene sentido para los estudiantes.

Con fundamento en lo anterior, se plantearon las siguientes competencias científico – lingüísticas para evaluar la pertinencia de la estrategia didáctica desde lo observado en el aula y triangulando la información con la aportada por los docentes que participaron en el proceso.

5.4.1 Capacidad de observar, describir e interpretar fenómenos

Esta competencia se planteó con el objetivo de identificar la producción oral y escrita desde el acto de observar fenómenos relacionados con la ciencia y su interpretación. Surge como una necesidad, pues los docentes que formaron parte del proceso, resaltaron las falencias de los estudiantes en cuanto a observar diferentes situaciones,

objetos o experiencias; así como, la escasa información que producen de manera oral o escrita y la interpretación que dan a la misma.

Uno de los docentes, en la socialización de avances de la primera bitácora manifestó *“los estudiantes observan, pero no lo hacen a profundidad, solo mencionan lo que está a simple vista”*, esta afirmación fue compartida y evidenciada en las clases de biología, debido a que, al solicitar observar imágenes o fenómenos específicos y emitir una descripción, los estudiantes mencionaron lo que está explícito, pero no establecieron relaciones entre lo observado, incluso omitieron ideas. Esto se evidenció, en una de las primeras socializaciones de bitácoras, en la cual, se entregó una imagen sobre el día internacional del cáncer y se solicitó observarla en grupo, describirla e interpretarla.

La mayoría de los grupos omitieron la descripción y pasaron directamente a la interpretación. Tal es el caso del grupo “Hi5”, donde el relator mencionó *“para nosotros es muy importante ya que con esa imagen que es una campaña contra el cáncer se podría evitar la muerte de muchas personas, poder...que se hagan el tratamiento con anterioridad para que después no tengan problemas”*. Con esta afirmación se evidenció que el estudiante pasó directamente a la interpretación de la misma. Donde la elaboración y coherencia de la afirmación no es del todo correcta ni completa. Con los docentes se concluyó que, aunque el proceso de observación es propio de las ciencias, va de la mano del proceso comunicativo y ambos son transversales a otras áreas del conocimiento, coincidiendo con Sanmartí (2007), por tanto, en el aula es recomendable trabajar de la mano la observación y la descripción. Tomando esta última como la acción de un individuo para narrar de manera oral o escrita y desde su perspectiva e involucrando los acontecimientos y elementos provenientes de la observación.

En este sentido, se trabajó con los docentes y se plantearon cuestionamientos a las guías-lecturas de los grupos que estaban encaminadas a desarrollar la observación desde las ciencias naturales y la producción oral y escrita desde la descripción e interpretación de lo observado.

Como resultado de la intervención, se evidenciaron mejoras en la acción de observar, no solo involucrando el sentido de la vista, sino también la audición como parte del proceso de documentación adelantado por los grupos. De igual manera, en la producción oral y escrita se percibió un mejor desempeño de los estudiantes que de manera constante ocuparon el rol de buscador de información, y que en cumplimiento de su labor, realizaron la búsqueda previa y análisis de la pertinencia de la información.

5.4.2 Capacidad de seleccionar, jerarquizar, analizar e interpretar información

Esta competencia es primordial en el aprendizaje por proyectos. Se definió desde la curiosidad y motivación del estudiante para buscar información relevante, para responder al cuestionamiento de investigación planteado, para analizar y clasificar según los requerimientos del grupo o fase de desarrollo del proceso investigativo.

Sobre este tema los estudiantes plantearon los objetivos de la investigación teniendo en cuenta la documentación disciplinar desde el contexto. También ellos definieron los términos de las encuestas. Lo anterior, les permitió el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la búsqueda de información, la cual es amplia teniendo en cuenta la relevancia que tiene el cáncer hoy en día.

Por tanto, los estudiantes en su proceso, seleccionaron y clasificaron información con base al cuestionamiento planteado en cada grupo, para posteriormente analizarla e interpretarla. Un ejemplo de ello está en el grupo “metaloides”, donde uno de sus integrantes, en la socialización tres, explicó que como parte de la metodología del proyecto *“se buscará en diferentes páginas web, artículos, libros que traten sobre las alteraciones que pueden sufrir las mitocondrias y su relación con el cáncer”* con lo cual, se evidencia que la búsqueda de la información estuvo relacionada con la pregunta de investigación.

El estudiante mencionaba que, para el uso de la información es necesario *“leer de manera grupal y analizarla y sacar así mismo conclusiones y plasmarlas en la bitácora”*. Cuando los estudiantes mencionaban las conclusiones del trabajo la docente de ciencias naturales realizó el siguiente comentario en la socialización de logros: *“Desde el año anterior el grupo en general ha tenido inconvenientes para plantear conclusiones puesto que inicialmente tenían la percepción de que es un resumen, en su momento se orientó*

evidenciando mejoría al respecto” Por lo tanto, el trabajo adelantado bajo la metodología por proyectos llevó a desarrollar este tipo de competencias.

De manera cualitativa, se analizó con los docentes implicados en el proceso sobre el desarrollo de esta competencia en los seis grupos. Ellos manifestaron que, el desarrollo de la misma, se observó y evidenció en el trabajo realizado en las bitácoras y guías – lecturas de cada grupo. Ya que los estudiantes utilizaron diferentes fuentes de información, emplearon recursos como las TICs, se preocuparon por recolectar y procesar información, incluso sugiriendo entre ellos mismos, algunas referencias y excluyendo otras de poca confianza conceptual como los blogs.

5.4.3 Capacidad para compartir conocimientos, escuchar y participar de manera activa y colectiva.

Definida desde la disposición para compartir saberes disciplinares, culturales y sociales como miembro de un grupo que trabaja en pro de obtener un resultado o alcanzar una meta a través del dialogo, identificando información relevante, planteando cuestionamientos y/o aportes conducentes a clarificar información. Para el análisis y reflexión sobre esta competencia, se tuvo en cuenta el clima escolar, los diálogos al interior de los grupos y la socialización con los demás, así como, la calidad de las relaciones entre sus miembros y los sentimientos de aceptación y de rechazo (Bermúdez & Rincón, 2013).

Con lo anterior se evidenció que en general, en los grupos, las relaciones interpersonales fueron buenas. Sin embargo, algunos grupos como “los 5 investigadores” y “los guardianes de la investigación”, tuvieron dificultades. Puesto que en ellos se presentaron eventualidades relacionadas con el trabajo en equipo, debido a que algunos de sus miembros no cumplían de manera efectiva con los compromisos adquiridos y, no presentaban avances del trabajo originando discordia en el grupo.

Tal es el caso del grupo “los 5 investigadores”, donde uno de los estudiantes manifestó al iniciar la etapa de formulación de la pregunta de investigación: *“Profesor, en mi grupo los buscadores de información no cumplen con las tareas, no les importa si avanzamos, hablamos con ellos y dicen que no se acordaban”*. Al conocer la problemática, se adelantó el proceso respectivo que implicó hablar con las partes involucradas para llegar a establecer acuerdos, ante lo cual, uno de los estudiantes mencionó *“es que él no se la*

lleva bien conmigo, porque yo no le doy agua y no hago todo lo que él dice". Al interpretar desde el aula las palabras mencionadas por ambos estudiantes e indagar con los demás miembros del grupo, se encontró que ambos estudiantes presentaban discrepancias por motivos personales y estas influyeron en el trabajo grupal. Así mismo, fue evidente que estos estudiantes no controlaban sus emociones de manera adecuada y permitían que la discusión personal invadiera otros espacios.

Las discrepancias y diferencias de opinión fueron evidentes en todos los grupos, algunos trabajaron sobre ello, practicaron la actitud de escuchar y refutar con argumentos respetando el uso de la palabra y la opinión del otro. Propiciando la participación y avance del proyecto. Como lo manifiesta un integrante del grupo "los 5 investigadores" al finalizar el proyecto: *"se mejoró la relación que hay en el grupo de investigación...a lo que hacemos referencia es que antes no nos gustaba mucho el grupo que teníamos, pero después de todo lo que ha pasado ahorita...nos hemos puesto las pilas para mejorar la relación y a la vez hacer las cosas más rápido"*

De esta manera, los grupos desarrollaron el proyecto, opinando y debatiendo desde el componente disciplinar de cada planteamiento de investigación, fomentando el desarrollo de la competencia científica y lingüística, respetando a los demás compañeros y propiciando el trabajo en grupo y el mantenimiento de unas buenas relaciones afectivas y sociales.

5.4.4 Capacidad para identificar e interpretar vocabulario científico dentro de un contexto.

Para aprender y comprender una temática, la lectura es el elemento más enriquecedor, por tanto, esta competencia se define desde el reconocimiento de vocabulario científico desconocido, su interpretación y relación con un contexto específico.

Bajo esta perspectiva, esta competencia complementa la capacidad de seleccionar, jerarquizar, analizar e interpretar información. Ya que, a partir de identificar información útil para el desarrollo del proyecto de investigación, los estudiantes establecían el vocabulario científico desconocido para su interpretación y su relación con la pregunta de investigación. De manera general, los grupos inicialmente, presentaron dificultades con la interpretación de algunos términos identificados y recurrían a consultar diccionarios

básicos, donde los significados eran poco claros desde el punto de vista científico. Por tanto, estas explicaciones no eran pertinentes para ellos. Generando confusión, preocupación y desmotivación. Así mismo, algunos conceptos que consultaban en internet, eran más comprensibles unos que otros. Por todo ello, en una socialización de bitácoras, se concluyó que era mejor no emplear diccionarios básicos para la búsqueda de vocabulario científico. Con ello, mejoró sustancialmente la interpretación de la información recolectada para responder la pregunta de investigación.

En este sentido, los estudiantes incluyeron vocabulario general y científico desconocidos a su léxico. Esta afirmación coincide con la opinión de la docente de biología, quien manifestó *“desde el desarrollo del proyecto de investigación y las guías - lecturas, los estudiantes debieron realizar la búsqueda de términos desconocidos, interpretar su significado y relación con el cáncer para avanzar en el proyecto”*. Un integrante del grupo “Los 5 investigadores” en la tercera socialización manifestó que, con base en la presentación realizada *“se adquirió nuevo vocabulario y con esto nuevas definiciones”*. Este avance fue evidente en las socializaciones, puesto que, en la tercera socialización que fue la final, se observó una exposición oral más fluida y un uso más apropiado de términos.

5.4.5 Capacidad de comunicar oral o por escrito y de manera apropiada sobre un fenómeno biológico específico.

La lectura, la escritura y la expresión oral son manifestaciones concretas del lenguaje en palabras de Peña (2008). Esta competencia está definida desde la transmisión de conocimientos, ideas y argumentos sobre un fenómeno biológico. Para el desarrollo de esta competencia fue fundamental la estructura de las guías – lecturas, que involucraron temas de la asignatura lengua castellana, planteados a partir de falencias identificadas en los estudiantes y encaminadas a desarrollar la expresión oral y escrita. Con ello, se introdujeron y discutieron temas como: el texto expositivo, la carta, el reportaje, la redacción, la descripción, la idea principal y secundaria, el opinar y argumentar, el párrafo y el resumen.

A nivel general, se observó mejoría en la gran mayoría de los estudiantes que conformaban los grupos de investigación. Los avances fueron evidentes en los textos escritos de manera grupal en las guías, en las respuestas a las preguntas abiertas

obtenidas durante la aplicación inicial y final de la encuesta y en las socializaciones realizadas.

Tal es el caso del ítem 8 de la encuesta, donde se indagaba sobre la función de las células madre (fenómeno biológico) desde un procedimiento médico (contexto). Un estudiante del grupo “Oxigens” respondió en la encuesta inicial: *“generar más células para formar el cartílago”*, respuesta que no involucra procesos biológicos asociados a estas células o enmarcados en el contexto del planteamiento del ítem. No obstante, en la encuesta final respondió *“un proceso mitótico ya que se necesita reproducir células en el cartílago y así se puede regenerar el tejido conocido como cartilaginoso”*. La afirmación final es correcta y más elaborada ya que se recurre a términos biológicos como la mitosis, dando una respuesta apropiada al cuestionamiento planteado, con lo cual se puede evidenciar el avance conceptual.

De igual manera, al socializar el proyecto de investigación a partir del cuestionamiento planteado por el grupo. Se apreció mayor facilidad, seguridad y manejo de vocabulario científico desde el contexto cáncer. Un ejemplo de ello está en la formación de tumores y su designación como malignos o benignos, donde los grupos establecieron distinciones a nivel morfológico, celular, reproductivo y de colonización, asumiendo como tumor maligno aquel cuyas células parten del tumor primario e invaden otros órganos y tejidos del cuerpo.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Se llevó a cabo una revisión documental, que dio origen a un texto sobre los referentes disciplinares, pedagógicos y epistemológicos asociados a los organelos celulares y la división celular eucariota, al igual que, sobre el contexto en el cual se enmarca la investigación, el cáncer. Lo anterior, permitió al autor analizar y seleccionar los conceptos necesarios para abordar este tema en el aula y elaborar unas guías de trabajo y una encuesta para establecer los saberes previos.

La aplicación de la estrategia didáctica bajo la metodología del aprendizaje basado en proyectos llevó a desarrollar procesos metacognitivos en los estudiantes. De esta manera, el “aprender a aprender”, se tradujo en términos de aprender para la vida, concibiendo al proceso educativo no como un conjunto de conocimientos enciclopédicos, aislados y fragmentados, propios de la metodología tradicional. Sino como, un conjunto de conocimientos de interés para los estudiantes, propiciando la participación activa y cooperativa, facilitando así la enseñanza – aprendizaje.

Con la aplicación de la estrategia de trabajo por proyectos, desde el cáncer como contexto para aprender sobre organelos y división celular eucariota, se encontró que el promedio de calificación en la encuesta inicial aplicada a los estudiantes de grado séptimo, mejoró satisfactoriamente, pasando su calificación promedio de 69,61 a 77,17 en la encuesta final. Es decir, en la encuesta final aumentaron las calificaciones altas. El sesgo como medida de asimetría en comparación con la encuesta inicial disminuyó, así como la desviación estándar, permitiendo afirmar que se obtuvieron datos más uniformes con la aplicación de la estrategia didáctica.

Enfocar la metodología basada en proyectos al desarrollo de competencias científicas y lingüísticas planteadas a partir del contexto, permite fomentar el aprender a hablar, leer y escribir sobre ciencia. Desde esta mirada, el estudiante puede concebir las ciencias naturales como una realidad, como un proceso social construido para explicar los fenómenos del entorno y así mismo, reconocer que él, en su papel de ciudadano, debe reunir elementos “competencias” para su comprensión y comunicación. Por tanto, en este caso el lenguaje es una vía de construcción escolar del conocimiento sobre la ciencia. No obstante, se debe tener en cuenta que hablar y escribir sobre un fenómeno específico de las ciencias naturales no es indicio de comprensión correcta del mismo. Por ello, es clave que el maestro oriente los procesos de hablar, leer, escribir y argumentar desde el componente disciplinar, ayudando a trasladar el lenguaje cotidiano o popular a un lenguaje más elaborado, el lenguaje de la ciencia escolar.

Con la implementación del ABP, se fomentó el desarrollo de competencias. En este trabajo, se plantearon y definieron las necesidades del grupo sobre aspectos lingüísticos y científicos. El trabajo por proyectos originó mejoría en el aprendizaje, en la mayoría de los grupos de trabajo, con lo cual, se puede afirmar que, la estrategia didáctica fue pertinente para el aprendizaje de los organelos y la división celular eucariota desde el cáncer. No obstante, durante la aplicación de esta estrategia se desarrollaron, de manera implícita, la creatividad y la competencia social y ciudadana. La observación y registro de los procesos adelantados en el aula y la reflexión sobre ellos y sobre el desarrollo de las competencias, fue crucial para evaluar el avance y significación del proyecto. Es de recordar que las competencias son dinámicas, por tanto, se desarrollan durante todo el proceso de implementación de la estrategia. Así mismo, se debe tener en cuenta que una característica del ABP es que requiere de tiempo para su aplicación, el cual puede ser extenso, de acuerdo con los objetivos planteados y los productos que se espera conseguir. Las evidencias fotográficas y audiovisuales de esta experiencia se encuentran en el blog: <https://sites.google.com/view/proyecto-cancer-septimo-itasjm/> .Elas tuvieron una buena acogida por parte de la comunidad educativa.

6.2 Recomendaciones

Se plantean recomendaciones derivadas de la práctica investigativa desarrollada así:

Para incorporar el modelo de aprendizaje basado en proyectos en el aula de clase, es necesario formar al estudiantado en los elementos básicos de la investigación, de tal manera que, al formular el proyecto con los estudiantes, estos no estén ajenos a los métodos que deben y pueden utilizar. Motivando a los estudiantes y evitando una actitud de rechazo originada por el incursionar en metodologías diferentes en el aula de clase.

Por otra parte, esta metodología enmarcada en el constructivismo, es ideal para fomentar procesos de autonomía y de “aprender a aprender”, lo cual es posible fomentando el liderazgo, la toma de decisiones y el trabajo en grupo como practica de integración social. Aunque se busca responder a los intereses de los estudiantes, quienes formulan el tema a investigar, es necesario que el docente planifique y establezca relaciones curriculares, propiciando el desarrollo de las competencias y contenidos establecidos para cada grado.

Por tratarse de un trabajo grupal, se recomienda el uso de un libro de registro a modo de diario de campo o bitácora, con una estructura clara en cuanto a las funciones que debe desempeñar cada uno de los miembros del grupo. De tal forma que, el trabajo esté coordinado desde funciones específicas para cada integrante, que se consignan, lo cual, permite a los docentes y estudiantes realizar seguimiento y evaluación sobre cumplimiento de acuerdos, actividades, compromisos, observaciones y en general sobre el avance del proyecto.


Para abordar las competencias científicas y lingüísticas es necesario contar con la participación de los docentes de lengua castellana de la institución educativa, puesto que son un apoyo para entender el dominio lingüístico de los estudiantes. Así mismo, con ellos es más fácil articular las competencias a desarrollar en el curso. Al trabajar desde la metodología por proyectos, se pueden establecer relaciones conceptuales con otras asignaturas, por lo tanto, se recomienda construir grupos de trabajo con docentes del mismo grado, y que el proyecto sea interdisciplinar y significativo para los estudiantes.

Algunos estudiantes tienden a tener actitudes de rechazo ante las socializaciones, puesto que no se sienten cómodos siendo grabados, aun con autorización de los padres de

familia y de ellos mismos. Por tanto, es recomendable trabajar de manera coordinada con los docentes de educación artística en cuanto al manejo de la corporalidad. En este trabajo, se evidenciaron falencias en este aspecto, debidas a la timidez y nerviosismo de los estudiantes, al momento de realizar las socializaciones grupales, por lo cual, fue necesario fomentar espacios de confianza entre los mismos estudiantes, de respeto y de trabajo sobre la expresión corporal.

Fomentar el trabajo en grupo es una de las competencias que más problemáticas genera, porque que, si se dejan conformar los grupos al libre albedrío de los estudiantes, no siempre es posible lograr un proceso adecuado. Por lo tanto, se recomienda formar los grupos de trabajo de manera aleatoria. De forma tal que, se establezcan relaciones de trabajo diferentes a las cotidianas donde siempre están los mismos actores. También es preciso animar una competencia social, enmarcada en relaciones de cordialidad, respeto y compromiso con los demás.

A. Anexo: Encuesta grado séptimo

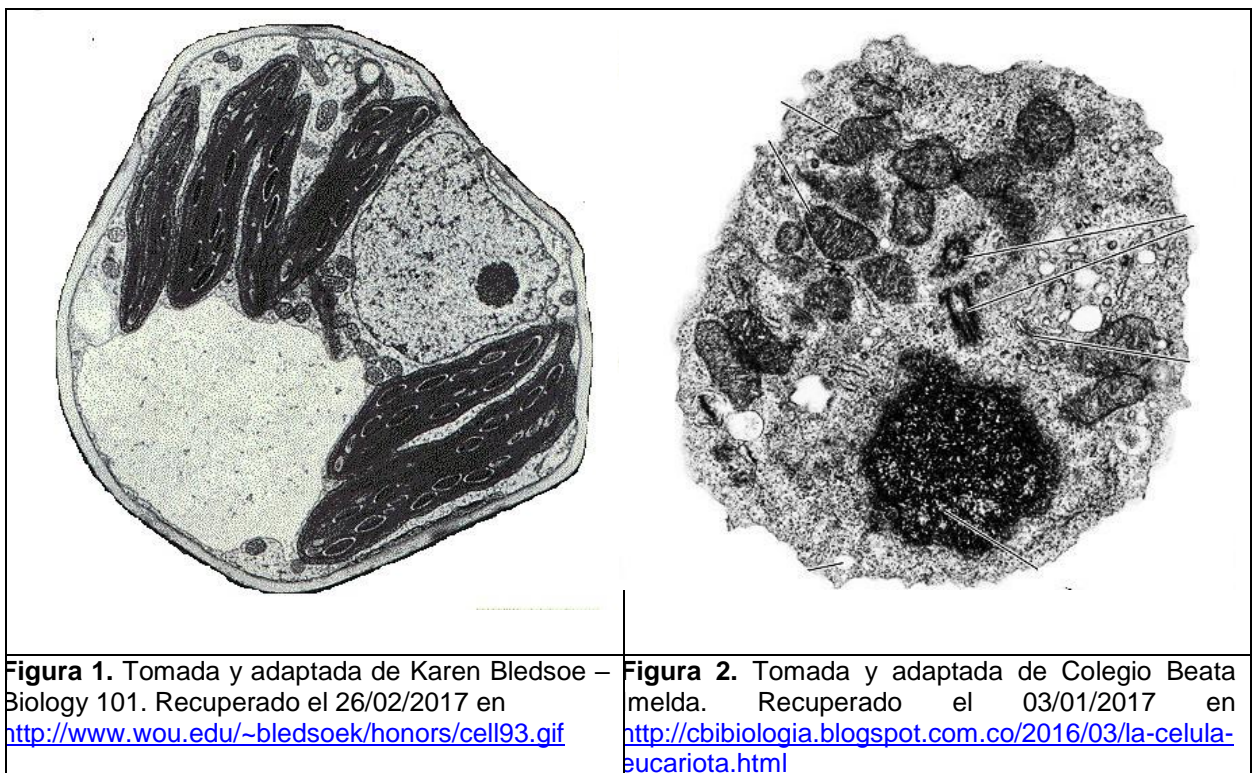
	INSTITUTO TÉCNICO Y ACADÉMICO SCOUT JOSE MARTÍ. “SOMOS LO QUE SOMOS PORQUE ASÍ LO QUEREMOS” ENCUESTA GRADO SÉPTIMO NOMBRE:	Código: GA-SAC-GTC
---	---	---------------------------

INSTRUCCIONES

A continuación encontraras una serie de preguntas, algunas de selección múltiple con única respuesta, este tipo de preguntas consta de un enunciado y cuatro opciones (A, B, C, D). Sólo una de estas opciones responde correctamente la pregunta y debes marcar y subrayar la opción correcta. De igual forma, hay preguntas abiertas, las cuales debes responder en los renglones dispuestos para ello de manera clara y precisa.

El objetivo de la prueba es identificar los conocimientos que poseen los estudiantes de grado séptimo del Instituto Técnico y Académico Scout José Martí sobre orgánulos y división celular.

OBSERVA LAS SIGUIENTES IMÁGENES Y RESPONDE



1. De las anteriores microfotografías, ¿Cuál representa a una célula eucariota animal? Justifica tu respuesta.

2. Supón que te encuentras en una clase de ciencias naturales, el profesor muestra las figuras 1 y 2. Te solicita observarlas detalladamente y posteriormente muestra la figura 3.

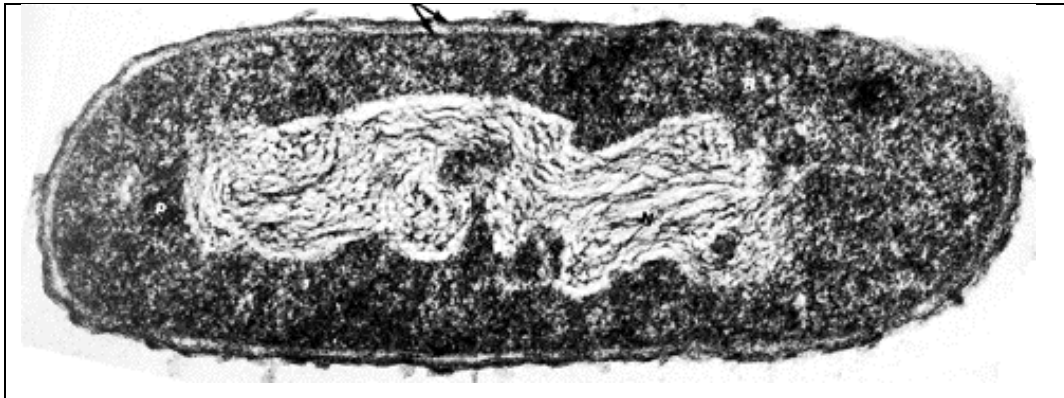


Figura 3. Tomada y adaptada de Owlcation. Recuperado el 27/02/2017 en https://usercontent1.hubstatic.com/8566742_f520.jpg

Luego solicita que se indique si esta célula comparte características en cuanto a su estructura con las mostradas en las figuras 1 y 2, a lo que un estudiante de la clase responde: “sí, porque en las tres se observa el núcleo celular”. Ante esta afirmación, tu como su compañero de clase, ¿estás de acuerdo con su afirmación? Justifica tu respuesta

LEE DETENIDAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y RESPONDE LAS PREGUNTAS NUMERO 3 Y 4.

Paquita, la periodista del periódico “Cientics” entrevistó a un importante científico que realiza estudios sobre el “cáncer de piel” y su objetivo era emitir una nota informativa sobre el estado actual de la investigación sobre este tipo de cáncer. En la nota publicada, Paquita menciona lo siguiente:

“El cáncer de piel, es causado principalmente por la exposición prolongada y sin protección a los rayos ultra violeta, aunque existen otros factores que inciden en su aparición como: la raza, el tabaquismo y los antecedentes hereditarios. Sin embargo, si usted tiene lunares tiene cáncer, porque las células tienen un organelo llamado núcleolo responsable de la división celular”.

3. Como lector de la nota de Paquita, elige y subraya la respuesta más adecuada:

A. La periodista no conoce sobre el tema, puesto que tener lunares no es sinónimo de tener cáncer. Los lunares deben cumplir con ciertas condiciones que permitan atribuir esa condición, como lo es un crecimiento anormal.

B. La periodista conoce sobre el tema, puesto que reconoce la función del organelo celular denominada nucléolo y cómo este contribuye en la aparición de la enfermedad.

C. La periodista no conoce sobre el tema, ya que el origen de los lunares como aglomeración de células, no significa padecer cáncer, sin embargo el nucléolo sí está asociado a esta enfermedad, puesto que se encarga de la división celular.

D. La periodista conoce sobre el tema, por lo cual indica los factores que pueden conllevar a generar cáncer de piel. En concordancia, si tiene lunares tiene cáncer, porque la radiación ultravioleta hace que el nucléolo inicie la división celular y se originen más células con esta condición.

4. Con fundamento en la frase subrayada “nucléolo responsable de la división de las células”, podrías inferir que

A. La periodista no conoce a profundidad sobre el organelo celular denominado el nucléolo, por lo cual, la función que menciona en el artículo no es una función directa pero si participa en ciertos procesos asociados a la división celular como la producción de proteínas y formación de ribosomas.

B. La periodista conoce sobre organelo celular denominado el nucléolo, por lo cual la función que menciona en el artículo es correcta, debido a su participación directa en el ciclo celular como agente promotor de ribosomas y lípidos.

C. La periodista conoce sobre el organelo celular denominado el nucléolo, por lo cual la función que menciona en el artículo es su función principal, puesto que a través de la producción de ribosomas garantiza la producción de proteínas, lípidos y azúcares. Sustancias necesarias en la división celular.

D. La periodista no conoce sobre organelo celular denominado el nucléolo, por lo cual la función que menciona en el artículo ocurre solamente en células eucariotas vegetales.

LEE DETENIDAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y RESPONDE LAS PREGUNTAS 5 Y 6.

Un biólogo, recibe dos muestras de tejido en un mismo frasco de almacenamiento, sin indicar específicamente el tipo de tejido o la procedencia del mismo, lleva las muestras al laboratorio y las coloca en dos recipientes separados que contienen un medio de cultivo rico en glucosa, lípidos y alto contenido de oxígeno (O₂).

5. Al cabo de un tiempo el biólogo observa que en ambas muestras disminuyó la concentración de glucosa, oxígeno y aumento la actividad celular. Con lo anterior, es posible asegurar que en ambas hay presencia de

A. Mitocondrias

B. Lisosomas

C. Ribosomas

D. Cloroplastos

6. Posteriormente, el biólogo adiciona cierta cantidad de un antibiótico en ambos frascos y a través de ciertas pruebas determina que en ambos las células han duplicado el material genético y ha desaparecido la membrana nuclear. A partir de estos resultados podría pensarse que el antibiótico actúa directamente sobre los organelos encargados de la

A. Producción de desechos

B. Respiración nuclear

C. Digestión de proteínas

D. Reproducción celular

LEE DETENIDAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y RESPONDE LA PREGUNTA 7.

PERIÓDICO ESCOLAR



Tomada y adaptada de Reporte médico. Recuperado el 26/02/2017 en : <http://revistareportemedico.com/home/wp-content/uploads/2013/05/tabaquismo-reportemedico.jpg>

El cáncer hace referencia a una serie de patologías que implican en esencia la alteración del ciclo celular y se produce un desequilibrio entre la proliferación y la muerte celular programada. A nivel genético, una célula debido a factores ambientales puede sufrir cambios sustanciales que originan mutaciones en genes específicos.

7. Según la información, es posible deducir que el tabaquismo es una de las prácticas que conducen a generar cáncer, siendo el más prevalente el cáncer de pulmón. Esta afirmación es correcta porque

- A. Los componentes que presenta el cigarrillo entran primero en contacto con los pulmones que con otro órgano y su composición química conduce a que el ADN de las células pulmonares cambie, generando así células cancerígenas.
- B. Los componentes que presenta el cigarrillo entran primero en contacto con los pulmones que con otro órgano y sus componentes químicos actúan de tal forma que inhiben la división celular, generando un desequilibrio en la proliferación de células sanas y células cancerígenas.
- C. Aunque los componentes químicos ingresan por la boca, se acumulan en los pulmones, provocando que las células pulmonares mueran y las que sobreviven produzcan células sin núcleo, incapaces de dividirse generándose así el cáncer.
- D. Los componentes del cigarrillo taponan los bronquios y los bronquiolos, llenando así los pulmones de agua, la cual se acumula y al no detectarse a tiempo genera mutaciones en las células pulmonares.

LEE DETENIDAMENTE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y RESPONDE LA PREGUNTA 8.


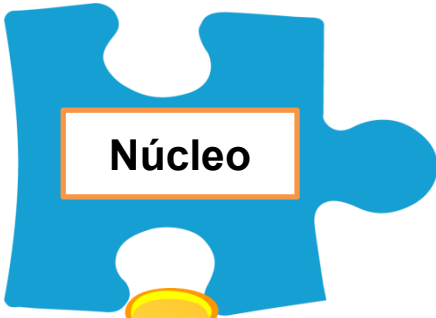

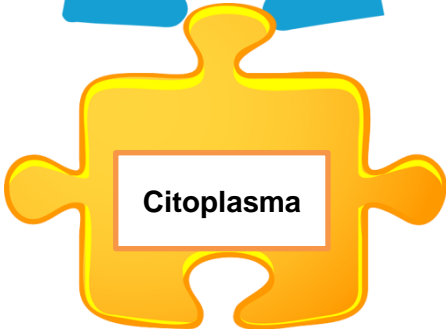
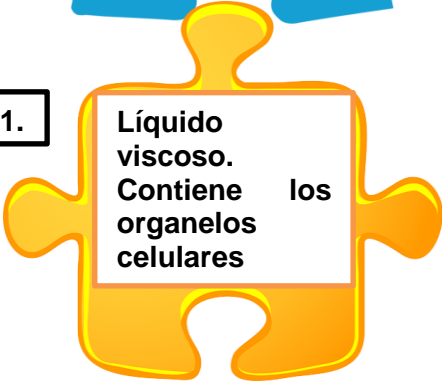



Un equipo del Hospital Universitario de Hiroshima en Japón ha realizado con éxito la primera operación para regenerar cartílago de la rodilla utilizando células madre mezcladas con hierro. El procedimiento comenzó con la extracción de células madre de la médula ósea de la propia paciente. Estas fueron mezcladas con polvo de hierro para después poder emplear imanes para concentrarlas en la zona donde había pérdida de cartílago, con el objetivo de que se transformen en tejido cartilaginoso en los próximos meses.

Tomado de: <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2015/02/06/702523/japon-realiza-con-exito-la-primer-operacion-con-celulas-madre-magneticas.html>

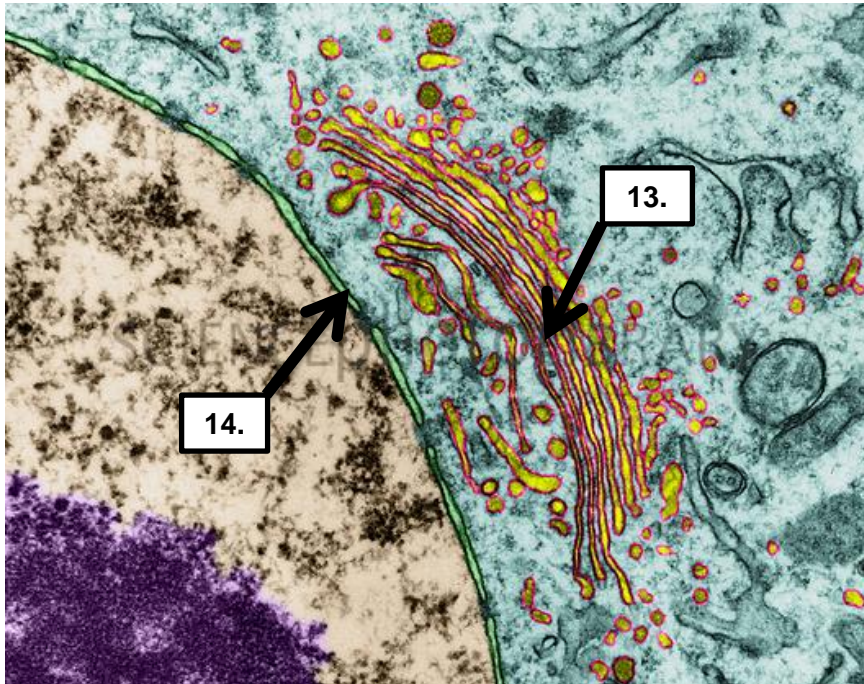
8. Según el texto, ¿qué función deben realizar las células madre para la formación de cartílago?

RESPONDE LAS PREGUNTAS DE LA 9 A 12 SEGÚN LA SIGUIENTE INFORMACIÓN

Un profesor lleva un rompecabezas gigante a su clase, en algunas fichas, tiene consignado el nombre de algunos organelos celulares eucariotas y en otras su respectiva función. Uno de los estudiantes ingresa corriendo al aula y el profesor que estaba justo en la puerta, suelta las fichas y estas salen disparadas por toda el aula. Ayuda al profesor a organizarlas nuevamente empleando líneas.

9	 <p>Información genética</p>	 <p>Núcleo</p>
10.	 <p>Síntesis de proteínas</p>	 <p>Citoplasma</p>
11.	 <p>Líquido viscoso. Contiene los organelos celulares</p>	 <p>Ribosomas</p>
12.	 <p>Mitocondria</p>	 <p>Respiración celular</p>

Observa la microfotografía y responde:



Micrografía de transmisión electrónica. Tomada de <https://www.sciencephoto.com/media/797484/view>

La microfotografía muestra un segmento de una célula eucariota donde se destacan algunos organelos. La muestra ha sido tratada con ciertos colorantes que permiten dar una mejor definición. La flecha con el número 13, indica un organelo celular conformado por sacos membranosos que se encargan de modificar y empaquetar proteínas y lípidos que previamente han sido sintetizados por otros organelos. Mientras que la flecha con el número 14, indica una estructura membranosa interna que actúa como límite.

13. Con fundamento en la microfotografía y en la descripción realizada sobre la misma ¿Cuál es el organelo celular eucariota que señala la flecha con el número 13?

14. Con fundamento en la microfotografía y la descripción realizada sobre la misma ¿se puede afirmar que la estructura permite identificar a una célula eucariota?

15. Jacobo y María juegan en el parque, sin embargo, Jacobo se tropieza con una roca y cae al suelo. María lo ayuda a levantar y observa que su rodilla sangra. Jacobo se preocupa al verse sangrando, pero María le explica que es algo natural y que en un par de semanas después de formarse una costra y posteriormente desprenderse, observará que hay nueva piel. Explica desde el punto de vista celular ¿Por qué aparece una costra y al desprenderse se observa nueva piel?

B. Anexo: Acuerdos de los grupos de investigación

INSTITUTO TÉCNICO Y ACADÉMICO SCOUT JOSÉ MARTÍ CIENCIAS NATURALES: BIOLOGIA DEL CÁNCER ACUERDOS DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los estudiantes y docentes todos los grupos de investigación conformados tendremos en cuenta las siguientes instrucciones para el desarrollo del proyecto de investigación del grado séptimo cuyo tema general es el cáncer y a partir del cual formularemos una pregunta y objetivos de investigación para desarrollar en las sesiones programadas.

ROLES:

Un rol es una función que se debe desempeñar en mutuo acuerdo dentro de un grupo específico u actividad con el propósito de alcanzar objetivos en común, para lo cual, cada rol estar claramente definido. Los roles dentro del grupo de investigación son:

- **Relator:** Es el estudiante responsable de coordinar las reuniones de trabajo en grupos, leer el acta de trabajo anterior, informar al docente (es) líder (es) de investigación y demás grupos, sobre los avances de trabajo ordinario al igual que organizar el grupo para la siguiente sesión. En cada grupo solo puede haber un relator.
- **Redactor:** Estudiante responsable de redactar las actas de las sesiones de trabajo ordinario (bitácora). Para ello tendrá en cuenta la información a consultar o solicitar al docente, el avance en objetivos, el cumplimiento de tareas y trabajos programados en la metodología, el registro de roles para la siguiente sesión, los avances en el marco teórico, los resultados, los análisis y las conclusiones, al igual que, en las sustentaciones, está a cargo del registro de las observaciones de los jurados. En cada grupo solo puede haber un redactor.
- **Recolector de información:** son los estudiantes que conforman el grupo y que no tienen asignadas funciones de relator y/o redactor. Se encargan de buscar o solicitar información en la bitácora que lleva el redactor, todo orientado a la pregunta específica que están investigando. Participan en discusiones y reflexiones para definir las respuestas a las preguntas

planteadas. Son los encargados de llevar la información requerida a las sesiones del grupo de investigación.

Cada rol es rotativo, lo cual significa que se rotarán los roles dentro del grupo y se registrará en la bitácora quien desempeño una función específica en cada sesión y quienes son los encargados de la próxima.

BITÁCORA:

Es el cuaderno de apuntes que hay en cada grupo y cuya función es el registro del progreso de la investigación. La estructura de la bitácora está dividida en dos, la primera que es la estructura general y corresponde a:

- **Integrantes del grupo:** nombre de los estudiantes que conforman cada grupo de investigación.
- **Nombre del grupo:** cada grupo asigna un nombre a su grupo de investigación. Se sugiere un nombre novedoso y relacionado con las ciencias.
- **Pregunta de investigación:** se recomienda que la pregunta sea clara y bien estructurada y que tenga correspondencia con el tema de investigación de grado, será revisada y aprobada previamente por el líder o líderes de investigación.
- **Objetivos de investigación:** corresponden a formular un objetivo general y específicos en relación a la pregunta de investigación a desarrollar en el grupo, estos deben ser revisados, discutidos y aprobados por el grupo de estudiantes y el líder o líderes de investigación.

La segunda es la estructura de cada sesión, la cual tendrá los siguientes requerimientos:

- **Fecha y hora:** se indica el día y hora de sesión de trabajo de grupo de investigación.
- **Lugar:** se consigna el lugar donde se realiza la sesión ejemplo: aula de clase, laboratorio, auditorio.
- **Objetivo de la sesión:** se define un objetivo a cumplir en cada encuentro, puesto que al finalizar se explica en una conclusión los avances sobre el mismo.
- **Asistentes y roles:** para esta parte del acta se debe seguir el ejemplo de la tabla:

Integrante	Rol en la sesión	Rol en próxima sesión

- **Desarrollo de la sesión:** se redacta de manera clara, indicando los temas que se tratan, las opiniones de los compañeros del grupo, al igual que las dudas que se generan en el grupo a cerca de la investigación que se adelanta.

Bibliografía

Allchim, D. (2013). *Teaching the nature of science: Perspectives and resources*. Minnesota, USA: SHiPS Education Press.

Albarracín, T. (1983). *La teoría celular*. Madrid, España: Alianza editorial S.A.

Abril, A. M., Muela, F. J. & Quijano, R. (2002). Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los alumnos (1ª fase). Recuperado de <http://apice.webs.ull.es/pdf/146-050.pdf>

Andreu, M. (2001). La célula aprendida. *Encuentros en la Biología*, N° 70. Recuperado de <http://www.encuentros.uma.es/encuentros70/aprendida.htm>

Arvelo, F. & Poupon, M. (2001). Aspectos moleculares y celulares de la metástasis cancerosa. *Acta Cient Venez*, 52 (4), 304-312.

Audesirk, T., Audesirk, G. & Byers, B. (2008). *Biología: La vida en la Tierra*. México: Pearson educación.

Audesirk, T., Audesirk, G. & Byers, B. (2004). *Biología: ciencia y naturaleza*. México: Pearson Educación.

Banet, E. & Ayuso, G. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153.

Bermudez, A. & Rincón, C. (2013). Caracterización del clima escolar en instituciones de educación infantil: un análisis comparativo entre públicas y privadas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, N° 10. Recuperado de <http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDASECUNDARIO/article/viewFile/365/357>

Boya, L. (2009). Biología del cáncer. *ConCIENCIAS. digital: revista de divulgación científica de las Facultad de Ciencias de Zaragoza*, N.º 3: 7-15.

Caballer, M. & Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 172-180.

Callejas, J. (2015). El modelo y enfoque de formación por competencias en la Educación Superior: apuntes sobre sus fortalezas y debilidades. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(2), 24 – 33.

Campbell, N. & Reece, J. (2007). *Biología. Séptima edición*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de innovación educativa*, N.º 161: 34-39

Cooper, G. & Hausman R. (2010). *La célula*. Madrid, España: Marban.

Dolan, M. & Margulis, L. (2011). *Los inicios de la vida: La evolución en la Tierra precámbrica*. Valencia, España: Universitat de València.

Eligio, M., Gómez, M. & García, I. (2016). El desarrollo del pensamiento crítico mediante el debate asincrónico en foros virtuales en educación secundaria. *Revista ALETHEIA*, 8(1), 100-115.

Espinel, M. (2008). Aproximación epistemológica a la teoría celular. *Morfología, Revista del Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia*. 1(1), 9–13. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/1089/1885>

Flores, G., Schnek, A., Barnes, S. & Curtis, H. (2006). *Invitación a la Biología. Sexta edición*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Flórez, C. (2001). Importancia de la enseñanza de la teoría celular. *La enseñanza de la ciencia en la UPN NaturaRed*, N.º 99. Recuperado de <http://lie.upn.mx/naturared/4/09.htm>

Fragoso, L., Baltasar, E. & Esparza, J. (2004). El ciclo celular: características, regulación e importancia en el cáncer. *Biotecnología aplicada*, 21(2), 60-69.

García, J. (2008). Trabajando por proyectos en el primer ciclo de primaria: una experiencia de aula. *Investigación en la Escuela*, N.º 6: 71-79.

González-Weil, C. & Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos «ser vivo» y «célula». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(3), 31-52.

González, J. (1990). Elementos dinámicos de la teoría celular. *Revista de filosofía*, 3(4), 83-110.

Granados, S., Quiles, J., Gil, A. & Ramírez-Tortosa, M. (2006). Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutrición Hospitalaria*, N.º 21:44-54.

Heller, H., Purves, G. H., Sadava, W. K. & Purves, D. K. (2009). *Vida: la ciencia de la biología*. Octava edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2016). *Glosario: Competencias*. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/atencion-al-ciudadano/glosario/6-competencias>

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, ICFES. (2016). *Saber En Breve Edición 3: ¿Cómo construimos, aplicamos y calificamos las preguntas abiertas de la prueba Saber 11º?*. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/docman/talleres-y-jornadas-de-divulgacion/boletin-saber-en-breve/1630-edicion-3-saber-en-breve-febrero-2016>

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 23(1), 111-122.

Jiménez, M. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En: Jiménez, M. (Ed.), *Enseñar ciencias* (119-146). Barcelona: Grao.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.

Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C., Krieger, M., Scott, M., Zipursky, L. & Darnell, J. (2005). *Biología celular y molecular. Quinta edición*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Medina, E. (2010). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 32 (2), 90 – 95.

Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 485 – 495.

Miguel, P., Almaguer, A., de León, D., Sales, H. & Pérez, H. (2007). El cáncer una enfermedad genética. *Correo Científico Médico de Holguín*, 11(3), Recuperado de <http://www.cocmed.sld.cu/no113/n113rev1.htm>

Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Decreto 5012 de 2009*. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-213409_decreto_5012.pdf

Ministerio de Educación Nacional Colombia. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas - Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2004). *Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en ciencias: el desafío. Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Moreno, T. (2010). Competencias en educación. Una mirada crítica. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 289-297.

Muñoz, A. & Díaz, M. (2009). Metodología por proyectos en el área de conocimiento del medio. *Revista docencia e investigación*, N.º 19: 101-126.

- Narváez, L. (2008). *Aprendizaje Significativo de Conceptos Químicos, a Través de Resolución de Problemas en Estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales-Edición Única*. Huila, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- Norman, G. & Streiner, D. (1996). *Bioestadística*. España: Harcourt.
- Oliva, R., Oriola, J., Ballesta, F., Clària, J. & Mengual, L. (2013). *Genética médica (Vol. 39)*. Barcelona, España: Edicions Universitat Barcelona.
- Peña, L. (2008). La competencia oral y escrita en la educación superior. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-189357_archivo_pdf_comunicacion.pdf
- Pérez, M. (2005). La Teoría Neurona, refrendo de la Teoría celular. En: Baratas, L. A. (Ed.), *Ramón y Cajal y la ciencia española* (61-78). Madrid, España: Ministerio de educación y ciencia.
- Pierce, B. (2009). *Genética: Un enfoque conceptual tercera edición*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Rincón, G. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis?. *Comunicaciones en Estadística*, 7(2), 139-156.
- Rodríguez, E., Vargas, É. & Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”. *Educación y educadores*, 13(1), 13-25.
- Rodríguez, E. (2010). Estadística: Medición, Descripción e Inferencia. *Perspectivas Psicológicas, Santo Domingo (Rep. Dom.)*, Volúmenes 6 y 7, 172-178.
- Rodríguez, M., & Moreira, M. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigações em ensino de ciencias*, 7(1), 77-103.
- Rodríguez, M. (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(2), 123-149.
- Rosete, M., Padrós, M. & Vindrola, O. (2007). El nucléolo como un regulador del envejecimiento celular. *Medicina (Buenos Aires)*, 67(2), 183-194. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802007000200015

Sánchez, M. & Miguel, V. (2006). Relación entre los conocimientos previos y el rendimiento en la asignatura bioquímica en estudiantes de medicina. *Revista de la facultad médica de la Universidad Central de Venezuela*, 29(2), 114-120. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fmmed/article/view/2987

Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. Universidad Autónoma de Barcelona. En: Fernández, P. (Ed.), *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo. Colección Aulas de Verano* (103 - 130). Madrid, España: Ministerio de educación y ciencia.

Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Stewart BW, Wild CP, editors (2014). *World Cancer Report 2014*. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Recuperado de <http://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-2014>.

Tapia, F. & Arteaga, Y. (2009). Uso de ilustraciones en la enseñanza de la célula: un estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2434-2437. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294387/382908>

Thews, G. & Mutschler, E. (1983). *Anatomía, fisiología y patología del hombre*. Barcelona, España: Reverté, S.A.

Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la Microbiología*. Novena edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Vallejo, S. (2014). Las competencias científicas en la política educativa colombiana: Privilegio de la perspectiva parcial al estudiar su ensamblaje desde los Estudios Sociales de la Ciencia. (Tesis de maestría, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/41978/1/848098.2014.pdf>

Vasco, C. (2013). ¿Disposiciones, Capacidades, o Competencias? XI Congreso Pedagógico. Recuperado de <http://www.codetol.com/memorias/vasco.pdf>

Vásquez, G. & Muñetón, C. (2006). *El núcleo celular*. Colombia: Fondo Editorial Biogénesis.

Walace, T., Stariha, W. & Walberg, H. (2004). *Cómo enseñar a hablar, a escuchar y a escribir*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001418/141833s.pdf>