

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL
CONCEPTO CÉLULA EN LOS ESTUDIANTES DEL GRADO CUARTO DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CARLOS MARIO SIMMONDS SEDE GUILLERMO**

LEÓN VALENCIA

2016-2017



MONICA MUÑOZ COLLAZOS

MARISOL VIVEROS SERNA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

POPAYÁN

2018

**Diseño de una unidad didáctica para el aprendizaje del concepto célula en los
estudiantes del grado cuarto de la institución educativa Carlos Mario Simmonds sede**

Guillermo León Valencia

2016-2017

Mónica Muñoz Collazos

Marisol Viveros Serna

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales exactas y de la Educación

Licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación

Ambiental

Popayán

2018

**Diseño de una unidad didáctica para el aprendizaje del concepto célula en los
estudiantes del grado cuarto de la institución educativa Carlos Mario Simmonds sede**

Guillermo León Valencia

2016-2017

**Proyecto de grado para optar al título de Licenciadas en Educación Básica con
Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

ASESOR:

Diego Alexander Rivera Gómez

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales exactas y de la Educación

**Licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación
Ambiental**

Popayán

2018

Nota de aceptación

Director_____

DIEGO ALEXANDER RIVERA GÓMEZ M.Sc

Jurado_____

JOSÉ OMAR ZUÑIGA CARMONA M.Sc

Jurado_____

YONER FERNANDO CAMPO M.Sc

Fecha y lugar de sustentación: Popayán, 06 de Junio de 2.018

Agradecimientos

Agradecimiento especial a nuestro asesor Diego Alexander Rivera Gómez quien con su trayectoria docente, calidad humana y acompañamiento hizo grandes aportes para que este proyecto de investigación se culminara satisfactoriamente.

A la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia por abrirnos las puertas y permitir llevar a cabo nuestra propuesta de investigación, compartiendo sus espacios y materiales para la educación.

A la profesora Carmenza Bolaños directora del grado cuarto y quinto por sus consejos y tiempo.

A todos los estudiantes de la sede Guillermo León Valencia quienes contribuyeron a nuestra formación y sentido humano en cada momento que se pudo compartir.

A Dios todo poderoso por cuidar de mi camino y no dejarme desfallecer en
ningún momento por más doloroso y difícil que sea.

A mis padres Feliciano Viveros y María Inés Serna por su apoyo
incondicional, amor y valores forjados en estos veinte años.

A mis hermanos Edinson, Alejandro y Carolina.

A mi sobrina Anjhelyn por tu carisma y alegría que contagia.

A Miguel Chaves por tu amor infinito, apoyo, comprensión y solidaridad.

A mis abuelos del alma Marcos, Blanca Ismelda y María Eugenia.

A ti Jesús María por ser mi muralla espiritual, siempre te llevo conmigo.

A todos mis amigos y demás familiares quienes pusieron su confianza y
buenos deseos en mí durante estos cinco años. Este logro también es suyo.

Marisol Viveros Serna

Resumen

Esta propuesta pedagógica investigativa sigue mostrando la importancia que tiene incluir la Historia de las Ciencias en la aprendizaje del concepto célula, siendo esta una herramienta pedagógica que da importancia a la construcción histórica y colectiva, con el fin de dar a conocer que la estipulación de dichos conceptos hoy en día importantes para el aprendizaje de las Ciencias Naturales no fueron resultado de procesos netamente lineales, es decir, que el conocimiento final no es un resultando de la noche a la mañana sin errores, anomalías o cambios en las concepciones, por lo contrario, se debe tener en cuenta la intervención de diversos investigadores que quizás y muy probablemente no buscaban sus descubrimientos, así como el aporte innegable por parte de la tecnología.

En primer lugar se indaga sobre las ideas previas, donde se busca reconocer las posibles imágenes mentales que de célula presentan los estudiantes, brindando un panorama de los modelos mentales ya sean exitosos o erróneos, destacando que lo importante de la indagación es que permite conocer la naturaleza de sus estrategias y modelos como mecanismos de operaciones mentales que se necesitan para la comprensión eficaz del mundo circundante y con los cuales se llega a un resultado, sin olvidar que ningún modelo será rechazado ya que lo ideal es modificarlos poco o poco hasta que el estudiante logre brindar mejores explicaciones a las que daría con su imagen mental inicial.

Como segundo lugar se toma como referencia una unidad didáctica y un instrumento de indagación sobre ideas previas, estas dos herramientas han sido ideadas por sus autores para trabajar el concepto célula. La unidad didáctica ha sido diseñada desde la Historia de las Ciencias, cuyo fin es el de dar una posible solución a cinco dificultades principales que presenta la enseñanza o el aprendizaje del concepto célula, entre ellas la creación de imágenes mentales

erróneas dificultad primordial que se toma en este proyecto, debido a que en observaciones realizadas se evidenció que los estudiantes emplean modelos mentales que han sido aprendidos de los textos escolares utilizados por los docentes a cargo, donde se muestra la célula como una imagen plana, sin movimiento y sin destacar la importancia que tiene aprenderla de forma adecuada para la comprensión de hechos de la vida cotidiana, creando de esta manera concepciones no tridimensionales en los estudiantes, generando una comprensión deficiente del concepto, la memorización y finalmente la desarticulación como concepto estructurante.

Posteriormente con las necesidades que reflejen los estudiantes y el nuevo contexto donde se implementará se diseña una Unidad Didáctica con algunos aspectos retomados completamente, como es el caso de las preguntas provenientes del instrumento, otros con leves modificaciones y otros como nuevas propuestas para lograr un aprendizaje significativo. Por otro lado, la relación con la línea de la Historia de las Ciencias permitió conocer que los estudiantes no eran realmente conscientes de lo que decían y hacían, es decir que el aprendizaje del concepto célula sigue siendo un proceso de repetición de definiciones.

De esta manera la propuesta pedagógica investigativa permitió resaltar al final cómo los ajustes dados en la unidad articulada con el instrumento y en tercer lugar con la implementación de la Unidad Didáctica permitieron modificar los modelos mentales que tienen los estudiantes de la célula teniendo en cuenta la Historia de las Ciencias, ya que se logró en la gran mayoría del estudiantado una modificación desde el modelo inicial el cual era Modelo Explicativo Básico Plano a un Modelo explicativo Estructural incipiente.

Palabras claves: Célula, Historia de las Ciencias, Unidad didáctica, Modelos explicativos, Imágenes mentales.

Tabla de Contenido

Introducción	1
Descripción del Problema	3
Antecedentes	9
Justificación.....	17
Marco Contextual.....	19
Marco Teórico	22
Biología Celular	22
Referente Pedagógico.....	31
Modelos Didácticos, Mentales y Conceptuales	34
Modelos Explicativos.....	40
Propósitos.....	46
Propósito General:.....	46
Propósitos Específicos:	46
Metodología	47
Resultados y Análisis	52
Fase de Acercamiento	52
Fase 1	57
Fase 2	74
Fase 3	90

Conclusiones	149
Recomendaciones.....	152
Bibliografía	154

Lista de figuras

Figura 1. Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia	21
Figura 2. Cartelera con el título inicial de la propuesta	57
Figura 3. Instrumento para la recolección de imágenes mentales	62
Figura 4. Resultados de la actividad artística (colorear seres vivos)	95
Figura 5. Dibujos y descripciones realizadas por los estudiantes	97
Figura 6. Modelización "seres vivos en mi jardín"	98
Figura 7. Sopa de letras alusiva a los Reinos	105
Figura 8. Modelización de los Reinos	106
Figura 9. Red conceptual del Reino Animal (invertebrados).....	107
Figura 10. Red conceptual Reino Animal (vertebrados).....	107
Figura 11. Modelización Reino fungí	108
Figura 12. Modelización Reino Protista (Euglena).....	108
Figura 13. Modelización de una bacteria	109
Figura 14. Experimento de agua con laser	110
Figura 15. Dibujos de Microorganismos.....	114
Figura 16. Método de reproducción en microorganismos.....	114
Figura 17. Dibujo de Bacterias.....	117
Figura 18. Dibujos de virus	117
Figura 19. Modelización de la ameba	119
Figura 20. Modelización formas de la célula	120

Lista de tablas

Tabla 1. Autores contribuyentes a la Biología Celular	22
Tabla 2. Fase de acercamiento	48
Tabla 3. Actividades de la Fase 1.....	49
Tabla 4. Actividades de la Fase 2.....	50
Tabla 5. Actividades de la Fase 3.....	51
Tabla 6. Resultados de la Fase de Acercamiento	53
Tabla 7. Resultados obtenidos con el instrumento.....	63
Tabla 8. Unidad didáctica tomada para la enseñanza o aprendizaje del concepto célula (Rivera, 2011)	76
Tabla 9. Unidad didáctica ajustada	86
Tabla 10. Resultados pregunta indicador 2	99
Tabla 11. Resultado y análisis de pregunta indicador 4.....	124
Tabla 12. Análisis a partir de la modelización tridimensional de la célula.....	128
Tabla 13. Análisis comparativo de los modelos mentales	134

|Introducción

En la actualidad el aprendizaje sobre el concepto célula padece de bajos niveles de comprensión según los antecedentes encontrados, esto debido a la complejidad propia del concepto y a la inmersión en un mundo microscópico donde se trabaja con imaginarios por falta de recursos tecnológicos en las instalaciones educativas, lo anterior lleva a los docentes a realizar un aprendizaje de los conceptos actuales que se encuentran estipulados en textos con terminología difícil de asimilar, ya que son definiciones propuestas por comunidades científicas que al transcurrir el tiempo han venido modificándose, además en el aprendizaje por conceptos se ilustran imágenes de la célula en una dimensión plana, de esta manera los estudiantes interiorizan esta concepción mental como la única forma de representarla, por ello se propone el uso de una Unidad Didáctica elaborada desde la Historia de las Ciencias y previamente ajustada a las necesidades de los estudiantes del grado cuarto como aspecto determinante a tener en cuenta en este proceso de aprendizaje constituyéndose como un factor interesante para favorecer la comprensión de la última definición y en este caso de las representaciones mentales que manejan los estudiantes, entonces se hace fundamental partir de las ideas previas para conjuntamente construir un concepto mayor elaborado determinando posibles modificaciones necesarias en la unidad y adecuándola a las necesidades que presenten para posteriormente pasar a analizar los cambios que se obtuvieron a partir del desarrollo de la unidad didáctica.

Esta unidad trae consigo la elección adecuada de una temática que se maneje en el aula sin que tenga niveles de comprensión altos en las definiciones, por el contrario, se busca hacer uso del medio con el fin de obtener un aprendizaje significativo, ya que como lo menciona Gagliardi, muchas experiencias pedagógicas demuestran que en la mayor parte de los casos analizados la enseñanza de las ciencias no da buenos resultados, los alumnos no aprenden, o aprenden

parcialmente los conocimientos científicos que la escuela trata de transmitirles (1988, pág. 292). Y es por estas dificultades que el concepto presenta una necesidad de comprensión minuciosa para entenderlo en su totalidad, al ser un concepto estructurante y determinante para los temas de ciencias naturales que continúan.

Descripción del Problema

Con base en las referencias consultadas sobre el aprendizaje del concepto célula y las observaciones realizadas en el grado cuarto de la Institución Educativa Carlos M. Simmonds sede Guillermo León Valencia, se presenta a continuación los problemas o dificultades referenciadas por diferentes autores.

Al respecto, se encuentra la necesidad de implementar una unidad didáctica que aborde las distintas problemáticas que reflejan los estudiantes en el ámbito escolar con relación al concepto célula, siendo este estructurante para entender la vida y sus procesos, se encuentra que es un concepto complejo puesto que se presentan aprietos en su enseñanza y aprendizaje tales como la complejidad, la relación entre organelos y funciones, las dimensiones macro y micro, creación de imágenes mentales erróneas y la enseñanza de definiciones sin tener en cuenta la Historia de las Ciencias.

Con relación a la complejidad María Buitrago plantea que la célula es un concepto difícil de manejar y altamente estructurado ya que posee una estructura compleja, pero es esta misma complejidad la que le da el valor necesario para ser un tema elemental del aprendizaje (2014, pág. 12). Lo anterior debido a que posee internamente otras estructuras que la conforman, en este caso numerosos organelos como el aparato de Golgi, ribosomas, mitocondria, retículo endoplasmático, núcleo, nucléolo, pared celular o membrana celular, entre otros que a su vez están formados por elementos propios realizando funciones independientes pero que son necesarias para el buen funcionamiento de la célula, algunas de estas funciones son muy difíciles de representar en su orientación y su aprendizaje, con las cuales se nota la audacia de poder realizar juegos, analogías, cuentos entre otros textos narrativos que ayuden a explicar los procesos como la respiración, reproducción, absorción de nutrientes, entre otros, generando de

esta manera que los estudiantes no tengan la capacidad de recordar la estructura de los órganos internos y sus respectivas funciones significativamente.

Lo anterior conlleva a que los estudiantes presenten complicaciones a la hora de representar la célula mentalmente, pues cuando los estudiantes aprenden los conceptos de célula, y definiciones de organelos y sus funciones, no comprenden la magnitud de la importancia que cada uno de ellos ya sea a nivel individual o como sistema, se observa entonces que al no tener claros estos aspectos no se podrá recordar ni hacer una imagen mental clara tanto a nivel celular como de tejidos, esto hace que los estudiantes no puedan llegar más allá de un dibujo plano y estático, limitándose a reconocer la célula como unidad estructurante de los seres vivos pero sin relación alguna, a estas representaciones se suma la falta y uso de recursos tecnológicos como es el caso del microscopio, televisores y computadores, ya que estos instrumentos pueden ser utilizados con eficiencia al permitir mostrar representaciones con movimiento, fotografías reales, procesos de reproducción más dinámicos y la relación interna y externa de la célula. Estas necesidades del estudiantado se evidencian en la institución y al no contar con ellos el docente debe crear otras estrategias para enseñar la célula, sin embargo estos esfuerzos no son suficientes, con ello no se pretende llegar a la mal interpretación de que un docente sin elementos tecnológicos no puede dar una clase, solo que debe estar muy bien preparado en los temas de su enseñanza, tener criterio en la selección en los implementos que usa para llegarle a los niños y tener autocritica para definir que la actividad no contribuyó al objetivo que se quería y por lo tanto no se deberá realizar nuevamente o tener modificaciones. En el caso de la célula el microscopio ayuda a suplir dos necesidades básicas: en el estudiantado comprender la dimensión de la célula, ya que a los estudiantes se les dice que la célula es muy pequeña, que es un organismo microscópico (dimensión micro), pero ¿realmente ellos comprenden cuan pequeña lo

es?, para ello se debe consolidar las diferencias desde las estructuras macro para poder asimilar las estructuras micro; la segunda necesidad es la observación de la célula, al no tener disposición en este caso del microscopio el docente crea imaginarios abstractos en los estudiantes ya que no es lo mismo trabajar sobre lo que se observó a lo que se cree que es, haciendo que el estudiante cree representaciones mentales propias que ayuden a mejorar la comprensión.

Lo anterior lleva a que la mayoría de los dibujos de los estudiantes correspondan a la representación de una célula plana y no de manera tridimensional tal como lo menciona (Díaz & Jiménez, 1996, pág. 184), esto debido a que los docentes emplean estrategias para lograr la enseñanza del concepto célula, que por lo general tiende a orientarse a través de libros de texto didácticos que muestran la última definición de célula, la cual los estudiantes aprenden prácticamente de memoria pero sin comprender lo que realmente significa, aportando contenido básico o muy general sobre ¿qué es?, ¿Quién la descubrió?, ¿Cuáles son sus partes y funciones?, ¿Cómo son?, o sobre situaciones de la vida cotidiana. Además los instrumentos que pueden mostrar la célula en otra dimensión no son comunes en gran parte de las instituciones rurales, lo que permite la prevalencia de las representaciones mentales que les generan las ilustraciones de los libros cuya estrategia de enseñanza hace que la representación mental sea deficiente y no genere una evolución del concepto en la mente de los estudiantes, sin relacionar las ideas que tienen de sus vivencias cotidianas con la célula en general, esto provoca que las funciones, los organelos o sus partes se aprenden sin relación alguna y sin una conexión como es el caso entre el aparato de Golgi y el núcleo, o el citoplasma con los demás organelos en los cuales se enseña las funciones que desempeñan individualmente mas no la del porque estos deben estar ligados y como se contribuyen mutuamente.

Por lo anterior y reconociendo una vez más que la célula es un concepto elemental, el cual debe ser comprendido y orientado de forma adecuada para lograr una asimilación o una representación acorde con la realidad se ha considerado que la implementación de una unidad didáctica que está desarrollada desde la historia de las ciencias puede abarcar y contribuir al mejoramiento de estas necesidades.

Una vez que los estudiantes interiorizan las representaciones mentales que se les brinda por diferentes medios de enseñanza como libro, guías, experimentos con microscopios y demás elementos audiovisuales, estas concepciones ya sean adecuadas o erróneas perduran en la mente hasta que se muestre una concepción mayor estructurada, con la que se obtengan modificaciones en los casos errados y un enriquecimiento en las imágenes que se acercan a la realidad, sin embargo es probable que en algunos casos los modelos mentales erróneos sean difíciles de modificar puesto que es complicado deshacer esta idea y retomar nuevas concepciones.

Con relación a la Historia de las Ciencias, no ha sido tomada en cuenta porque en la orientación del concepto a los estudiantes se ofrecen las definiciones contenidas en los libros de texto guía, estas definiciones son muy bien estructuradas en cuanto a su terminología y lenguaje los cuales son resultado de todo el proceso que ha generado lo que actualmente se conoce como célula dejando de lado otras variables como las dificultades, autores, retrocesos, críticas, éxitos, reconocimientos y en general todo el proceso que se desarrolló para la construcción del concepto bien elaborado, por lo cual, su aprendizaje se limita a transmitir definiciones que se manejan y se construyen con los últimos descubrimientos y publicaciones que se han hecho por parte de las comunidades científicas, donde se da al estudiantado el último paso de la ciencia como si hubiese surgido de repente, lo que no genera una base sólida para realizar reflexiones sobre el concepto

por ello, no resulta suficiente saber el qué es, sino conocemos cómo, dónde y quiénes, contribuyeron a lo que actualmente se conoce.

Entonces, la enseñanza de definiciones presenta dificultad para ser comprendidas ya que estas emplean una terminología científica difícil de asimilar, en donde la enseñanza de algunos conceptos científicos y especialmente aquellos que van relacionados con la célula, son orientados bajo las definiciones establecidas por comunidades científicas en los textos para la enseñanza tal como lo menciona (Herrera & Sánchez, 2009).

Los términos que se manejan en las definiciones que se orientan con base en los textos para la enseñanza son complejos y esto dificulta el aprendizaje de los estudiantes. Los textos de enseñanza que se mencionan también son llamados guías escolares, en las que se observan definiciones sobre la célula en las que se evidencia la utilización de términos difíciles de comprender y que son estipulados por comunidades científicas; algunas definiciones como: “Las células presentan diversas formas: alargadas, redondas, estrelladas, irregulares; varían en tamaños, desde muy pequeñas que sólo pueden ser vistas a través de un aparato llamado microscopio, hasta muy grandes como algunas fibras vegetales” (Fundación Multitaller Universidad del Valle, 2015, pág. 13).

Este tipo de definiciones reflejan que el concepto no se aborda de manera amplia, estructuradas con un léxico complejo poco adecuado para que estudiantes de tan corta edad puedan comprenderlos, debido a que los términos que estructuran las definiciones no son muy familiares al contexto que les rodea.

Por las problemáticas mencionadas anteriormente es importante implementar una Unidad Didáctica estructurada desde la historia de la ciencias la cual tenga en cuenta cada problemática en el aprendizaje del concepto célula para encontrar los obstáculos que se presentan en el

concepto, es decir qué tanto saben los estudiantes, de dónde se debe partir, su tema de interés y lo que se debe enfatizar para la construcción de un concepto más amplio que contenga numerosas bases teóricas, aunque la unidad didáctica contribuya a las problemáticas mencionadas, esta propuesta pedagógica investigativa va encaminada hacia los modelos mentales que los estudiantes emplean sobre la célula resaltando que es actualmente un tema de interés por parte de los docentes ya que por medio de los modelos se producen mecanismos para comprender la manera como se generan las representaciones mentales, logrando obtener explicaciones y predicciones comprensibles, plausibles y fructíferas de las representaciones que los estudiantes realizan sobre la célula.

A partir de la problemática escogida se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué cambios se dan en las imágenes mentales que de célula tienen los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia, con el diseño de la unidad didáctica?

Antecedentes

Con relación a Propuestas Pedagógicas Investigativas surgen diferentes trabajos con relación a la enseñanza del concepto célula, sin embargo, la mayoría de estos documentos no van en correspondencia a la construcción histórica de dicho concepto. A continuación, se presentan una serie de trabajos los cuales permiten abordar el tema del proyecto.

(Guerrero M. , 2001) En el documento La célula aprendida desencadena su interés por el campo de la enseñanza de las Ciencias Biológicas, las cuales en Bachillerato son áreas de mayor dedicación, espacio y esfuerzo y más cuando se trata de la célula. Este es un tema que en la actualidad es tendencia en Biología Celular y Molecular. Sin embargo, la enseñanza de la célula en el Bachillerato, muestra dificultades y concepciones erróneas que, a veces, pueden pasar inadvertidas, los estudiantes no desarrollan un concepto correcto de célula debido a ideas previas que han adquirido en ambientes fuera o por determinadas estrategias de enseñanza desarrolladas en el propio contexto educativo. Las dimensiones que se poseen sobre célula eucariota tema de inicio para entrar a estudiarla posiblemente sean respondidas de memoria. Ello implica que no se conozca verdaderamente su significado. Se menciona que hace falta un aprendizaje significativo donde se enseñe las escalas microscópicas en semejanza a las que utilizan cotidianamente. Además, propone como solución que los estudiantes habitúen a la observación microscópica, para identificar los elementos básicos de la estructura celular o las células mismas en imágenes de microscopía con esquemáticas de la célula, de tal forma que el estudiante pueda establecer relaciones claras entre unas y otras, y diferenciar lo real de sus representaciones. Estas dificultades muestran la necesidad de modificar el proceso, de seleccionar, reorganizar y reformular los contenidos elaborados por la actividad científica para que puedan ser aprendidos por los estudiantes.

Es importante el documento porque el autor resalta la dificultad de trabajar sobre imaginarios que están influenciados por representaciones creadas del contexto individual sin poner en práctica las observaciones reales y aconseja habituarlas al ámbito educativo.

(Rivera, 2011) Con su propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula a partir de su historia y epistemología, en los grados cuarto y quinto del Real Colegio San Francisco de Asís de la ciudad de Popayán. Se propuso el análisis histórico epistemológico del concepto célula en el ámbito pedagógico y didáctico. Se utilizó el análisis histórico sobre la teoría celular para la construcción del concepto célula, con el fin de crear una unidad didáctica; entonces la construcción histórica sirvió como un elemento que dio pie a la elaboración de una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula. Este antecedente es muy importante para la propuesta en desarrollo ya que reúne los aspectos que se desean abordar en la ejecución de la investigación, como la construcción histórica del concepto y como esta se convierte en una herramienta didáctica que puede ser empleada en la enseñanza de las ciencias. La metodología utilizada del análisis de la construcción histórica sirve de referencia para ponerlo en práctica en el diseño metodológico.

En la propuesta de práctica investiga realizada por (Samboní & Solís, 2015) titulada: el uso de las analogías en la enseñanza y aprendizaje del concepto célula con estudiantes del grado sexto de la institución educativa las Huacas, el objetivo principal de la propuesta fue usar las analogías como herramienta didáctica para fortalecer la comprensión del concepto célula.

El grupo de investigación realizó comparaciones a campo abierto utilizando como analogía los elementos del contexto para relacionarlos con la estructura celular y lo que compete con la teoría celular. Los resultados de la investigación llevaron a concluir que el uso de estrategias didácticas como las analogías en el ámbito educativo fortalece ampliamente procesos de

experimentación, práctica, enseñanza y aprendizaje. Debido a los resultados encontrados en la investigación, el grupo recomienda el uso de las analogías como una herramienta didáctica para fortalecer los procesos educativos.

De este documento, se destacan estrategias importantes para tener en cuenta en la presente propuesta, una de ellas es el uso de la evaluación de conceptos previos de los estudiantes, al igual que la revisión bibliográfica y el análisis del proceso, aspectos metodológicos para ser utilizados como referencia.

También encontramos a (Chaux & otros, 2015), quienes en su propuesta: El aprendizaje colaborativo en procesos de enseñanza aprendizaje del concepto célula con estudiantes de grado sexto de la institución educativa Francisco Antonio de Ulloa. Plantearon implementar el modelo pedagógico aprendizaje colaborativo en el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto célula en el área de ciencias naturales y educación ambiental con los estudiantes de la mencionada institución, para favorecer ámbitos como la responsabilidad, la comunicación de conocimientos, la colaboración y el trabajo en equipo, esto a través de la metodología de investigación acción educativa con ayuda de la caracterización de los estudiantes, la recolección de ideas previas y la vinculación de los contenidos del concepto célula con un material didáctico elaborado por los estudiantes por medio de actividades del aprendizaje colaborativo. En la investigación se logró involucrar a los estudiantes de forma participativa, lo cual permitió realizar un modelo explicativo del concepto célula su estructura y funciones.

Finalmente, este trabajo de investigación evidenció que los estudiantes participan mejor cuando se proponen actividades en donde el profesor interactúe con ellos. Al mismo tiempo, se pudo concluir que, por medio de las actividades colaborativas, los estudiantes logran evolucionar el modelo mental que tienen de la estructura celular.

El aporte de esta investigación a la propuesta enfoca en la vinculación de los contenidos del concepto célula con las actividades realizadas con los estudiantes como la investigación, el trabajo en grupo y la realización de materiales.

(Guerrero & Muñoz, 2006), en la investigación sobre la Interpretación de los modelos mentales sobre el concepto célula en estudiantes de grado decimo expresan la dificultad de encontrar una relación entre los modelos mentales denominadas representaciones icónicas, que son creadas por las propias vivencias o experiencias escolares con relación a los conceptos científicos, este es un estudio que se realizó con 31 estudiantes del grado décimo del colegio INEM, basándose en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird para hacer el análisis de cómo los estudiantes estaban viendo la célula y la manera como el currículo ofrece una influencia negativa para crear estos modelos. Iniciaron por hacer la recolección de información de manera natural es decir sin que los estudiantes se dieran cuenta de que son sujeto-objeto de investigación para luego pasar por la identificación de los diferentes modos de pensar la célula y posteriormente analizar.

El aporte de este documento fue crear una interpretación de los modelos mentales que se han creado individualmente, cuestión que puede ser reflejada en esta Propuesta Pedagógica Investigativa que se está desarrollando.

(Caballer & Giménez, 1993), en las ideas del alumnado sobre el concepto célula al finalizar la educación básica, realizan una investigación en estudiantes de 13 y 14 años de edad, revelando una preocupación por las ideas espontaneas de los alumnos que refieren a representaciones mentales y condicionan su aprendizaje estas son tomadas de los textos guías que usan los docentes para la enseñanza del concepto célula, definiciones que se enseñan pero se olvidan rápidamente por lo que son aprendida de forma memorística. Además, plantean que el

concepto de célula es complejo y que la enseñanza se da a partir de los conceptos estipulados en los libros. En la investigación concluyen que el alumnado no identifica ni recuerda las estructuras internas que constituyen la célula ni las funciones que ellas cumplen, y que estas dificultades se dan por la incapacidad de hacer representaciones mentales de la célula y sus funciones en procesos cotidianos que se realizan con el cuerpo humano como la respiración o la ingesta de alimentos. Esta investigación aporta a la presente propuesta ya que se encuentra cierta similitud en la manera de darse la enseñanza del concepto en últimas definiciones, y que lo anterior lleva al estudiante a crear representaciones equivocadas o no tener las suficientes bases o capacidad para procesar la estructura y sus funciones.

(Buitrago, 2014) en La investigación sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto célula en estudiantes de básica secundaria, tiene como fin mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto célula a través del diseño de una unidad didáctica con estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Leonardo Da Vinci ubicada en la ciudad de Manizales, parte de un cuestionario de 18 preguntas (instrumento) que le permitieron conocer tanto las ideas previas como la identificación de diversos modelos explicativos empleados por los estudiantes para la comprensión del concepto. Asimismo hace mención a la enseñanza de conceptos científicos la cual se hace por lo general tradicionalmente y en el caso de la célula como concepto en primer lugar destaca que es difícil al ser altamente estructurante, presentando dificultades en el estudiantado al momento de representar su estructura celular correctamente y ante esta dificultad propone utilizar estrategias adecuadas que permitan aprendizajes de profundidad. Con relación al instrumento esta investigación es valiosa debido a que aporta algunas preguntas que corresponden a modelos explicativos y son retomadas tan cual en la unidad didáctica de esta

propuesta, permitiéndonos conocer si realmente el estudiante va modificando sus imágenes mentales significativamente al igual que las representaciones planas por tridimensionales.

(Rodríguez & Moreira, 1999), en la investigación de los Modelos Mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos, estos autores, llevaron a cabo en sus investigaciones en didáctica de la biología, afirman que los modelos mentales de célula de los estudiantes son limitados por la dificultad que trae consigo el concepto de célula, es por esto, que se ve la necesidad de investigar cómo los modelos mentales de los estudiantes pueden ser modificados progresivamente. En el trabajo, se ve a los modelos mentales como una posibilidad viable y comprensible para explicar las representaciones de célula generadas por estudiantes. Se analizan las posibilidades que ofrece de la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird como una forma de entender la manera en la que se generan las representaciones mentales. De acuerdo con lo realizado en esta investigación se puede definir que uno de los aportes va encaminado a conocer los modelos mentales y cómo definirlos para hallar la forma adecuada de modificarlos en beneficio de un aprendizaje que complemente sus ideas previas.

(Mengascini, 2006) con la Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular, en base a la experiencia en docencia universitaria se resaltan una serie de situaciones problemáticas en el aprendizaje y la enseñanza de temas de biología como la citología, que se desarrolla teniendo en cuenta aspectos como las características específicas de las células vegetales y las organizaciones celulares; se mencionan dificultades técnicas en cuanto a la disponibilidad, calidad y número de microscopios. Entonces, se considera abordar los conocimientos previos de los estudiantes universitarios, reflexionar sobre ellos para transformar la clase y alcanzar un aprendizaje fructífero. A partir de esto, se desarrolla una propuesta didáctica para abordar los mencionados temas en el ámbito universitario. Con las unidades

didácticas que vayan en coherencia con las necesidades del contexto y las ideas de los estudiantes para generar relación entre ellas y mejorar el aprendizaje. Esta investigación es importante ya que permite encaminarse al estudio de las ideas previas que se tengan sobre las características propias de la célula que por lo general no son captadas por falta de recursos técnicos, al determinarse las ideas previas del estudiantado se puede identificar desde que punto se debe iniciar la enseñanza de la célula y conocer las herramientas que pueden ser útiles para mejorar su comprensión con relación a las necesidades de cada estudiante.

En la investigación de (Jara, Rubio, & Camacho, 2012) titulado unidad didáctica sobre la estructura de la célula eucarionte animal, desde el modelo cognitivo de ciencia de la revista de educación en biología, se propone una unidad didáctica con el fin de desarrollar capacidades en los estudiantes de dar explicaciones científicas de hechos, situaciones o fenómenos y promover la meta-cognición, la idea surge a partir del problema para explicar científicamente observado en los estudiantes. Se trata de una unidad didáctica para el aprendizaje y la enseñanza de la célula eucarionte animal y su estructura para estudiantes de octavo grado.

Se resaltan los procesos de modelización como opciones para entender el aprendizaje como algo que construye cada persona agrupando conocimientos e ideas para realizar un modelo capaz de ser aplicado a contextos y vivencias reales.

(Carrillo, Morales, Pezoa, & Camacho, 2011) (Gagliardi, 1988)Plantean en su artículo La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula una propuesta que explica el porqué de la inclusión de la historia de la ciencia en la enseñanza de la biología; para tal fin, se hizo un análisis en la reconstrucción histórica, y si los conceptos sobre la célula que se exponen en los libros se relacionan con la construcción de la teoría. Este trabajo pone en evidencia a los libros de textos al no ser estos una herramienta con contenidos actualizados que muestren a la célula

como unidad hereditaria de origen, estructuras y funciones de los organelos celulares; solo se muestran conceptos sobre la estructura y función de la célula, contenidos que hacen parte de los aportes realizados en el Siglo XIX. Por lo cual se determina que la actualización de la información en conjunto con la evolución de los conceptos es de gran importancia para mejorar la calidad de la enseñanza y aprendizaje.

En esta propuesta no sugiere cambiar los conceptos establecidos para la enseñanza por contenidos históricos, si no incluirlos y relacionarlos de forma didáctica para lograr comprender cómo se construyen los conocimientos científicos.

Justificación

El aprendizaje de los conceptos científicos que actualmente se exponen han sido abordados con un enfoque tradicional, donde los estudiantes no aprenden o aprenden poco y equivocado, esta enseñanza se remite más al uso de definiciones que no generan aprendizaje para toda la vida es decir solo de momentos, como lo menciona Gagliardi quien argumenta por qué para la enseñanza de las ciencias se debe implementar la historia de las ciencias (1988, pág. 292). Se le considera a esta, una estrategia benéfica para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias que surge a partir de determinados obstáculos de aprendizaje tales como los obstáculos lógicos, epistemológicos y los que surgen de problemas psicológicos y afectivos que además, se hicieron visibles en la mayoría de experiencias pedagógicas en las que se observó que los estudiantes aprenden poco de todo aquello que la escuela quiere transmitirles por medio de la enseñanza de las ciencias.

Por esta razón, este proyecto continua mostrando las importancia de articular las historia de las ciencias al concepto célula por medio de una unidad didáctica, ya que como menciona María Buitrago estas unidades permiten la integración de los componentes conceptuales y metodológicos necesarios para lograr aprendizajes profundos, al tener en cuenta aspectos como ideas previas, representaciones, historia y epistemología del concepto, lenguaje, meta-cognición y motivación (2014, pág. 5), también brinda al docente el poder establecer estrategias para que el estudiante aprenda y deje de lado la repetición de definiciones y así poder determinar obstáculos en el aprendizaje para que el estudiante transforme su conocimiento evitando la memorización de definiciones que se presentan en los textos guías así como también, logrando una comprensión más aproximada al concepto donde logre asimilar las dimensiones sobre las que trabaja realmente, igualmente es un elemento fundamental para construir nuevos conocimientos.

Además de la historia de las ciencias es importante apoyarse en una unidad didáctica que pueda dar respuestas a múltiples incógnitas que se generen a partir del proceso de aprendizaje o apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos que son de gran importancia para el proceso de formación de los estudiantes, procesos que se reflejan en las problemáticas resaltadas como problemáticas en el aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa.

En cuanto a la problemática escogida que gira en torno a las imágenes mentales erróneas se tiene que el poder mejorar o hacer un cambio significativo en los modelos mediante los cuales el estudiantado comprende, brinda explicaciones de sucesos de la realidad y representa acontecimientos es favorable, ya que se comienza a dejar de lado la representación de imaginarios o supuestos abstractos por modelos explicativos, donde los estudiantes tienen la facilidad de manipular comprender y sobre todo acercarse a un mundo microscópico, al evidenciarse la falta de recursos tecnológicos como es el microscopio la modelización juega un papel fundamental debido a que permite al estudiantado crear sus propios modelos explicativos bajos sus propias condiciones de interés y grado de significatividad.

Marco Contextual

La propuesta pedagógica investigativa fue desarrollada con 11 estudiantes del cuarto grado de la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia. Esta sede se encuentra ubicada en la zona rural del Municipio de Popayán con dirección vía a Cali vereda Rio Blanco, sus instalaciones en un principio fueron construidas y diseñadas para ser el centro de reunión de la Junta de Acción Comunal de la zona, sin embargo por medio de gestiones de la comunidad y como necesidad ante la lejanía de un centro educativo público se observa la posibilidad de crear en estos espacios aulas educativas, es así como se realizan los trámites para que la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds ubique su tercera sede Guillermo León Valencia en este lugar.

Pese a ello las instalaciones no son las adecuadas para los estudiantes, ya que presentan problemas de iluminación, precaria ventilación, elevado ruido debido a la circulación vial de la panamericana, falta de instrumentos tecnológicos, materiales didácticos, deserción escolar elevada entre otras.

En la sede Guillermo León Valencia se orientan los grados que van desde transición hasta quinto de primaria, debido al número de aulas disponibles, cantidad de niños, condiciones del plantel y número de profesores los estudiantes deben compartir los salones con estudiantes de otros grados, es decir, en cada salón se brinda educación a dos grados a la vez, distribuyéndose de la siguiente manera: el grado transición están junto a los de primer grado, los estudiantes del grado segundo se ubican con los de tercero y los del grado cuarto están con los estudiantes de quinto.

En cuanto a los profesores se tiene que poseen una amplia experiencia educativa, buscando la manera de llegar a cada uno de los estudiantes, mediante actividades basadas en valores y el

fortalecimiento de la ética personal, la institución cuenta con tres docentes los cuales se distribuyen sus tareas con respecto a la organización de los salones.

Además de los tres salones, en la infraestructura de la escuela se cuenta con restaurante escolar, servicio sanitario, jardín, huerta escolar, biblioteca, sala de informática, algunas zonas verdes y una cancha de fútbol.

Al iniciar nuestra práctica nos encontramos que la escuela no poseía biblioteca, por lo que los profesores debían organizar los libros y sus herramientas didácticas en los salones; la mayoría de herramientas y demás recursos que utilizan para la orientación de sus clases son llevados a la sede por parte de los docentes. En la sala de informática se guarda un televisor y algunas tabletas que no son utilizados con frecuencia ya que los docentes desconfían de sí mismos y de los estudiantes al momento de usarlas ya que pueden llegar a dañarlas, al mismo tiempo no encuentran utilidad de estas herramientas tecnológicas sin conexión a internet.

La escuela está ubicada cerca a la vía principal, lo que hace más fácil la asistencia de los estudiantes quienes en su mayoría son niños de las zonas rurales cercanas como: kilómetro 3 vía a Totoró y mamá lombriz, asimismo se encuentra limitando con negocios pequeños y familiares, lo que genera un aspecto positivo al estar en un espacio sano, donde no se evidencia que problemáticas ambientales, sociales y culturales afecten directamente a la comunidad educativa. En cada grado el número de estudiantes es reducido, con relación al grado cuarto al momento de iniciarse la práctica contaba con tan solo 11 niños, con edades entre 7 y 13 años de edad; el profesor que los orientaba al principio es un egresado del programa de Geografía de la Universidad del Cauca con 16 años de labor docente. Actualmente, el número de estudiantes ha disminuido a siete por la deserción estudiantil y el traslado laboral de los padres de familia. La docente actual encargada de los estudiantes es egresada del programa de licenciatura en

educación básica primaria de la Universidad Javeriana y especialista en lúdica educativa del Infante Castellanos de Popayán.



Figura 1. Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia

Marco Teórico

Biología Celular

(Rodríguez, 2011) Brinda en su artículo una brecha por lo que actualmente se conoce como Biología Celular el cual es el resultado de una evolución antigua que ha sido influenciada por aportes teóricos, técnicos y metodológicos desde diversas ciencias de estudio como la Genética y la Bioquímica. Es significativo el aporte que hizo el desarrollo tecnológico al conocimiento de lo que hoy interpretamos como "unidad estructural y funcional de los seres vivos". En este proceso intervinieron infinidad de autores para llegar a tan claro y sintético concepto actual, entre ellos tenemos:

Tabla 1

Autores contribuyentes a la Biología Celular

AUTORES	APORTES A LA BIOLOGÍA CELULAR
<p>Constantijn Huygens</p> <p>Zaccharias Jansen y</p> <p>Hans Jansen</p> <p>Galileo Galilei</p> <p>Cornelius Drebbel</p>	<p>Inención del microscopio compuesto</p>
<p>Crisóstomo Martínez</p> <p>(1638-1694)</p>	<p>Realiza estudios microscópicos sobre tejidos óseos</p>
<p>Jan Swammerdam</p> <p>(1637-1680)</p>	<p>Hace avances en la descripción de los glóbulos rojos, así como en el reconocimiento anatómico e histológico de insectos y plantas</p>
<p>Leonardo Da Vinci</p>	<p>Crea el lente para facilitar la visión de imágenes pequeñas</p>
<p>Marcello Malpighi</p>	<p>Usa el término "sáculos" para las futuras células que</p>

<p>(1628-1694)</p>	<p>precariamente logra describir, "tubos" a los vasos sanguíneos, su metodología para la época permite la utilización de finas secciones de tejido.</p> <p>Evalúa riñones, descubre los glomérulos, y corpúsculos, explora tejidos de bazo.</p> <p>Profundiza en el mundo vegetal donde encontró unidades estructurales a las que denominó "utrículos".</p> <p>La evolución que generó Malpighi en esta área lo ubica como Padre de la Anatomía Vegetal.</p>
<p>Nehemiah Grew (1641-1712)</p>	<p>Describe estructuras de tallos, frutos, semillas, hojas y raíces</p>
<p>Anton van Leeuwenhoek (1632-1723)</p>	<p>Evoluciona en la microscopía, su instrumento alcanzo a ampliar 270 veces la imagen.</p> <p>Analizó la estructura de tejidos de músculos estriados, cardíacos y bastones de la retina.</p> <p>Evaluó células bacterianas, protozoos y espermatozoides.</p> <p>Profundiza en el estudio de los glóbulos rojos encontrando diferencias de acuerdo a distintos vertebrados analizados.</p>
<p>Robert Hooke (1635-1703)</p>	<p>Introduce, por primera vez, el término "célula" que utiliza en analogía con un panal de abejas que fue observado en un corcho.</p>
<p>a Caspar Wolff (1733-1788)</p>	<p>Describió a sus "glóbulos" como la "fuerza esencial".</p>
<p>Bichat (1771- 1802)</p>	<p>Creador del concepto moderno de tejido, definiéndolo como: "una</p>

	parte homogénea de los territorios orgánicos que muestra una estructura común e idénticas propiedades".
Van Helmont	Desarrolla intentos buscando la generación de ratones por vía espontánea.
Francesco Redi	Propone la idea que la vida necesitaba, para aparecer, inexorablemente de una vida preexistente (biogénesis).
Lázaro Spallanzani	Sienta las bases de la esterilidad.
Lorenz Okenfuss (1759-1851)	Postula el axioma: "los animales y plantas no dejan de ser otra cosa que una vesícula reiterada".
Robert Brown (1773-1858)	Describe el núcleo y su presencia la asume como constante en todos los tipos celulares.
Jan Purkinje (1787-1869)	Incluye el término "protoplasma" a la hora de describir el contenido celular.
Max Schulze (1825-1874)	Describió la célula como una masa de protoplasma con un núcleo en su interior.
Hugo van Mohl (1805-1872)	Es autor de una hipótesis que se ira volviendo fuerte en los científicos "todos los tejidos orgánicos están en realidad formados por células globulosas pequeñísimas, que parecen estar unidas por fuerzas de adhesión simples; por lo tanto, todos los tejidos, todos los órganos animales y vegetales no son sino un tejido celular con modificaciones diversas".
Matthias Schleiden (1804-1881)	Concretaron la declaración formal de los postulados de la Teoría Celular.

<p>Theodor Schwann (1810-1882)</p>	<p>Realizan "Investigaciones microscópicas acerca de la concordancia existente entre la estructura y el desarrollo de los animales y las plantas". Es decir que existe un principio formador para los organismos y este principio son las células.</p>
<p>Jacob Henle</p>	<p>Describe al organismo vivo como una estructura constituida por sustancias químicas ordenadas bajo la forma de células y tejidos.</p>
<p>Robert Remak (1815-1865) Louis Pasteur Rudolf Virchow (1821-1902)</p>	<p>Afirman que todas las células animales proceden de células embriogénicas por divisiones sucesivas.</p>
<p>Walter Flemming (1843-1905)</p>	<p>Descubre lo que denomina cromatinas y el proceso de partición del núcleo al que denominó mitosis.</p>
<p>Edward Strasburger (1844-1912)</p>	<p>Distingue citoplasma y núcleo-plasma.</p>
<p>Wihelm Waldeyer</p>	<p>Identifica los cromosomas.</p>
<p>Camillo Golgi (1843-1934)</p>	<p>Desarrolla la técnica de impregnación cromo-argéntica.</p>

Siguiendo esta secuencia, (Paniagua, y otros, 2007) en el libro sobre Biología Celular dirigido a estudiantes de primer curso de Medicina, Veterinaria, Biología, Farmacia y, en general, de todas aquellas licenciaturas en las que se necesita una buena base de Biología

Celular, con el fin de poder enfrentar disciplinas como la Embriología, la Citogenética, la Histología y la Organografía con una preparación adecuada.

El libro contiene una selección actualizada de los conocimientos de Biología Celular que se consideran como esenciales para la comprensión de la estructura celular y sus procesos vitales. El contenido de este libro no se adentra en aspectos bioquímicos o genéticos, si no en un estudio morfológico con aspectos moleculares a nivel de estructuras.

Este texto está dividido en capítulos, que se estructuran a partir de la forma expuesta, a continuación, mostrando la síntesis del capítulo número 7, el cual fue seleccionado como uno de los más importantes e influyentes para complementar el contenido temático de la propuesta, además de convertirse en marco de referencia para ella.

Matriz extracelular.

Las células establecen relaciones entre sí y también con los componentes del medio en que se encuentran, al que se ha denominado matriz extracelular. En algunos tejidos, como los epitelios o el sistema nervioso central, la matriz extracelular es casi inexistente, pero en otros, como el tejido conjuntivo, el cartílago y el hueso, las células están embebidas en una matriz que contiene:

1. Líquido tisular, que es un filtrado del plasma sanguíneo. (Proporciona oxígeno y alimento a las células. tiene agua y sustancias como glucosa y sales minerales, proteínas plasmáticas y macromoléculas proteicas)
2. Grandes proteínas hidrocarbonadas: glucoproteínas y proteoglicanos.
3. Fibras de dos tipos: colágenas y elásticas. (Las fibras colágenas: el 90% de todo el colágeno en los mamíferos. Está presente en la dermis, los tendones, los ligamentos, el hueso, la dentina, la córnea y el tejido conjuntivo de la cápsula y armazón de muchos órganos). (Las fibras

elásticas están presentes en toda la escala zoológica, desde los cnidarios a los vertebrados, con una estructura y composición bastante conservada. Destacan en el tejido conjuntivo elástico, en algunos tejidos conjuntivos fibrosos y en las arterias. Cuando son muy abundantes dan al tejido un color amarillento)

Degradación de la matriz extracelular.

La destrucción de la matriz acompaña a la emigración de células a través de la lámina basal. Esto ocurre en la salida de los leucocitos de la sangre como respuesta a una infección, en la reparación de heridas o en la emigración de células tumorales por la sangre o la linfa desde su sitio de origen hasta su implantación en otros tejidos (metástasis). Esta degradación es realizada por proteasas, muchas de las cuales pertenecen a alguna de estas dos clases:

1. Metaloproteasas de la matriz: Son sintetizadas y segregadas por fibroblastos, macrófagos, leucocitos neutrófilos, células sinoviales y algunas células epiteliales como reacción ante determinados estímulos en los que median factores de crecimiento.
2. Proteasas de serina: Comprenden diversas enzimas proteolíticas, como la elastasa, la catepsina G, la plasmina y las quininas. Degradan fibras colágenas y elásticas.

Clasificación de las uniones de células entre sí y con la matriz extracelular.

Las células epiteliales se encuentran firmemente adosadas entre sí para establecer una fuerte cohesión. En algunos epitelios, como el intestinal, se observó una estructura compleja, formada por las membranas adyacentes, que se denominó complejo de unión o banda de cierre.

Uniones que sellan el espacio intercelular: unión estrecha.

La porción más apical del complejo de unión, denominada zonula occludens, forma una unión íntima o estrecha, en la que las membranas plasmáticas de las células adyacentes establecen contacto. Esta unión se extiende aproximadamente 1 μm en profundidad y forma un

cinturón alrededor de la célula, por lo que impide el paso de cualquier sustancia, incluso de bajo peso molecular; por ello el paso de estas sustancias ha de ser a través de la membrana plasmática en contacto con la luz. Se considera que estas líneas son proteínas transmembranas específicas, entre las que se encuentran la claudina, que es la más abundante y que difiere de unas uniones a otras, y la ocludina.

Uniones de comunicación (de hendidura o nexos): Las uniones íntimas no sólo en torno a toda la célula sino también en puntos aislados, por lo que se las designó como macula occludens. Así se observaron en endotelios y en el músculo liso. En esas uniones focales no hay realmente un contacto completo entre las células adyacentes, sino unos 2 nm de separación. Estas uniones se conocen actualmente como uniones de hendidura, nexos o acoplamiento.

Unión adherente de la célula con la matriz extracelular: (contactos focales) Muchas células de origen mesenquimático, como los fibroblastos y células musculares lisas, presentan bajo su superficie zonas de anclaje de microfilamentos que, por fuera de la célula, no se anclan a otra célula (que puede encontrarse bastante alejada), sino a la matriz extracelular. Estas uniones son muy similares a los intercelulares adherentes, pues también hay un material denso bajo la membrana en el que se anclan los filamentos de actina y que contiene actinina α , proteína de coronación y vinculina.

Uniones de anclaje de filamentos intermedios: Unión intercelular (desmosoma puntual o macula adherens) El tercer componente del complejo de unión se sitúa a continuación de la zonula adherens y se denomina macula adherens, desmosoma puntual o, simplemente, desmosoma. Estas uniones no forman un cinturón alrededor de la célula, sino una mancha o área aproximadamente circular, de 0.5 a 1 μm de diámetro, cuya doble misión es el anclaje de filamentos intermedios y aumentar la cohesión entre las células vecinas.

Pared celular vegetal: características y componentes.

Las células vegetales presentan, externamente a la membrana plasmática, una pared celular muy gruesa (varios micrómetros), que es básicamente celulósica, aunque también contiene otras sustancias como hemicelulosa, pectatos, proteínas y, a veces, lignina, suberina, cutina, sales minerales y ceras

Componentes: La celulosa, La hemicelulosa, Los pectatos o pectinas, La lignina, La suberina, La cutina.

Estructura: La pared celular comprende tres capas que se desarrollan con la maduración de la célula y que, desde fuera hacia dentro de la célula, son la lámina media, la pared primaria y la pared secundaria. En las células epidérmicas hay otra capa: la cutícula.

La lámina media es la capa más externa de la pared celular. En la mayor parte de los tejidos vegetales, en los que las células están en contacto unas con otras, la lámina media es compartida por ambas células adyacentes. La pared primaria es más gruesa que la lámina media. La pared secundaria sólo está presente en algunos tipos celulares, aunque éstos son muy abundantes, como es el caso de las tráqueas y traqueidas (componentes del xilema) y las esclereidas y fibras (componentes del esclerénquima). Es mucho más gruesa que la pared primaria y sus moléculas de celulosa son más largas.

Cutícula: En la epidermis de las plantas, por fuera de la lámina media, el límite con el exterior lo marca una capa protectora denominada cutícula, que está constituida por cutina.

Intercomunicaciones entre células vegetales plasmodesmos.

Durante la formación de la pared celular se establecen entre las células hijas canales o poros que las comunican entre sí. Estos canales tienen de 20 a 40 nm de diámetro y se denominan

plasmodesmos. Están presentes en todas las células jóvenes y en algunas células persisten toda la vida.

Señales químicas entre células.

Las células reciben estímulos de otras células. Se trata de señales que les indican cómo proceder, por ejemplo, para liberar una secreción ante un estímulo nervioso u hormonal. Estas señales se transmiten mediante moléculas de señalización y actúan como ligandos para las células diana, que poseen receptores para captar estas moléculas e iniciar la respuesta. Las moléculas de señalización pueden clasificarse en tres grandes grupos, de acuerdo con su distribución: neurotransmisores, hormonas y mediadores químicos locales.

Neurotransmisores (señalización sináptica): Son producidos y liberados por las neuronas en la terminación sináptica y actúan sólo sobre la célula postsináptica. La señalización es casi instantánea.

Hormonas (secreción endocrina): Desde las glándulas endocrinas, las hormonas se liberan a la sangre, que las transporta hasta las células diana, a veces situadas muy lejos de las células que segregaron la hormona.

Moléculas de señalización en vegetales: Las células vegetales comparten con las animales muchas de las características de las moléculas de señalización, como la utilización del Ca^{2+} e IP_3 . Sin embargo, los nucleótidos cíclicos (cAMP y cGMP) no son importantes en los vegetales.

Receptores ricos en leucina: En las plantas actúan muchos receptores de proteína quinasas de serinas y treoninas. Estos receptores son diferentes de los de los animales. Los más comunes son los llamados receptores ricos en leucina (LRR), que presentan unas secuencias extracelulares en tándem ricas en este aminoácido.

El Etileno: interviene en la maduración de los frutos. También es una señal de estrés como respuesta a heridas, infecciones e inundaciones. El receptor es un dímero que tiene un dominio extracelular con cobre, al que se une el etileno, y un dominio intracelular. Este último, activado por el etileno, actúa como una proteína quinasa de histidina que activa una secuencia de proteínas MAPK, las cuales, a su vez, inactivan proteínas reguladoras génicas nucleares responsables de la activación de los genes de respuesta al etileno. En ausencia de etileno, el receptor y las MAPK están activas e inhiben las proteínas reguladoras génicas nucleares responsables de la activación de los genes de respuesta al etileno.

Pigmentos fotorreceptores: Las fotoproteínas (término más adecuado que el de fotorreceptores, pues evita que se confundan con las células de la retina) son sensibles a la luz porque llevan anexionado covalentemente un pigmento fotosensible (cromóforo). En los animales la fotoproteína más conocida es la rodopsina.

Ácido salicílico: Otra vía especial de señalización en las plantas, Este ácido, que se produce ante el ataque de microorganismos patógenos, se propaga por la planta y se une a una enzima del tipo catalasa, a la que inhibe. De esta manera, la catalasa deja de destruir ciertas formas de oxígeno que actúan como segundos mensajeros en respuestas sistémicas de las plantas frente a microorganismos invasores.

Referente Pedagógico

Como referente pedagógico se toma a (Ausubel, 1976) con su obra el Significado y la Teoría de Aprendizaje Significativo, donde se considera que el aprendizaje va más allá de un cambio de conducta lo cual origina un cambio significativo en la experiencia, sin embargo, la experiencia humana no solo implica el pensamiento desligado de la afectividad ya que cuando estos dos interactúan en conjunto se logra enriquecer el significado de su experiencia.

En la labor docente es importante tener en cuenta aspectos como: 1) la manera de enseñar de los profesores, 2) la estructura de los conocimientos que conforman el currículo y el modo en que este se produce y 3) el entramado social en el que se desarrolla el proceso educativo, estos aspectos hacen parte del marco psico-educativo, ya que la psicología educativa intenta explicar la naturaleza del aprendizaje en un salón de clase utilizando métodos de enseñanza que cada vez se acerquen a las necesidades del estudiantado.

En esta Teoría el aprendizaje depende de la “estructura cognitiva” entendida esta como los conceptos e ideas que el individuo posee en un campo de conocimiento, sin embargo la prioridad no es saber la cantidad de información que posee el estudiante sino los conceptos y proposiciones que maneje y el grado de estabilidad que demuestren, Ausubel ofrece herramientas meta-cognitivas para conocer estas estructuras con el propósito de mejorar la labor educativa de los docentes evitando caer en la idea falsa de que todo proceso se debe iniciar desde cero es decir sin tomar en cuenta que los educandos ya tienen cierto conocimiento que puede ser aprovechado, entonces se tiene que el aprendizaje significativo se da cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial con el conocimiento que el estudiante maneja en su estructura cognoscitiva es decir que el nuevo conocimiento debe tener relación alguna ya sea por medio de imágenes, símbolos, conceptos o proposiciones, la nueva información se conecta con los denominados sub-subsunores que es el concepto relevante y este a su vez produce una nueva modificación del mismo, un caso contrario ocurre con el aprendizaje mecánico donde no existen subsunores adecuados de tal manera que la información se almacena arbitrariamente sin interacción alguna con los conocimientos pre existentes, en este tipo de aprendizaje existen una asociación pero no lleva a un aprendizaje significativo, sin embargo puede ser necesario en algunos casos es como pilar de fase inicial por ello Ausubel lo denomina como “continuum”.

En otros casos el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje por recepción se dan en la vida diaria por medio de actividades como por ejemplo el juego, cabe resaltar que en el aprendizaje por recepción se muestra el producto final del aprendizaje con el objetivo de que el alumno lo interiorice para un momento posterior en el cual deberá usarlo de nuevo sin embargo para que sea significativo el resultado (tarea o material) debe presentar un potencial significativo hacia los subsunores existentes en la estructura cognitiva, además este necesita un nivel mayor de madurez ya que un niño en la edad de preescolar adquiere concepto y proposición mediante un proceso inductivo, el cual se basa en la experiencia verbal, concreta y empírica, mientras tanto el aprendizaje por descubrimiento el producto final debe ser reconstruido por el alumno con el fin de que reordene la información para lograr ser aprendido significativamente. Por lo descrito se tiene que el aprendizaje cumple con requisitos como:

- Utilizar un material potencialmente significativo esto implica que el nuevo conocimiento se relacione de forma intencional y sustancial con la estructura cognoscitiva del alumno en búsqueda de un significado lógico.
- Cuando el significado es potencial se adquiere un significado psicológico, esto se da mediante los antecedentes necesarios que maneje el alumno y logre relacionar con los conocimientos nuevos.
- Sin lugar a duda el alumno debe mostrar disposición para relacionar de manera sustantiva y no literal el nuevo conocimiento.

En el aprendizaje significativo Ausubel reconoce tres tipos:

- **Aprendizaje de representaciones:** consiste en la atribución de significados a determinados símbolos. “ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios

con sus referentes y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan” (Ausubel, 1976, pág. 46)

- **Aprendizaje de conceptos:** parte de un aprendizaje de representaciones y este se da a través de dos procesos como:
 - **Formación**
 - **Asimilación**
- **Aprendizaje de proposiciones:** va más allá de la simple asimilación.

Modelos Didácticos, Mentales y Conceptuales

En el artículo llamado Didáctica de la ciencia basada en el agente de (Giere, 1999), quien en su apartado didáctica de la ciencia basada históricamente menciona que se estudian procesos científicos que produjeron los resultados que ahora disponemos. Sus procesos cognitivos son claramente relevantes para la historia y por ello, al explorarlos, es conveniente emplear los conceptos y resultados de las ciencias cognitivas.

A partir de la enseñanza y la forma de comprensión de las ciencias en el aula algunos autores han estipulado sus aportes para mejorar estos dos procesos a través de la didáctica y de las relaciones psicológicas con la forma de aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, (Bravo, 2010) hace un análisis de algunos modelos como estrategia didáctica para comprensión de las ciencias experimentales, observando cual es la estrategia más fructífera para la didáctica de estas ciencias.

En este análisis se discuten las ventajas de la noción semántica de modelo para conceptualizar la actual didáctica de las ciencias experimentales como disciplina, didácticas basadas en modelos para apoyar su intervención e innovación.

Seguidamente el autor revisa la producción didáctica en la que se puede reconocer la utilización de esa noción, para sustentar una determinada manera de modelizar en el aula y fomentar la comprensión a cerca de la naturaleza de la ciencia, y pensar sobre las analogías y metáforas.

En el análisis realizado, se plantea que las múltiples definiciones de la noción de modelo son un obstáculo a la hora de aprender su alcance, sin embargo, la idea de modelo ha ido cambiando en la filosofía de la ciencia a través del tiempo. En este artículo se referencian las ideas de (Giere, 1999) , quien relacionó el modelo entre el conjunto de recursos simbólicos que lo definen y el mundo que lo modeliza con el cual mantiene una relación o similaridad; lo que permite pensar, hablar y profundizar sobre el sistema estudiado (maquetas, imágenes, redes, analogías y tablas).

Los sistemas de modelización están siendo utilizados progresivamente por los docentes para mejorar la enseñanza de las ciencias. Los modelos son empleados en las aulas porque permiten trabajar precisamente en la clase para entender el funcionamiento del mundo natural.

Seguidamente, dentro los procesos de comprensión de las ciencias se observan las relaciones entre la ciencia y la psicología de quienes la aprenden; en este caso el artículo Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico de (Pozo & Gomez, 2006) profesor de química y psicólogo, quienes a partir de sus experiencias en la educación deciden unificar sus conocimientos para mejorar la comprensión de los estudiantes en cuanto a la ciencia.

Se afirma que los datos, conceptos y principios aclaran cosas sobre el mundo, pero no es suficiente conocer estos aspectos si no se interiorizan ni se les da sentido, es decir, si no se comprenden esos datos; y en el aprendizaje de tales datos, se observa en la práctica que los

estudiantes no los comprenden según las teorías o los modelos científicos, si no que siguen interpretando el mundo y la naturaleza según los esquemas intuitivos o culturales ajenos a la ciencia. Además, los estudiantes muestran poco interés por aprender la ciencia, y tienen dificultades para aplicar los pocos conocimientos que interiorizan a los problemas cotidianos y su resolución.

Entonces, los autores brindan unas estrategias para mejorar estas situaciones, tales como la renovación de la enseñanza y la participación de los alumnos, pero sobretodo, se plantea que las formas de pensamiento y modelos propios de la ciencia se apoyen en la psicología de los alumnos; se propone el acercamiento entre la ciencia y la mente de los estudiantes, relación necesaria que los profesores de ciencias se apoyen y así se beneficie el saber disciplinar, además que los docentes se pueden ayudar para dar más sentido a su práctica y superar las dificultades que conlleva comprendiendo como aprenden ciencia sus estudiantes para ayudarles a asimilar mejor los conocimientos científicos a través de su enseñanza.

(Moreira, Greca, & Palmero, 2002), en los Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias mencionan que las personas operan cognitivamente mediante modelos mentales, empleando estructuras análogas sobre objetos o eventos del mundo, mientras que los modelos conceptuales utilizados por profesores facilitan la comprensión y la enseñanza de sistemas físicos o fenómenos naturales, es decir que tanto estudiantes como profesores tienen modelos mentales para aprender y enseñar modelos conceptuales.

En la actualidad se sabe que no aprendemos del mundo directamente sino que se aprende mediante representaciones que son construidas en la mente, por lo anterior se toma a los estudiantes como sujetos activos que construyen su propio conocimiento, por tal motivo un aprendizaje significativo se logra cuando tienen la capacidad de recrear esas teorías, de esta

manera las representaciones mentales tomas importancia para ser tema de estudio y beneficioso provecho para profesores en el campo de la educación y un tema de análisis tanto para la psicología cognitiva y la didáctica de las ciencias.

Modelos mentales, proposiciones e imágenes.

En el año de 1983 Philip Jonhson-laird propuso la Teoría de los modelos mentales, sin embargo, se ha dado diferentes representaciones como pre-concepciones y teorías ingenuas de los alumnos, por ello es necesario empezar con aclarar términos si se quiere introducir y comprender de manera adecuada de Teoría de Jonhson.laird.

Se entiende por representación cualquier notación o símbolo que representa algún aspecto típico del mundo exterior o del mundo interior (imaginación) mientras que las representaciones mentales son representaciones internas que ayudan a presentar de nuevo el mundo externo en las mentes y se dividen en analogías y proposicionales, las primeras serian imágenes visuales, representaciones auditivas, olfativas o táctiles y representativas, por otro lado las representaciones proposicionales son tipo-lenguaje que se expresan mediante un “código de máquina” que es propio de la mente, sin embargo Jonhson-laird propone que las representaciones proposicionales no están formadas sino por un lenguaje universal como es el mentales, que en últimos términos son una descripción ya sea verdadera o falsa del mundo a diferencia de lo modelos mentales, que no tiene una estructura sintáctica es decir que son analogías o lo que se percibe o concibe llegando a generar modelos de dos o más dimensiones en algunos individuos con talento.

Con relación a la imágenes Jonhson-Laird menciona que representan ciertas cosas desde un punto de visa en particular (la imagen de huevo frito) es una representación proporcional

susceptibles a continuas transformaciones, con representación de alto nivel parecida a la programación de ordenadores.

Modelos mentales.

Uno de los aspectos esenciales en el razonamiento a través de modelos está en la habilidad para probar cuales quiera conclusiones a las que se llegue usando la construcción de modelos adecuados con el fin de buscar la manera de refutar una conclusión y no sencillamente apoyando con evidencia positiva. Una característica de los modelos mentales es que la construcción se da a partir del discurso compuesto de elementos y relaciones que representan de manera análogo-estructural un estado de cosas específicas por ende tienen un papel simbólico en el modelo mental y su estructura es decir todos los aspectos deben tener función y significado. Al mencionar que los modelos están compuestos de elementos y relaciones se puede decir que, dentro del modelo creado, existen otros modelos que son definidos como la estructura interna del modelo mental.

Existen otros tipos de modelos mentales pues las relaciones y los elementos pueden ser de otra naturaleza ya sean temporales, de identidad o espaciales, para comprender un fenómeno natural se necesitan saber su causa, consecuencias y predecir sus efectos, de la manera que se pueda ser mentalmente manipulado para una mejor comprensión.

Modelos conceptuales.

Serán considerados como aquellos inventados diseñados por profesores los cuales facilitan la comprensión o enseñanza de sistemas físicos o estados de cosas objetos o fenómenos estos modelos son representaciones externas compartida por determinadas comunidades que evolucionan permanentemente el modelo hasta encontrar alguna que los satisfaga, sin embargo así como puede evolucionar puede permanecer porque depende del conocimiento y experiencias

previas generando deficiencias ya sea elementos innecesarios erróneos o contradictorios por ello los modelos mentales pueden ser desechables no implicando que en cualquier momento puedan ser utilizados nuevamente .

Implicaciones para la enseñanza y aprendizaje: modelos mentales y aprendizaje significativo.

Entre fenómenos natural o sistemas de modelo conceptual del sistema o fenómeno natural el modelo mental del mismo, existe cierta distinción entonces al momento que se enseñen modelos conceptuales por medio del aprendizaje significativo implica que el estudiante haga una construcción de modelos mentales, aunque ya tenga una representación del mundo físico de lo que es cotidiano, contruidos por su percepción en la que la experiencia directa con el mundo, también puede memorizar las definiciones, leyes, principios y demás, claramente sin comprenderlo ni entenderlo. Muchos de los estudiantes no consiguen ver aquel conocimiento como parte de un modelo conceptual ello depende a que no tienen el suficiente dominio del conocimiento para realizar una interpretación o no comprenden que el modelo conceptual es una representación de fenómenos o sistemas de tal manera que los estudiantes en clase trabajan con proposiciones aislados de significado. Aunque los modelos mentales pueden ser básicamente proporcionales o imaginativos o una mezcla de los dos, las proporciones están mayor integradas a un modelo, resaltando que si no se relacionan no es posible la formación de un modelo mental, es posible que es aprendizaje de ciencias sea más significativo si su capacidad de modelar es mayor, el aprendizaje significativo como se ha mencionado implica construcción de modelos mentales pasando el foco de la enseñanza hacia el modelaje en ciencias, pero no el mismo que emplean los científicos, es solo una aproximación.

Modelos mentales y resolución de problemas.

No es novedad que los estudiantes intenten descubrir cuál es la fórmula que sirve, cual es la ecuación química correcta. La dificultad de construir modelos mentales a partir del discurso lingüístico que de trasfondo tienen los modelos conceptuales no se manifiesta únicamente en enunciado de problemas ya que el estudiantado no puede tener ese modelo mental que lo aproxime a esa comprensión logrando entender por lo que se les pregunta.

Modelos mentales y prácticas de laboratorio.

En el laboratorio didáctico tradicional de cualquier disciplina el estudiante recibe su equipo una guía y algunas instrucciones, el estudiante debe modelar mentalmente el funcionamiento de los aparatos, el modelo conceptual y el modelo mental de modo adecuado.

Modelos mentales y concepciones alternativas.

Lo que se denomina como estabilidad cognitiva puede considerarse como concepción alternativa, estas pueden ser muy estables, resistentes al cambio, enraizadas, por lo mismo no se pueden considerar como modelos mentales.

Modelos mentales y cambio conceptual.

El cambio conceptual entendido como una sustitución desde las concepciones alternativas hacia las científicas lleva una situación errónea ya que no es una sustitución sino una evolución.

Imágenes y enseñanza/aprendizaje.

Johnson-Laird considera que las imágenes parecen ser más que cosas especiales de los modelos mentales, ya que es más fácil adquirir un modelo de la percepción visual, pero hay quienes operan con modelos básicamente imaginativos.

Modelos Explicativos

En consecuencia, con los modelos mentales se expone la propuesta titulada: Enseñanza-aprendizaje del concepto de célula en estudiantes de básica secundaria, de (Buitrago, 2014) . Esta

propuesta fue realizada para obtener el título de maestría por su autora; se realizó con estudiantes de grado sexto de bachillerato de la institución educativa Leonardo da Vinci de la ciudad de Manizales, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de célula, con ayuda del diseño de una unidad didáctica, ya que estas permiten, según la autora, integrar componentes conceptuales y metodológicos que ayudan a alcanzar aprendizajes profundos; debido a que su estructura está compuesta por ejes y aspectos que tienen en cuenta temas de suma importancia como las representaciones, el lenguaje, las ideas previas, la historia y epistemología del concepto de célula, la meta-cognición y la motivación en el diseño de la unidad.

La metodología de esta propuesta inicia con la aplicación de un cuestionario de 18 preguntas, el cual se realiza con el fin de hacer una exploración de las ideas previas de los estudiantes y con base en ellas se pudo determinar tanto los obstáculos más recurrentes frente al aprendizaje del concepto célula, como los modelos explicativos y su identificación en cada estudiante para dar cuenta del concepto. A partir de estos procedimientos y hallazgos que se llevaron a cabo en el proceso de investigación basado en las unidades didácticas, se logró precisamente reconocer aspectos útiles y necesarios para estructurar el diseño de la unidad que propone la autora.

Esta investigación es de gran utilidad para la propuesta de investigación que se presenta, porque está basada en los elementos conceptuales y metodológicos que aportan las teorías de los modelos mentales y las unidades didácticas para brindar aportes y estrategias a los docentes para la enseñanza del concepto que se está trabajando. Adicionalmente en el análisis de los resultados de la investigación se abordan conceptos y temáticas soportadas conceptualmente con las teorías de los modelos mentales y modelos explicativos, es por esto que es de gran ayuda para esta propuesta a la hora de realizar el análisis de las imágenes mentales y modelos que se encuentren

en los estudiantes por medio del instrumento de indagación. Para el análisis de los modelos explicativos la autora plantea cuatro categorías que son de suma importancia para el posterior análisis de la información recopilada en como los son: Modelo Básico: siendo este el más simple, donde se dibuja la célula como un animáculo o celda y carece de estructura, Modelo Estructural: define que la célula no es hueca, describe la estructura general mas no el funcionamiento, Modelo Funcional: se realiza la estructura general de la célula y relación de la célula con el ambiente y finalmente Modelo de la Teoría Celular: en el cual se realizan procesos más complicados que requieren elaboraciones detalladas en procesos como la división, el material genético entre otros, resaltando que estos modelos no son de su autoría y el aporte principal que surgió de la investigación es el Modelo Estructural Incipiente: siendo este la creación de imágenes de células que aún siguen siendo planas, donde además de plasmar la estructura básica conformada por el citoplasma, membrana y núcleo, se hace el reconocimiento de otros organelos pertenecientes a la célula.

En el proceso de análisis y contextualización se referencia a (Tamayo & Sanmartí, 2002), con su trabajo de investigación realizado en el marco del programa de Doctorado en enseñanza de las ciencias experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona, llamado: Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración; este trabajo se enfocó en el estudio de las representaciones mentales sobre el concepto respiración que tienen estudiantes de 17-18 años en España, esto se realizó con 21 participantes. Para desarrollarlo, se hicieron análisis basados en tres ejes direccionados a lograr un mejor conocimiento de aspectos epistemológicos, ontológicos y cognitivo-lingüísticos de los estudiantes. La integración de estos, logro dar paso a la construcción de representaciones mentales multidimensionales sobre el concepto de respiración por parte del grupo investigador.

- A partir del análisis desde el eje epistemológico se ubicaron los textos escritos por los alumnos según los diferentes paradigmas explicativos de la respiración
- Las principales concepciones de los estudiantes sobre el concepto fueron identificadas gracias al análisis del eje ontológico
- El análisis cognitivo-lingüístico llevo a conocer el tipo de discurso, contenido y coherencia utilizados por los estudiantes.

Los análisis elaborados en el trabajo desde estas tres dimensiones permitieron al grupo investigador identificar los obstáculos que presentan los estudiantes participantes en su estudio, referentes al aprendizaje del concepto de respiración.

Los autores plantean que uno de los principales problemas para la enseñanza y el aprendizaje es conocer cómo los sujetos representan mentalmente su conocimiento sobre la realidad y el mundo, cómo estas se construyen, se re-construirse y como pueden estas cambiar estando inmersos en ambientes cotidianos y en contextos de enseñanza. Estos procesos de representación del conocimiento por parte de los estudiantes son muy importantes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, es necesario identificarlos, describirlos, comprenderlos, pero además de ello, transformarlos para incidir significativamente en los procesos de aprendizaje.

En este artículo, se definen a las representaciones mentales como construcciones hipotéticas que realiza cada sujeto para poder comprender o explicar un fenómeno, son lo que las personas tienen realmente en su mente. La representación de cada sujeto está orientada por sus experiencias previas o por los conocimientos técnico-científicos que posea, y también, por la forma en que se comprende o procesa esta información. Para la construcción de las

representaciones influyen de forma relevante aspectos como el razonamiento, la comprensión del discurso, la percepción visual, la representación del conocimiento y la experimentación.

De estas afirmaciones surge la importancia de comprender las múltiples formas de representación a nivel mental, cómo se realizan los procesos de construcción y como se dan los cambios en esas representaciones; de igual forma es necesario comprender cómo estas son utilizadas por los estudiantes para razonar. Para procesar respuestas a estos interrogantes se realiza el análisis multidimensional mencionado.

Para realizar estos análisis, el estudio se centra en el concepto de respiración celular, el cual, desde su historia, se ha considerado como una condición para la vida y para la conciencia, pasando luego a referirla como un fenómeno molecular sucedido a nivel mitocondrial.

A partir de lo realizado, se lograron identificar diferentes obstáculos que dificultan la comprensión del tema objeto de análisis, el primero hace referencia a la creencia de los estudiantes de que la respiración es básicamente un fenómeno de intercambio de gases; suposición reforzada por su experiencia cotidiana, ya que es un fenómeno explicable macroscópicamente, sin embargo, esta comprensión a través del mundo macroscópico (la respiración vista como intercambio de gases a nivel sistémico), puede explicar un fenómeno que sucede a nivel molecular. Este paso del nivel macro al nivel micro (oxidación, reducción, transporte electrónico, acoplamiento molecular, etc.) puede llegar a ser una dificultad para los estudiantes, pero para evitar el desarrollo de esta, se requiere una profunda comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia; dando importancia al aporte del paso de niveles macro a micro secuencialmente para la comprensión los últimos.

A raíz de lo planteado por los diferentes autores, se concluye que el estudio de las representaciones mentales de los estudiantes, permite identificar distintos obstáculos en el

aprendizaje de las ciencias, pero, su caracterización aporta al conocimiento de los procesos de enseñanza para construcción de procesos de formación y de transformación conceptual de los estudiantes. Además, este estudio multidimensional se convierte en un punto inicial para la orientación de acciones dirigidas a lograr la evolución de los conceptos científicos para lograr alcanzar aprendizajes significativos.

Finalmente, los investigadores recomiendan el reconocimiento de los aportes de las representaciones de los estudiantes para poder integrarlas en los procesos de enseñanza.

Propósitos

Propósito General:

Diseñar una unidad didáctica para modificar las imágenes mentales que tienen de la célula los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia.

Propósitos Específicos:

- Identificar los modelos mentales que de célula tienen los estudiantes del grado cuarto con el fin de comprender qué tanto conocen del tema.
- Contextualizar la unidad didáctica al trabajo con los estudiantes del grado cuarto.
- Implementar la unidad didáctica con los estudiantes del grado cuarto.

Metodología

La presente propuesta pedagógica investigativa se desarrolla bajo una metodología de investigación cualitativa al tener un enfoque investigativo etnográfico, según (Murillo & Martínez, 2010) mencionan que en la investigación etnográfica utiliza como método la investigación cualitativa ya que permite generar descripciones detalladas tanto de eventos, personas, situaciones, comportamientos e interacciones observables, prestando relevancia a los participantes al tener en cuenta las expresiones innatas de pensamiento, creencias, reflexiones, experiencias y actitudes. La investigación cualitativa de manera técnica procura encontrar el sentido que genera la persona sobre dichos actos cotidianos, las ideas que genera antes y después así como también la manera de entender el mundo.

Partiendo de la situación planteada que surge de las dificultades encontradas con relación al concepto célula: ¿Qué cambios se dan en las imágenes mentales que de célula tienen los estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa Carlos M Simmonds sede Guillermo León Valencia, con el diseño de la unidad didáctica?, se desarrollará con una solución hipotética que propone el diseño e implementación de una unidad didáctica construida a partir de la historia de las ciencias en el proceso de aprendizaje de dichos estudiantes como una alternativa en el método de orientación del concepto célula.

Sin embargo, antes de dar inicio al desarrollo de los propósitos específicos se propone una fase de acercamiento con el fin de conocer aspectos que no se tienen en cuenta al ejecutar proyectos investigativos, los cuales están orientados solamente a mejorar aspectos educativos y saber qué tanto aprendieron los estudiantes sobre el concepto a trabajar mas no la calidad de personas éticas y morales que hacen parte de una sociedad. Esta primera fase tendrá como objetivo principal conocer el rendimiento académico en el áreas de las Ciencias Naturales, la

incidencia del aspecto social, familiar, económico y cultural en el aprendizaje y finalmente generar lazos de confianza.

Fase de Acercamiento

En esta fase aún no se realizan actividades relacionadas con el concepto célula ya que lo que se busca es realizar un acercamiento con los estudiantes, identificar aspectos que influyen de manera positiva o negativa en el proceso de aprendizaje relacionado con el entorno escolar, familiar y social.

Tabla 2

Fase de acercamiento

Fase de Acercamiento Primer periodo	Actividades
<p>Propósito: Conocer los aspectos no académicos que influyen en el aprendizaje del concepto y la vida social de cada individuo.</p>	<p>Realizar visitas a la institución. Mantener diálogos con cada estudiante. Observación de la metodología de clase. Caracterizar las actitudes que tienen los estudiantes al momento de la clase. Caracterizar el entorno de cada niño. Dialogar con la docente a cargo, sobre el rendimiento académico de cada estudiante en el área de las ciencias naturales y Realizar una cartelera que contenga el título de la propuesta pedagógica para realizar una familiarización con la propuesta pedagógica investigativa.</p>

Para dar inicio con el desarrollo del propósito específico número uno que es: Identificar las imágenes mentales que tienen los estudiantes de la célula con el fin de comprender qué tanto conocen del tema, categorizar el resultado obtenido y pasar previamente a la relación con la construcción histórica de las ciencias y las dificultades que se tengan sobre el tema para mejorar el proceso de aprendizaje partiendo de sus necesidades, se propone:

Tabla 3

Actividades de la Fase 1

Propósito Especifico 1:	
Identificar las imágenes mentales que de la célula tienen los estudiantes del grado cuarto.	
Fase 1	Actividades
Primer periodo	
Identificación las imágenes mentales que tienen los estudiantes de la célula con el fin de comprender qué tanto conocen del tema.	Elaboración de un diario de campo. Elaboración del instrumento para la recolección de imágenes mentales en los estudiantes. Análisis de la información obtenida con el instrumento.

En la segunda instancia, para trabajar en el propósito específico numero dos: contextualizar la unidad didáctica al trabajo con los estudiantes del grado cuarto, se utilizará fase única con la que se pretende relacionar los modelos mentales que tienen los estudiantes de la célula, obtenidas a partir del propósito número uno.

En esta fase se realizarán los ajustes pertinentes a las unidades didácticas escogidas para luego ser aplicada, el ajuste se hará de acuerdo a las necesidades observadas en los estudiantes especialmente sobre las imágenes mentales que tienen del concepto a trabajar, buscando introducir actividades que les permitan un aprendizaje significativo haciendo uso de los elementos del contexto para no caer en una visión científicista de las ciencias.

Tabla 4

Actividades de la Fase 2

Propósito Especifico 2:	
Contextualizar la unidad didáctica al trabajo con los estudiantes del grado cuarto.	
Fase 2	Actividades
Segundo y tercer periodo	
Contextualización la unidad didáctica al trabajo con los estudiantes del grado cuarto.	Revisar la estructura de la unidad didáctica. Revisar las necesidades que se observaron en los estudiantes de la institución y con relación a ellas ajustar la unidad didáctica.

Finalmente se da inicio a la implementación de la unidad didáctica en donde el trabajo experimental y la enseñanza de las ciencias a partir de su historia y epistemología son la estrategia educativa para entender de mejor manera el concepto de célula. Esto, a su vez permitirá la caracterización de los posibles obstáculos y dificultades para el aprendizaje del concepto célula. Después de culminadas las actividades que sean convenientes para lograr un cambio en las imágenes mentales iniciales se despliega el propósito número tres que es Analizar

los cambios que se obtuvieron en las imágenes mentales de los estudiantes del grado cuarto, cuyo desarrollo será de la siguiente manera:

Tabla 5

Actividades de la Fase 3

Propósito Especifico 3:	
Implementar la unidad didáctica y analizar los resultados del trabajo de la unidad didáctica con los estudiantes del grado cuarto.	
FASE 3 Tercer y cuarto periodo	Actividades
Implementación de la unidad didáctica y analizarla en la práctica.	Implementar la unidad didáctica. Revisión de los diarios de campo Realizar un análisis de los resultados haciendo un estudio comparativo con el fin de conocer si la aplicación de la unidad didáctica realmente contribuye al aprendizaje significativo del concepto célula.

Resultados y Análisis

Fase de Acercamiento

Se realizaron visitas a la Institución Educativa Carlos Mario Simmonds sede Guillermo León Valencia desde el mes de Junio del año 2016, para identificar el contexto tanto interno como externo que la rodea, conocer la planta física y personal que la conforma y determinar los parámetros que se pueden implementar en la institución para la ejecución del proyecto, así como también relacionarnos por primera vez con nuestra población estudiantil, es grato reconocer que la mayoría de los estudiantes no se mostraron indispuestos ante nuestra presencia y muchos de ellos decidieron acercarse y hablar con nosotras, es de esta manera como pasamos a interactuar con los estudiantes por medio del dialogo realizando preguntas de la vida personal y el motivo por el cual habíamos llegado a la institución, se aprovecharon estos espacios de descanso para explicar el motivo y de manera general el proyecto.

Lo que causa curiosidad y realmente llama la atención es el comportamiento que algunos estudiantes manejan fuera del aula en relación con sus compañeros, al momento del recreo, en general son algunos niños (hombres) de los grados cuarto y quinto, quienes manejan actitudes irrespetuosas entre ellos mismos, juegos agresivos y manejo de un lenguaje soez para la edad que tienen.

Posteriormente se pasa a la observación de la metodología de clase empleada por la docente, los niños no son ubicados en líneas, todo lo contrario, ellos se ubican donde se sientan cómodos, a excepción de los estudiantes con disciplina deficiente, quienes son puestos al lado del docente para estar pendientes de ellos y evitar que el estudiante se distraiga de sus labores académicas o distraiga a los demás, en su organización se evidencia que las niñas prefieren compartir entre ellas y los niños no les agrada compartir con las niñas dentro del aula. Con

relación al proceso enseñanza y aprendizaje, la docente se remite a un solo texto guía para dar sus clases en los grados cuarto y quinto de las diferentes asignaturas, hace dictados y algunas manualidades con materiales reciclables, para los estudiantes que terminan las actividades son dirigidos hacia la parte de atrás del aula para que estudien sobre el libro, puedan hacer o pintar los dibujos que en él se muestran e incluso aprender un poco de memoria las definiciones que aparecen ahí, sin embargo la docente no presta atención a cuestiones como la ortografía, vocabulario empleado por ellos, las destrezas al manejar un orden en el cuaderno y mucho menos a las preguntas que los estudiantes realizan así como tampoco la comprensión que el estudiantes va percibiendo de las temáticas enseñadas.

El compartir con los estudiantes en sus recreos, ayudarlos en sus tareas dentro del aula y brindar nuevas ideas para resolver problemas, permitió un acercamiento y hacer una caracterización familiar y actitudinal frente a la clase, para ello se realiza la siguiente tabla:

Tabla 6

Resultados de la Fase de Acercamiento

	Edad, Lugar de residencia y Círculo familiar.	Profesión escogida.	Actitudes frente a la clase.
E7	14 años Rio Blanco	Futbolista	Tiene muy buena disposición y actitud al momento de realizar las actividades, es rápida, le gusta colaborar a sus compañeros que no entienden, es activa en clase y respetuosa.

E5	9 años Entrada a Totoró	Enfermera, pintar uñas, tener una empresa propia	Es muy atenta a la clase, muestra buena actitud, respetuosa con los compañeros en todo momento, buena expresión y un poco de participación.
E3	8 años Rio Blanco Madre	Pediatra	Muestra disposición a la clase, no le gusta que sus compañeros hagan ruidos fuertes, es atenta, participa, creativa, graciosa, tranquila y su participación es poca en las clases.
E4	9 años Rio Blanco Padres	Medica	Muestra buena actitud y comportamiento dentro de la clase, en casos de no entender las actividades pregunta al docente o pide ayuda a sus compañeros, es respetuosa, le gusta la danza, pintar y es muy sociable.
E8	9 años Rio Blanco Padres y tía		Tiene buena actitud frente a la clase, participa en las actividades, se distrae muy rápido, es respetuoso y no le gusta compartir con sus compañeros dentro del aula debido a que llevo nuevo a la institución y fue cambiado porque le hacían bullying.
E9	8 años Mama Lombriz		No presta su atención completa a la clase, se distrae fácil y en ocasiones se dispone a hacer actividades que no se han mandado a

	Padre, abuela y hermana		realizar, sin embargo es respetuoso, amigable y cuando presta atención siempre aprende cosas nuevas
E6	8 El Cabuyo Padres hermanos	No sabe	Tiene una actitud positiva frente a la clase, presta atención, es ordenada con las actividades y un poco tímida para hablar o expresar sus ideas frente a los demás, es muy amable con los compañeros ya que presta sus pocos útiles escolares sin condiciones.
E1	11 años Clarete Padres, abuelo y hermanos.	Policía	Mantiene disposición momentánea en la clase, se queda atrasado, es tímido para participar, es muy educado en valores y tiene buena relación con los compañeros.
E2	10 años Km 3 Padres y hermana	Policía	Muestra buena actitud por momentos, se deja llevar por las influencias disciplinarias de otros compañeros, en esos momentos no quiere hacer nada y muestra completa indisponían y para reflejarlo dice frase muy soeces.
E1 O	10 años La paz Padres y	No sabe	Siempre muestra indisposición ante la clase, la única manera de que haga las actividades es estar al lado de él, hace

	hermanos.		indisciplina, expresa mal vocabulario, no tiene buenas relaciones con sus compañeros, habla mucho clase, no toma apuntes y no participa.
E1 1	11 años Rio Blanco Padres y hermanos	No sabe	Tiene doble disposición ante la clase, participa, pero quiere ser el único, está atento pero forma indisciplina, realiza las actividades pero de mala manera, es respetuoso con los docentes pero grosero con sus compañeros.

De lo anterior, se puede decir que resulta de gran importancia conocer el contexto en el que vive cada estudiante para tener un acercamiento ameno y grato con ellos, además de conocer el ambiente en el que los niños crecen para tener un lazo que brinde confianza, respeto y formas de interacción entre los estudiantes y el grupo investigador. De igual manera, la contextualización de los estudiantes y su ambiente familiar y escolar brinda herramientas para realizar el diseño de la unidad didáctica que se implementará durante el desarrollo de esta práctica pedagógica.

Luego de obtener esta caracterización individual se dialoga con la docente a cargo sobre los desempeños académicos de los estudiantes en el área de las ciencias naturales, del cual, la docente expresa que los estudiantes han tenido buenos desempeños a excepción del estudiante E10 y un estudiante que pierde el año pero no por el área de ciencias naturales, la mayoría de los estudiantes reflejan buena comprensión a los temas orientados cuyo resultado cuantitativamente

es alto en la calificación, aunque la disciplina de algunos no es favorable, lo cual lleva a que la docente descalifique algunos logros.

Para culminar con la fase de acercamiento se realiza una cartelera que contenga el título de la propuesta pedagógica para lograr una familiarización por parte de los estudiantes con la propuesta pedagógica investigativa, además de brindar reconocimiento e importancia a la Institución debido a que no se reseñan propuestas pedagógicas investigativas desarrolladas en ella. A continuación se muestra el resultado.



Figura 2 Cartelera con el título inicial de la propuesta

Fase 1

Elaboración del diario de campo.

Según (Roa & Vargas, 2010) expresan que en la actualidad se debe hacer reflexión sobre la manera indicada de generar espacios que permitan una evaluación considerada en dos sentidos: el primero hace referencia al proyecto curricular como proyecto de investigación y el segundo al desarrollo de los estudiantes en los espacios que han sido propuestos en el currículo, entendida

esta sobre la manera cómo se enseña y aprende, se valida el conocimiento, se da relevancia a las dificultades o fortalezas y su relación ética y política de los estudiantes.

Es de esta manera como el Diario de Campo se da como propuesta, al ser este un instrumento que permite la constante reflexión del currículo y las prácticas que se establecen en él, las posturas tanto epistemológicas como disciplinares de los maestros y una forma de mirarnos de manera individual o colectiva. Además es una herramienta usada por investigadores de diferentes áreas como la biología, geología, arqueología entre otras, con el fin de hacer anotaciones sobre el trabajo de campo ya sea narraciones o dibujos de las observaciones, para la labor docente se vuelve fundamental en el campo disciplinar como el educativo al brindar datos cualitativos y cuantitativos que posteriormente sirven para sustentar o refutar argumentaciones propuestas antes de la práctica, no olvidando que la información puesta debe ser clara y rigurosa.

Siendo el diario de campo indispensable para cualquier naturalista, en las salidas de campo donde el estudiante o docente no tenga registro sería tiempo perdido ya que la memoria es frágil y si algo causo curiosidad con el paso del tiempo se puede perder mientras lo que se ha escrito permanece. Sin embargo, los estudiantes deben aprender a registrar las observaciones subjetivas y de índole científica discerniendo de forma precisa lo percibido por medio de preguntas que le permitan acercarse verídicamente al fenómeno.

En la actualidad se intenta recobrar el interés en introducir diarios en la práctica docente como a los estudiantes para registrar sus observaciones y experiencias prácticas, pero no se puede tomar como una herramienta de simple registro, puede ser tomado desde elementos puntuales que se desean preservar en los recuerdos para en un futuro discutirlos con otros, las anotaciones al tener dibujos, narraciones, descripciones, apreciaciones y comentarios, permiten al estudiante relacionar la ciencia con su experiencia de manera creativa y reflexiva entrando al

proceso de aprendizaje ya que registran de primera mano su conocimiento personal detallado que en la mayoría de las ocasiones logra involucrar una perspectiva emocional, ahora se sabe que las sensaciones son fundamentales para la comprensión profunda y decisiones informadas. En el caso que los estudiantes posean problemas de escritura, comprensión, falta de creatividad estética y demás, el diario se convierte en una buena estrategia para iniciar el fortalecimiento de estos procesos, contribuyendo principalmente al estudiante para que plasme sus propios significados, observaciones y opiniones que son importantes para un investigador etnográfico, que como resultado son muestra de un aporte al desarrollo conceptual, actitudinal y procedimental de los estudiantes, el cual los docente pueden reflexionar sobre este insumo de las formas como se apropia y se construye conocimiento, resaltando las dificultades presentadas, la complejidad de sistemas vivos y las relaciones que se puedan establecer. Como ya se ha mencionado anteriormente, el diario o cuaderno de campo es una estrategia de enseñanza o aprendizaje que remite a que todos los participantes tengan uno y sea utilizado en todas las prácticas, no solo con anotaciones sino con reflexiones y análisis de las observaciones registradas que hayan generado impresiones, sensaciones, sentimiento a los sujetos siendo de gran importancia porque aportan al proceso individual. Tiene como propósito captar por medio de la escritura el pensamiento de los estudiantes y docentes para relacionar lo que se enseña y lo que aprende, reconstruyendo las prácticas, formular nuevas interrogantes e incluso abordar de manera interdisciplinar los temas, al momento de realizar las actividades no se puede olvidar que el trabajo se desarrolla bajo la orientación de ejes curriculares o líneas de investigación.

Es necesario aclarar que cuando se habla de observación no puede ser asumida de forma pasiva donde la información que perciba del entorno será asimilada y posteriormente

memorizada, en realidad el proceso no ocurre de esta manera, ya que las observaciones realizadas se encuentran en un referente conceptual ya estipulado.

La forma de llevar el diario de campo es circunstancial, se utiliza directamente, sin transcribir notas de campo, requiere disciplina y orden, cuidado para no perderlo y rigurosidad, además es un proceso de registro diario aunque no se tenga tiempo, anotando detalles que serían obvios pero que al final pueden resultar valiosos ya que si se sabe del tema, su diario puede servir a otros para llegar al conocimiento de manera personalizada, todo ello para hacer del diario una experiencia pedagógica que lleva al estudiante al escenario de forma involucrada dando a conocer desde sus saberes y sentidos lo que comprende, siendo esta re-significación una experiencia de vida plasmada en palabras o imágenes que recobran movilidad de pensamiento entrando a profundidad a lo que creía conocer y verifica mediante la experimentación, así como también permite al estudiante se sienta libre de registrar lo que para él es importante y tome iniciativa por querer profundizar, desarrollando habilidades como la observación, el análisis al respaldo de teorías, descripciones coherentes y construcción de texto, de tal manera que nos permita reflexionar constantemente sobre la formación para mejorar la acción pedagógica desde una mirada global de la diversidad de diferentes campos que configuran los vivo y sus propias relaciones. Los estudiantes con relación al diario de campo muestran dificultad debido a que no es de su cotidianidad registrar algo diferente a lo que propone o dice la profesora en clase y menos registrar apuntes que no se encuentran en el tablero, restringiéndose a ocupar la mayor parte de la clase transcribiendo, este ejercicio realmente es nuevo para ellos e implicara trabajo hasta que comprendan los verdaderos objetivos de su elaboración y para el proyecto es fundamental al permitir evaluar si se da o no un proceso de aprendizaje con el diseño de la Unidad Didáctica, este diario será tenido en cuenta al final de la propuesta para realizar un

análisis comparativo de los modelos mentales iniciales con los finales, la problemática central escogida, de igual manera se tomará registro fotográfico de algunas descripciones o modelos de otras actividades para realizar el análisis con otros autores.

Elaboración del instrumento para la recolección de imágenes mentales en los estudiantes.

Para indagar las imágenes mentales de los estudiantes de la institución, se aplicó un instrumento con una sola pregunta sobre el concepto célula. Esta pregunta del instrumento fue construida para la obtención de información con respecto al modelo explicativo en el cual se ubican los estudiantes sobre el concepto mencionado, se realiza una sola pregunta porque con ella se enfatiza en lo que realmente se quiere indagar sin especificar qué tipo de célula se desea que los estudiantes plasmen y así llegar a conocer con mayor naturaleza el modelo mental que tienen los estudiantes, con la cual ellos comprenden e interiorizan su conocimiento además de permitirles brindar las explicaciones de fenómenos cotidianos que serían las respuestas que brindan, es decir que la pregunta del instrumento es abierta, ya que cada estudiante podía elaborar su respuesta sin limitaciones de temáticas específicas sobre el concepto, ni de tiempo.

Las respuestas del instrumento fueron realizadas por todos los estudiantes asistentes el día de su implementación de manera individual, y estas a su vez fueron descritas y analizadas en su totalidad. Este análisis se realizó categorizando las respuestas obtenidas según los modelos mentales expuestos por Johnson Laird, referenciados por (Rodríguez & Moreira, 2000) y las categorías a los modelos mentales en la propuesta de (Buitrago, 2014), sin embargo se hace necesario emplear materiales que permitan la elaboración de imágenes tridimensionales ya que las capacidades de los estudiantes a su edad no están tan desarrolladas para realizar trazos que logren una visualización en diferentes planos, aunque pueden existir casos excepcionales hasta el

momento no se han distinguido en nuestra población escogida es así como proponemos utilizar arcilla un material que puede ser manipulado con facilidad por los estudiantes, que no presenta peligro para la salud ni tampoco costos económicos, al emplear esta clase de materiales en nuestra propuesta nos permite acercarnos con más certeza a las imágenes planas o tridimensionales esto debido a que un estudiante puede dibujarla planta en el papel pero representarla tridimensional con los materiales. El instrumento se muestra a continuación.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
LIENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ENFASIS CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
“IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE
DEL CONCEPTO CÉLULA”
TALLER NÚMERO: 1

NOMBRE: _____ FECHA: _____

En este taller encontraras una pregunta, que deberás responder de manera individual y muy creativa según tus conocimientos.

1. Realiza un dibujo sobre cómo te imaginas la célula, cuando lees o alguna persona te habla sobre su historia, partes, funciones, formas, entre otras.



Figura 3 Instrumento para la recolección de imágenes mentales

Análisis de los resultados obtenidos con el instrumento.

Para realizar el análisis se tendrá en cuenta los modelos explicativos propuestos y retomados por María Buitrago los cuales hacen alusión a los modelos mentales de los estudiantes con relación a los modelos propuestos por Johnson laird. También es necesario mencionar que al tener dificultad con relación a la descripción de las representaciones realizadas se emplea un segundo momento de forma individual, en el cual se encuesta al estudiante sobre su dibujo realizado y así poder hacer la descripción ya que de no realizarlo se supondría que todos los

modelos pertenecerían al Modelo Básico debido a que solo se encuentran plasmadas mas no reconocidas, finalmente se emplea un tercer momento al tener las encuestas y las descripciones de los estudiantes completas en donde se realiza el análisis comparativo con los modelos explicativos propuestos.

Tabla 7

Resultados obtenidos con el instrumento

Momento 1 y 2	Momento 3
1. Encuesta	Análisis de las descripciones individuales, comparadas con los modelos explicativos.
2. Arcilla.	
<p>E1.P1</p> 	<p>El estudiante realiza una célula animal plana, y plasma algunos organelos que intenta representar de igual forma, pero no realiza distinción alguna de acuerdo a las estructuras con los nombres, además su imagen es dudosa debido a que tiene parecido con el corazón. En un segundo momento el estudiante realiza una célula eucariota plana donde plasma evidentemente el núcleo de forma central, también el citoplasma e intenta hacer figuras moldeando su creación haciendo alusión a la membrana plasmática, adiciona unos organelos más que podrían ser mitocondrias.</p>
	<p>Estas representaciones se encuentran en el modelo explicativo básico el cual se caracteriza por ser el más simple e históricamente conocido, considerando a la célula como una celda vacía, plana, llena de aire pero limitada con el exterior, aunque es estudiante plasme otros organelos al momento de preguntar por lo que hizo el estudiando no da</p>

	<p>respuesta, sencillamente intenta recordar lo que su profesora le ha enseñado. El trabajo con arcilla confirma que la dimensión es plana.</p>
<p>E2. P1</p>  <p>The image shows a hand-drawn diagram of a plant cell. It features a thick yellow outer boundary representing the cell wall. Inside, there is a blue cytoplasm. A large orange nucleus is positioned in the center. To the left, there are two red, bean-shaped structures representing mitochondria. To the right, there is a wavy black line representing the Golgi apparatus. At the bottom, there are two green, oval structures representing chloroplasts. The drawing is labeled 'Célula vegetal' at the bottom.</p>	<p>El estudiante represento la célula vegetal de la cual podemos identificar estructuras como el núcleo, mitocondria, citoplasma, vacuola, aparato de Golgi, membrana plasmática, pared celular y cloroplastos, adicionalmente hay una representación en forma de “ese” con color negro que no se relaciona coherentemente con alguna estructura de la célula, este ejercicio realizado es bueno en el sentido que reconoce dos de las diferencias principales entre la célula animal y vegetal como lo son la doble membrana, y la presencia de cloroplastos, sin embargo al momento de preguntar sobre la estructura planteada el estudiante reconoce el núcleo, membrana celular y citoplasma, además de mencionar la mitocondria, mas no ubica su estructura en la imagen, es decir que los demás organelos fueron plasmados de acuerdo a la posibilidad que ha tenido de acercarse a ella ya sea por las imágenes de los libros de texto o de la internet, esta representación la hace de forma plana en primera instancia, pero el hecho de ir plasmando e identificando organelos hace que este modelo pertenezca al Modelo Estructural Incipiente ya que plasma la estructura básica de la célula y otros como la mitocondria, pero lo hace incipiente al no poder identificar su estructura, llama la atención en segundo momento debido a que con la arcilla elabora de forma tridimensional la célula animal, plasmando y reconociendo la estructura básica de la célula. Finalmente</p>
 <p>The image shows a 3D model of a cell made from clay. It is a circular, flattened shape with a textured surface. The model has several internal structures, including a central, slightly raised area that could represent the nucleus, and some smaller, rounded protrusions that could represent organelles like mitochondria or chloroplasts. The overall appearance is that of a hand-sculpted, three-dimensional representation of a cell.</p>	

	<p>se puede decir que esta elaboración es un Modelo Explicativo Incipiente tridimensional.</p>
<p>E3.P1.</p> 	<p>La estudiante realiza la célula animal plana en la que representan algunos organelos como el núcleo, nucléolo, aparato de Golgi, lisosomas, mitocondria, vacuola y la membrana celular, este modelo tiene dificultades al momento de elaborar una doble membrana la cual pertenece a la célula vegetal, así mismo se evidencia completo desconocimiento del citoplasma ya que en la imagen se muestra el fondo de color blanco y al preguntar por los organelos que se han planteado en el interior, se muestra desconocimiento por lo que se hizo, e intenta recordar la célula que había realizado meses atrás, se adiciona</p>
	<p>que reconoce un elemento fundamental como es el nucléolo, el cual es poco plasmado y reconocido por la población estudiantil. Es así como este modelo explicativo se ubica en el Modelo Básico debido a que plasma de forma inconsciente la estructura de la célula que es lo mismo que considerarla como una estructura limitada con el exterior. En la segunda actividad con arcilla la estudiante trabaja con la compañera E4 donde elaboran una célula animal, plasmando la estructura básica y de forma plana. Es decir que es un Modelo Básico Plano.</p>

<p>E4.P1</p> 	<p>La representación realizada pertenece a la célula vegetal, aquí podemos evidenciar la membrana plasmática, la gran vacuola central, cloroplasto, mitocondrias, peroxisoma y aparato de Golgi, presenta una serie de necesidades como lo es el reconocimiento de la doble membrana característica principal de esta célula, además el citoplasma no es reconocido al dejarse en blanco llevando a cuestionar que la estudiante no entiende, desconoce o deja de lado la importancia del mismo para el mantenimiento de la célula en general y el núcleo especialmente, con la ausencia de este podríamos considerar que la estudiante plasmo una célula procariota pero al preguntarle por esta hipótesis expresa no saber que es “procariota”. Este modelo explicativo es básico ya que no reconoce ninguna estructura de la célula, además de ser plano es así como al momento de realizarla la estudiante expresa que no recuerda lo que le enseñaron porque fue hace mucho tiempo y que “eso” es difícil. En la segunda actividad trabaja de forma grupal con la estudiante E3, donde realizan la célula animal de forma plana, plasmando la estructura básica de la célula, es decir que estas representaciones pertenecen a un modelo explicativo básico plano.</p>
	

<p>E5.P1</p> 	<p>Realiza la célula animal con algunos organelos como la membrana celular, mitocondrias, citoplasma, núcleo, nucléolo, aparato de Golgi y algunas estructuras que podrían ser el retículo endoplasmático liso, además encontramos un elemento con el cual no se haya relación en la estructura general de la célula como la línea en zigzag de color negro.</p> <p>Esta representación pertenece al modelo explicativo básico incipiente ya que plasma y conoce la estructura básica de la célula (membrana celular, núcleo y citoplasma) adicionalmente nombra organelos como la mitocondria y vacuola pero las sitúa en organelos diferentes, de tal manera que no establece relaciones con las estructuras conduciendo a equivocaciones, sin embargo es fundamental ya que no considera la célula como una celdilla vacía que solo está limitada con el exterior, sabe que tiene otras “cosas” que la conforman. Asimismo la representación plana que realizo en la hoja intenta ser plasmada con el material de clase donde también representa una célula animal de forma plana nuevamente.</p>
	
<p>E6.P1</p> 	<p>El dibujo que ha deseado realizar es sobre la célula animal, la estudiante no identifica ninguna estructura en el papel y al momento de preguntar por ellas tampoco las menciona, pero plasma la membrana celular, núcleo, nucléolo, mitocondria, peroxisoma y vacuola, muestra inseguridad en cuanto a la creación debido a que no fue obra propia sino que parte de observaciones realizadas de otros estudiantes,</p>

Retirada	muestra dificultad en la existencia y reconocimiento del citoplasma, las diferencias de membranas entre células y las demás estructuras poco comunes, su dibujo de la célula animal pertenece al modelo explicativo básico al no identificar su estructura. Para el segundo momento la estudiante ya no se encuentra vinculada a la Institución.
E7.P1. 	<p>La estudiante decide realizar una imagen sobre la célula vegetal de forma plana, pero muy bien estructurada debido a que plasma y reconoce las estructuras como la pared celular, membrana celular, núcleo, nucléolo, cloroplastos, citoplasma, aparato de Golgi, pero menciona que esta célula tiene muchas vacuolas y alguno retículos cerca del núcleo además de decir que son los cloroplastos quienes realizan o permiten que los vegetales sean verdes, con esta información claramente este modelo asciende en su complejidad a la hora de representarlo ya que se van relacionando algunas funciones de los organelos y se reconoce algo más que la estructura general, es decir que esta imagen pertenece al modelo estructural donde el estudiante ya no considera ni por equivocación la célula vacía, hace mención de otras estructuras relacionándolas correctamente con las planteadas, pero no pasa a ser funcional a pesar de nombrar inconscientemente la clorofila ya que no comprende que esto se debe a un intercambio con el exterior lo que lleva a deducir que fue una definición que involucro la memoria.</p>
Retirada	
E8.P1	La representación de la célula animal es plana donde plasma la

	<p>membrana celular, la mitocondria, el núcleo, y el aparato de Golgi, de esta imagen se desconocen las dos estructuras restantes, además de la no identificación de ninguna por parte del estudiante lo que lleva a deducir que este Modelo es Básico y como segunda actividad elabora una célula plana con muchos núcleos, lo cual no es correcto, pero por otro lado podría ser una célula procariota para ello se le preguntó al estudiante quien manifiesta que es una célula animal.</p>
	
<p>E9.P1</p> 	<p>Realiza una célula animal junto a orgánelos como la membrana celular y mitocondrias, pero denota confusión con su dibujo ya que el centro puede dar una relación con la célula, pero su parte exterior no se logra asemejar con la estructura externa de alguna e incluso se puede llegar a pensar que la imagen está asociada a algunas partes del corazón, como es de notar la similitud encontrada por parte del estudiante E1 Y E9 quienes en el momento de la actividad se realizaron cerca pero esto no con el fin de complementarse sino de que tenían dificultades para la elaboración y sencillamente alguno decidió plasmarla de esta manera y el otro también lo hizo, esta dificultad fue evidenciada al momento de preguntarles por lo que habían dibujado, preguntas a las que no sabían dar respuesta, es así como llegamos a que este modelo explicativo es básico, pero en un segundo momento elabora de forma tridimensional una célula animal que sí parece célula</p>
	

	<p>con un núcleo mayor definido, una membrana elaborada en su contorno y mitocondrias, lastimosamente no las identifica quedando en básico tridimensional.</p>
<p>E10.P1</p> 	<p>Según la estructura realizada por el estudiante, logra plasmar adecuadamente la membrana celular, así como también otros organelos que podrían ser el núcleo, la mitocondria, los lisosomas y el aparato de Golgi pero su estructura no es adecuada, lo que lleva a clasificar este modelo como básico al presentar estructuras inadecuadas de los organelos, desconocimiento completo del estudiante por lo que plasmó y la no identificación sobre la célula plasmada.</p>
<p>RETIRADO</p>	
<p>E11.P1</p> 	<p>Su representación es de la célula animal, la imagen que realiza es plana, pero plasma en ella el núcleo, la membrana celular, la mitocondria, vacuolas, lisosomas y el aparato de Golgi. El estudiante solo reconoce la estructura básica de la célula, mencionando que el principal organelo es el núcleo ya que es quien da las órdenes a la célula. Se muestra la necesidad de dar a conocer las diferencias con otras células, mejorar en la importancia del citoplasma para que no sea tomado en cuenta como simple elemento que está ahí pero que no hace nada y claramente en la elaboración de estructuras más adecuadas, este modelo es incipiente debido a que comprende a la célula como una unidad que no se encuentra vacía además de elaborar otras estructuras, para el segundo momento se evidencia que la dimensión es plana nuevamente pero sigue mencionando la estructura básica.</p>
	

Los dibujos realizados por los estudiantes a partir de la pregunta número uno y la actividad dos con arcilla demuestran que en su mayoría (siete estudiantes de once) se encuentran en el Modelo Explicativo Básico-Plano el cual según María Buitrago es el más simple, considerando la célula como una celda plana que carece de estructuras internas y que se encuentra limitada con el exterior, las imágenes planteadas son relacionadas con las de un “huevo frito” (2014, pág. 50). Aunque logren representar estructuras con diversos organelos los estudiantes (E1, E3, E4, E6, E8, E10 y E11) plasman la estructura pero no las identifican, recordemos que la descripción realizada en la columna derecha es hecha por parte de la investigadoras junto con algunos aportes de la interacción habida el día del taller ya que ninguna de las imágenes fue descrita por los estudiantes, esto hace que no pertenezcan a otro nivel de modelo explicativo. Dentro de esta clasificación es de recordar casos tales como: el estudiante E9 quien en su representación plasma mas no identifica la estructura que realizo, sin embargo en su segunda representación hace alusión a un modelo tridimensional, es así como se clasifica en el modelo explicativo básico-tridimensional. De las imágenes presentadas se hace evidente según (Diaz & Jiménez, 1996) el reconocimiento de algunas estructuras como es el caso del núcleo y la membrana celular, dejando de lado la importancia o la existencia del citoplasma, como también la existencia de células procariotas, esto debido a la influencia que tiene los libros de texto utilizados por los docentes para su enseñanza donde muestran la célula circular o pentagonal, haciendo alusión solo a la animal y vegetal con un núcleo central definido y organelos que parecen no tener relación los unos con los otros. Al observar que ninguno de los estudiantes realizo una estructura haciendo referencia a los nombres de los organelos o su correcta ubicación, ni mostraron de forma gráfica la representación del citoplasma, se demuestra que no se tiene una concepción clara de la estructura de la célula, ni de la relación existente entre los organelos, ni del

funcionamiento de ellos. Además, algunos estudiantes no tenían imágenes mentales claras para poder representarlas, por esta razón se veían obligados a buscar información recolectada de forma memorística o acudían a la ayuda de sus compañeros para poder realizar la actividad, algunos tuvieron la necesidad de copiar modelos de sus compañeros y como prueba de ellos mirar la similitud entre las imágenes de los estudiantes (E11-E10), (E9-E1) y (E2-E5).

Dentro de la clasificación básica encontramos una subcategoría denominada Modelo Estructural Incipiente la cual según su autora además de plasmar la estructura básica de la célula, se hace reconocimiento de otros organelos celulares, pero se convierte en incipiente al no nombrarlos, no representar su estructura de forma correcta, ni tampoco su ubicación (2014, pág. 62), esto es lo que sucede con la estudiante E5 quien identifica la estructura básica de la célula pero muestra confusión a la hora de identificar correctamente la vacuola y la mitocondria adicional elabora con arcilla una imagen plana lo que lleva a complementar y categorizar este modelo como Modelo Estructural Incipiente-plano. Según (Díaz & Jiménez, 1996, pág. 192), referencian que las concepciones que tienen los estudiantes sobre la célula son alejadas o pobres en cuanto al contenido y composición celular, repercutiendo en que las representaciones mentales no sean claras y por ende proyectando imágenes mentales erróneas, esto puede darse ante la falta de conocimiento con relación a las estructuras científicas como también ante el funcionamiento de la célula. Igualmente encontramos el caso del estudiante E2 quien plasma y reconoce la estructura básica de la célula pero al momento de ubicar la mitocondria lo hace sobre el aparato de Golgi, lo que lo hace incipiente, la caracterización de este modelo se diferencia del anterior, debido al segundo momento donde se trabajó con arcilla lo cual tuvo como resultado una imagen tridimensional es así como esta representación es categorizada como Modelo Estructural Incipiente-tridimensional.

El siguiente es el Modelo estructural (Buitrago, 2014, pág. 54), menciona que no se considera la célula como hueca pues asigna a la célula sus estructuras principales (membrana, citoplasma, núcleo) además de otros organelos, este modelo se observó en una representación que corresponde a la estudiante E7, quien realiza la célula vegetal de forma completa, en un momento fue considerada como básica debido a que no mencionaba en el papel las estructuras que había realizado, pero al preguntarle muestra que si hay coherencia con lo que hizo, además nombra otros organelos de la célula fuera de los básicos, pero aún no encuentra la relación que tienen estos en cuanto a su existencia y el funcionamiento celular. Hasta el momento se muestra que existen fuertes necesidades en el estudiantado que no permiten una comprensión mayor elaborada del concepto y por ende futuras complicaciones para la reconstrucción de nuevos conocimientos.

De los resultados obtenidos se puede concluir que la mayoría de los estudiantes han creado una imagen mental plana de la célula, la cual está principalmente relacionada con la información orientada por parte del docente que en la mayoría de los casos tienden a utilizar como fuente de enseñanza los libros de texto y las guías escolares, donde se muestra la célula de forma plana, estática y sin relación, esto ya que al momento de realizar el taller los estudiantes hacían comentarios con relación a no recordar lo que la profesora les había enseñado meses atrás, o cuando se preguntaban entre compañeros algunos mencionaban que la hiciera como aparecía en el libro, impidiendo de cierta manera el cambio hacia nuevas imágenes mentales al encontrarse condicionados por los textos guías. También (Mengascini, 2006, pág. 4), menciona que al preguntarse a estudiantes y docentes sobre los componentes fundamentales de todas las células, es frecuente la mención del núcleo y la omisión del citoplasma. De este modo, por un lado, se deja sin considerar la existencia de las células sin núcleo definido (como las procariotas); por

otro, parece concebirse la existencia de células “huecas”, esto se ve reflejado en las imágenes realizadas por los estudiantes debido a que la mayoría reconocen la existencia del núcleo y es quizá lo primero que dibujan, de esta manera no encontramos la representación de ninguna célula procariota, así como también la falta de representaciones e importancia de células nerviosas, epiteliales, sanguíneas entre otras debido a que en la educación básica se hace mayor énfasis en las células animal y vegetal creando el imaginario en que son las más representativas e importantes, impidiendo al estudiante crear relaciones sobre los acontecimientos reales o de la vida cotidiana que le suceden a los seres vivos con las funciones de la célula.

Fase 2

Revisar la estructura de la unidad didáctica.

La Unidad Didáctica de (Rivera, 2011, pág. 123) surgió como producto de una ardua investigación tanto de revisión histórica del concepto, como análisis del plan de estudios, textos escolares y de las necesidades de los estudiantes para quien es de gran beneficio al momento de profundizar en conocimientos como la célula y los seres vivos por medio de la articulación de los estándares e implementando estrategias didácticas, ya que recoge elementos centrales desde la historia de las ciencias que demarcan gran importancia para poderlos relacionar con las ideas previas que manejan los estudiantes permitiendo superar las dificultades encontradas en el concepto y organizando de forma adecuada el contenido disciplinar, resaltando que lo que se busca es dar valor pedagógico a la construcción histórica del concepto.

Parte de unos ejes encontrados es los referentes como: las ideas de la Teoría celular quedan reducidas de manera general perdiendo el sentido, la célula es aprendida desarticuladamente y la biología de por sí tiene sus propios obstáculos. Posteriormente pasa al plan de estudios de la institución, del cual se extraen temas relacionados con la célula de los grados cuarto y quinto

como por ejemplo: células animales, células vegetales, función de nutrición, respiración, reproducción entre otras, para relacionar los ejes encontrados con los problemas centrales identificados.

Como estrategia didáctica propone el trabajo experimental desde (Hodson, 1994, pág. 300) quien sustenta que la práctica en el laboratorio alcanza destrezas para la enseñanza superior, donde el trabajo sea analizado de forma crítica, introduciendo el microscopio como elemento tecnológico importante para que el estudiante tenga un acercamiento personal de estructuras que no son visibles ante el ojo humano, implementando observaciones que poco a poco vayan aproximándose a las dimensiones micro para obtener el adecuado funcionamiento del mismo, recopilar las imágenes mentales que tienen los estudiantes, hacer observación de agua de charca y volver a elaborar dibujos sobre la célula para evidenciar los cambios ante la implementación del microscopio. Con relación a las actividades planteadas menciona que sea significativa y ello se logra por procesos de observación.

La modelización permite trabajar una visión plana de célula en donde se denotan confusiones, falta de bases conceptuales y sobre todo la falta de construcción de modelos tridimensionales para mejorar el modelo a escala real de la estructura vital del organismo.

Además se toman en cuenta ciertas fases, para elaborar un modelo mental inicial recobrando importancia establecer relaciones entre los elementos como lo son las analogías, comprendiendo en primer lugar qué es una analogía, ya que estas permiten buscar experiencias que pasarían a ser significativas al plasmarlas de la manera más conveniente desde una idea no tan alejada del contexto que frecuentan, pasando a ser útiles al mejorar la asimilación de ideas previas, entendiendo el fenómeno/concepto, se prosigue a socializar las diferentes representaciones, escogiendo la adecuada según criterios propios y finalmente la sustentación del

por qué hizo la célula de esa manera, provocando un dialogo ameno entre los estudiantes y el profesor.

Finalmente se presenta la Unidad Didáctica, la cual tiene en cuenta los siguientes parámetros: las preguntas movilizadoras, son la que recogen planteamientos que indagan sobre la vida siendo del pensamiento biológico se intentan resolver en la escuela al tener los contenidos o conceptos implícitos y partiendo de los obstáculos que se tenían en la época; los conceptos que emergen de las preguntas se organizan secuencialmente de tal manera que se logre dar solución al problema manteniendo la coherencia en relación con los vivo. La secuencia lógica que se plantea es partir de lo micro con la introducción del microscopio, pasando por la célula, los seres vivos y su calificación, adquiriéndose la célula como unidad fundamental; las estrategias didácticas se encuentran fundamentadas desde la experimentación, modelización y analogías como complemento de actividades donde se logre desarrollar los conceptos y contenidos; por último los desempeños se retoman desde los estándares básicos de competencia. Con los elementos anteriormente mencionados el autor propone la siguiente unidad didáctica:

Tabla 8

Unidad didáctica tomada para la enseñanza o aprendizaje del concepto célula (Rivera, 2011)

Preguntas movilizadoras	Conceptos	Estrategias Didácticas	Desempeños
¿Cómo es el mundo micro?, ¿Quiénes lo	Microscopio (reseña histórica) Lentes	Conocimiento y manejo del microscopio. La historia como relato	Identifico el microscopio como un avance tecnológico para la

<p>conforman?,</p> <p>¿Cómo observarlos?,</p> <p>¿Para qué sirven?</p>	<p>El mundo micro (Microorganismos)</p>	<p>Trabajos prácticos</p> <p>Manejo de lentes y lupas</p> <p>Construcción del microscopio</p>	<p>observación del mundo micro.</p> <p>Construyo a través de lentes un microscopio.</p> <p>Relaciono el mundo micro con el macro.</p> <p>Entiendo la vida tanto en microorganismos como en organismos macro.</p> <p>Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.</p> <p>Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas.</p> <p>Diseño y realizo experimentos para dar respuesta a preguntas.</p> <p>Propongo respuestas a mis</p>
--	---	---	--

			<p>preguntas y las comparo con las de otras personas.</p> <p>Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</p> <p>Comunico oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.</p>
<p>¿Qué es un ser vivo?, ¿Qué caracteriza a los seres vivos? ¿De qué está conformada la vida? ¿Qué diferencia lo vivo de lo no vivo?</p>	<p>Ser vivo</p> <p>Características seres vivos</p>	<p>Observación del mundo macro</p> <p>Recolección de objetos y seres vivos</p> <p>Descripción y elaboración de dibujos</p>	<p>Diferencio seres vivos de objetos</p> <p>Caracterizo un ser vivo</p> <p>Observo el mundo en el que vivo.</p> <p>Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.</p> <p>Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi</p>

			<p>entorno.</p> <p>Propongo Explicaciones provisionales para responder mis preguntas.</p> <p>Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas.</p> <p>Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</p> <p>Comunico oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.</p>
<p>¿Por qué la célula es estructural en los seres vivos?, ¿Cuál es su papel respecto a la vida? ¿Qué es capaz de realizar</p>	<p>La célula unidad básica de seres vivos</p> <p>Formas</p> <p>Tamaños</p> <p>Organismos unicelulares y</p>	<p>Cuento “Erase una vez la célula”</p> <p>Trabajos prácticos</p> <p>Observaciones al microscopio de microorganismos</p> <p>Observaciones en célula</p>	<p>Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos.</p> <p>Identifico los niveles de organización celular de los seres vivos.</p> <p>Reconozco la célula como unidad propia de los seres</p>

<p>la célula?, ¿Cómo se organizan en el cuerpo?, ¿Qué formas tienen? ¿Cuál es su tamaño?</p>	<p>pluricelulares Funciones celulares Respiración Digestión Circulación Excreción Reproducción Microorganismos Célula animal y vegetal Caracterización y diferenciación.</p>	<p>animal y vegetal Observaciones del huevo como célula visible Analogías Célula-fabrica Célula Habitación Célula edificación Modelización 3D Construcción en plastilina</p>	<p>vivos Comprendo las funciones celulares Relaciono las funciones celulares con las del organismo Articulo las funciones de la célula con su estructura Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y</p>
<p>¿Por qué se clasifican los seres vivos?, ¿Cómo se clasifican?, ¿Para qué sirve la clasificación?-</p>	<p>Clasificación de los seres vivos: Reino Procariota, Reino protista, Reino Fungí, Reino vegetal, Reino animal</p>	<p>Salidas de campo Trabajos prácticos (laboratorio modelización)</p>	<p>Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos ...)</p>

Revisar las necesidades que se observaron en los estudiantes de la institución y con relación a ella ajustar la unidad didáctica.

La propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula parte de sus antecedentes revisados con relación al problema de investigación y de los referentes conceptuales abordados de la historia y epistemología del concepto célula para encontrar unos ejes centrales que posteriormente desarrollara. Los antecedentes y problemas encontrados pertenecientes al contexto de los estudiantes de cuarto y quinto de la Institución Real Colegio San Francisco de Asís.

De igual manera la propuesta como producto de la investigación y del desarrollo del diseño metodológico se convierte en una alternativa para la enseñanza del concepto célula, sin embargo para orientarlo en el contexto donde se encuentran los estudiantes de la institución, es pertinente realizar una modificación a la estructura de la unidad didáctica, teniendo en cuenta las particularidades de los estudiantes, sus necesidades como: mayor experiencia en cuanto a la observación de la célula ya que su único acercamiento ha sido en los libro de texto o la internet, con relación a los organelos ellos mencionan que son muchos y se les dificulta relacionar bien las estructuras con los nombres, es decir mejorar el lenguaje científico, no solo representar las estructuras de la célula animal o vegetal ya que hay un completo desconocimiento de las células procariotas, presentar modelos donde la célula tenga movimiento para evitar la concepción de que la célula posee un núcleo central definido y por ende el núcleo si y solo si está en el centro, conocer la importancia vital que tiene el citoplasma al considerarse que este solo se encuentra en la célula sin ninguna finalidad o en otros casos no hay reconocimiento, mayor modelización de las estructuras de forma tridimensional tanto procariotas como eucariotas; esta necesidades son

tenidas en cuenta en la unidad con la creación de nuevas actividades que impliquen modelización y observación de mundo micro haciendo uso del microscopio, la primera permite elaborar con diferentes materiales imágenes tridimensional más cercanas a las propuestas por la comunidad científica y la segunda evitar trabajar con imaginarios así como identificarla en la vida real, lo que permite mayor comprensión de la estructura, también se tuvo en cuenta las situaciones problema que se plantean en su entorno de aprendizaje como las dimensiones macro y micro, las imágenes mentales erróneas, la enseñanza a través de las definiciones sin tomar en cuenta la historia de las ciencias, la relación entre organelos y la complejidad del concepto; lo cual permitirá superar las dificultades conceptuales que los estudiantes tienen sobre célula de igual manera, la contextualización de la unidad didáctica se articula a los referentes con los cuales la institución se guía, que son los Estándares básicos de competencias en Ciencias naturales. A raíz de lo anteriormente mencionado se han realizado los siguientes cambios:

Modificar las dimensiones macro y micro.

Según la estructura planteada se estipulan los contenidos como estrategia para dar respuesta a las preguntas movilizadoras y articular el conocimiento: Es así como la secuencia lógica que se construye parte del mundo micro (conocimiento del microscopio) para pasar al mundo macro, conceptualizar que adquiere la categoría de vivo para entender la célula como unidad fundamental para que finalmente se puedan clasificar los seres vivos en reinos (Rivera, 2011, pág. 122). Para hacer posible la contextualización de la unidad didáctica se debe modificar esta estrategia, implementándola de forma distinta; se debe desarrollar los contenidos partiendo desde el mundo macro, para secuenciar su desarrollo hasta el mundo micro; con relación a esto, se coincide en que el paso del nivel macro al micro (celular, mitocondrial y molecular) es una de las más grandes dificultades a superar por los estudiantes y de acuerdo con esta perspectiva teórica,

un modelo mental es un estado de cosas que desempeña un papel representacional o análogo directo; su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondientes con el mundo. En la construcción de los modelos mentales influye la percepción visual, la comprensión del discurso, el razonamiento, la representación del conocimiento y la experticia. (Tamayo & Sanmartí, 2002)

Estos autores realizaron un trabajo investigativo en el cual lograron identificar diferentes obstáculos que dificultan la comprensión del tema objeto de respiración, el primero hace referencia a la creencia de los estudiantes de que la respiración es básicamente un fenómeno de intercambio de gases; suposición reforzada por su experiencia cotidiana, ya que es un fenómeno explicable macroscópicamente, sin embargo, esta comprensión a través del mundo macroscópico (la respiración vista como intercambio de gases a nivel sistémico), puede explicar un fenómeno que sucede a nivel molecular. Este paso del nivel macro al nivel micro (oxidación, reducción, transporte electrónico, acoplamiento molecular, etc.) puede llegar a ser una dificultad para los estudiantes, pero para evitar el desarrollo de esta, se requiere una profunda comprensión de la naturaleza corpuscular de la materia; dando importancia al aporte del paso de niveles macro a micro secuencialmente para la comprensión los últimos.

Concluyen que los modelos explicativos que construye cada estudiante es referenciado e influenciado por la percepción del mundo a través de los sentidos, en este caso de lo que pueden observar cotidianamente, de acuerdo a esto, la experiencia cotidiana junto a la percepción de lo observable puede ayudar a explicar fenómenos y procesos que sean de niveles microscópicos, y de esta manera ayudar al estudiante a comprender secuencialmente los niveles macro y microscópicos.

De acuerdo con esto, primero se iniciará trabajando los seres vivos, sus características y su clasificación para adquirir el concepto de lo que se categoriza como vivo para luego entender que la célula (el mundo micro) hace parte fundamental de ello.

Modificación en la estructura de la propuesta didáctica (preguntas movilizadoras, conceptos, estrategias didácticas y desempeños).

Las preguntas movilizadoras son reemplazadas por las dimensiones de macro a micro además de ir acompañadas con una pregunta retomada del instrumento de ideas previas de (Buitrago, 2014, pág. 44), el cual será el indicador, referenciando el avance de los cinco modelos explicativos, los cuales se relacionan con los modelos mentales que se indagaron en el propósito específico número 1, de tal manera que sirva como indicador de cambio positivo o negativo de las ideas previas que se recopilaron.

Con relación a la casilla de conceptos se encuentra que está orientada de manera general y no se mencionan los conceptos que realmente se aprenden y que componen a la dimensión principal, es por esto que se ve la necesidad de especificar todos los temas que se abordaran para tener claridad sobre ellos y comprender que cada ser un sistema que se compone por otros elementos que son importantes abordar para el momento de llegar a la última dimensión se conecte el concepto aprendido con la célula como unidad básica estructuran y funcional, causante de los procesos que se pueden observar como simples.

Pasamos a las estrategias didácticas, en esta casilla los cambios realizados integran algunas actividades que referencian los modelos mentales que se quieren alcanzar con la aplicación de la unidad; es decir, estas actividades van encaminadas como estrategias para llegar hasta la construcción de modelos mentales más elaborados, por ejemplo introduciendo aspectos de práctica y modelización, adicionalmente se retiraron actividades que van relacionadas con

elementos tecnológicos con los cuales nuestra Institución no cuenta. Con respecto a lo anterior, es necesario tener en cuenta que las prácticas de laboratorio sobre observación de la célula no se podrán realizar con los instrumentos necesarios para una observación adecuada, es por esto que se implementará el uso del microscopio artesanal que se construirá. Además de incluir actividades de observación del medio cotidiano en el que se desarrollan los estudiantes y observaciones en el microscopio artesanal, de acuerdo con esto se cita a Pujol, quien plantea que con frecuencia en la educación infantil y primaria se pasa de una observación libre a una dirigida con la finalidad de que el alumnado fije su atención; muy a menudo esto comporta la realización de descripciones sobre los hechos, los seres vivos o los fenómenos. (2002, pág. 66) Es decir, que la práctica y la experimentación se guían a partir de los principios científicos de acercamiento a los fenómenos para la generación de conocimiento a través de estrategias como la observación, que, en este caso, debe bien planeada por el profesor para alcanzar su propósito didáctico.

Finalmente, está la casilla de desempeños que será modificada para relacionar las necesidades que tiene el contexto en el que se va a desarrollar la propuesta pedagógica investigativa de tal manera que su nombre será “superémoslo juntos”, que se compone de las dificultades que se presentan en las temáticas relacionados con los estándares básicos

1. Modificación en los ejes temáticos.

Se articulan el eje de los Seres Vivos con la Clasificación de los Seres Vivos debido a que el tema central es los seres vivos y sea consecuente al momento del aprendizaje, además que el concepto de caracterización da pie para que los estudiantes comprendan de forma significativa el por qué se da la clasificación y las características que competen este proceso de la biología. Con lo anteriormente expuesto se concreta la siguiente modificación de la unidad didáctica que se muestra a continuación:

Tabla 9

Unidad didáctica ajustada

Dimensiones Indicador	Conceptos	Estrategias Didácticas	¡Superémoslo juntos!
Los seres vivos	Ser vivo Características de los seres vivos: Irritabilidad Adaptación Reproducción Crecimiento	Observación del mundo macro del contexto. Recolección de objetos y seres vivos Descripción y	Las dimensiones macro y micro. Comprender que los seres vivos no siempre son observables. Caracterización de los seres vivos del contexto.
	Alimentación	elaboración de dibujos. Modelización de los seres vivos (representación tridimensional)	Manejo de los conceptos de forma significativa.

<p>Imagina que eres un científico y haz logrado inventar un aparato que te permite ver el interior de la célula animal y la célula vegetal. ¿Qué ves a través de tu aparato en cada una de las células? Elabora un dibujo de lo que tu aparato te permite ver en cada una de las células. (Buitrago, 2014, pág. 44)</p>	<p>Clasificación de los seres vivos:</p> <p>Reino Procariota</p> <p>Unicelular procariota</p> <p>Reino protista</p> <p>Unicelular eucariota</p> <p>Reino Fungí</p> <p>Mutualistas, saprofitos y parásitos</p> <p>Reino animal</p> <p>Vertebrados: mamíferos, aves, peces, reptiles, anfibios</p> <p>Invertebrados: miriápodos, arácnidos, gusanos planos, gusanos anillados</p> <p>Reino vegetal</p>	<p>Orientación a los estudiantes de la clasificación de manera general.</p> <p>Salidas de campo.</p> <p>Realizar dibujos de lo observado.</p> <p>Elaborar en plastilina organismos unicelulares procariotas y eucariotas (modelización)</p>	<p>Clasificación de los seres vivos encontrados en el contexto de manera adecuada.</p> <p>Implementación de los conceptos aprendidos.</p>
---	--	---	---

<p>El microscopio</p>	<p>Historia del Microscopio. El mundo macro y micro. (Microorganismos)</p>	<p>Conocimiento e historia del microscopio. Representación audiovisual de los microorganismos.</p>	<p>Relaciono el mundo micro con el macro. Entiendo la vida tanto en microorganismos como en Organismos macro.</p>
<p>¿Por qué crees que tu pelo y tus uñas aumentan de tamaño cada día? (Buitrago, 2014, pág. 44)</p>	<p>La célula unidad básica de seres vivos Formas Tamaños Organismos</p>	<p>Trabajos prácticos Observaciones del huevo como célula visible. Modelización 3D Elaborar la célula</p>	<p>Contrarrestar la complejidad del concepto. Establecer la relación entre orgánulos y funciones.</p>
<p>La célula</p>	<p>unicelulares y pluricelulares Funciones celulares Reproducción caracterización y diferenciación Estructuras</p>	<p>tridimensional utilizando diferentes materiales.</p>	<p>Superar la creación de imágenes mentales erróneas. Explicar la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. Identificar los niveles de organización celular de los seres vivos. Comprender las</p>

Elaboración del disfraz de célula (Buitrago, 2014, pág. 44)			funciones celulares. Representar la célula de una forma tridimensional.
---	--	--	--

El diseño de la unidad fue construido desde un sentido propio ya que se tuvieron en cuenta las necesidades de los estudiantes y con ello la creación de actividades que permitan mayor modelización del mundo micro, la relación con demás contenidos en este caso los seres vivos y el microscopio, la formulación de objetivos o necesidades a superar, esto se verá reflejado al final de su implementación justo cuando el estudiante sienta satisfacción por un aprendizaje significativo logrado.

Las unidades didácticas son entendidas como un conjunto integrado, organizado y secuencial de los elementos básicos que conforman el proceso de enseñanza y aprendizaje (motivación, relaciones con otros conocimientos, objetivos, contenidos, método y estrategias, actividades y evaluación) con sentido propio, unitario y completo que permite a los estudiantes, tras su estudio, apreciar el resultado de su trabajo. (García, 2009, pág. 3)

Por otro lado esta unidad no solo permite facilitar la construcción del concepto célula para el momento con relación al mundo real, sino crear en el estudiante la convención de que la unidad ayudará en sus actividades y estudios futuros a que estos sean más fáciles, interesantes, de mejor comprensión y más eficaces, como menciona (García, 2009), el estudiante al tener clara la importancia de la unidad, son conscientes de sus beneficios, tienden a generar motivación y como consecuencia el logro de los aprendizajes. Otro elemento importante que consideramos en el diseño de nuestra unidad es el enlace que siempre se hace como los conocimientos posibles

que pueda tener cada estudiante a lo que denominamos ideas previas o preconcepciones, lo anterior para lograr un aprendizaje significativo, creando puentes entre la información ya poseída y la que trata de abordar la unidad, ya que esos enlaces creados en la mente son buscados posteriormente para facilitar energía cognitiva, de igual manera afirma que la mejor forma de crear estas conexiones son las preguntas introductorias, las cuales deben hacer alusión a situaciones de la vida diaria de forma interesante, este aspecto es retomado en la unidad con las preguntas referenciadas por María Buitrago y finalmente las actividades prácticas que tienen como prioridad la no memorización sino la aplicación de los conocimientos constantemente con el fin de convertirse en conocimiento operativos y dinámicos de tal manera que guíen el aprendizaje, apliquen los conocimientos a la realidad, que busquen la creatividad y nuevas respuestas además de motivar el aprendizaje.

Fase 3

Inicio de implementación de la unidad didáctica.

A partir del análisis realizado de la unidad didáctica retomada con relación al contexto y necesidades de los estudiantes con quienes se desarrolla la propuesta investigativa, y su posterior ajuste y contextualización, se inicia con la implementación de esta unidad didáctica teniendo en cuenta estos ajustes realizados.

En primera instancia se desarrolló la dimensión de SER VIVO, se realizó un conversatorio con los estudiantes para que ellos argumentaran según sus ideas previas acogidas en la interacción escolar o extraescolar lo que conocían de los seres vivos, iniciando con la pregunta: ¿para ustedes que es un Ser Vivo?, a partir de esta actividad se evidencia que existe cierta dificultad en encontrar una definición más específica, aclarando que no se busca que el estudiante de una definición de memoria sobre lo que se encuentra actualmente estipulado en los

libros de texto sino sobre el manejo de conceptos detallados que diferencie este concepto de la materia inerte, como respuesta se mencionaban ejemplos de seres vivos como animales (arañas, ratas, ballenas, gusanos, peces, pájaros, perro), vegetales (pasto, árboles y plantas de jardín) y los humanos. Sin embargo, Mónica Zapata menciona que si a un biólogo celular se le pregunta ¿Qué es un ser vivo?, posiblemente no nos dé una respuesta concreta; pero si le preguntamos ¿Qué características tiene un ser vivo? Nos hablará de que los seres vivos están formados por células, que son la unidad de origen de todos los seres vivos entre muchas cosas más (2014, pág. 11).

En este primer momento ocurre algo muy particular ya que algunos estudiantes hacen mención del agua y del suelo como seres vivos, inmediatamente otros estudiantes manifiestan que esa afirmación no es cierta, como consecuencia se pide a los estudiantes formar dos grupos, el primero que considere que no son seres vivos y el segundo que sí, mencionando sus respectivas justificaciones del por qué la afirmación, para el grupo número uno sus razones giran en torno a que tanto el agua como el suelo no sienten, no comen, no hablan y no respiran, para el grupo dos su razón principal es que tiene movimiento, el suelo por acción del agua que la arrastra o por los terremotos y el agua debido a que se mueve por el mundo de un lugar a otro además de que el agua nace de nacederos, con estas inquietudes se evidencia: los seres vivos son caracterizados a partir del movimiento, este último se describe como desplazamiento de un lugar a otro. Vale decir que dentro de la biología el termino movimiento se refiere a la modificación estructural o de un proceso sistemático, que le permite al cuerpo realizar una actividad funcional; por lo tanto los términos de movimiento y desplazamiento no se puede tomar como sinónimos, también para la asignación de esta característica es evidente que solo se tiene en cuenta las percepciones macro, aquellas que son visibles y pueden ser explicadas mediante la observación,

pero aquellos movimientos biológicos o aquellos con los que se pueden describir alguna actividad funcional no son tenidos en cuenta (Zapata, 2014, pág. 30).

Otro acontecimiento encontrado va en relación a la justificación del grupo número uno donde las explicaciones efectuadas se realizan a partir de atributos que presentan los seres humanos como las funciones biológicas (respiración) que pueden ser transferidas, así como también las actividades del ser humano como por ejemplo hablar o comer, es decir que sus justificaciones son realizadas a partir de las actividades que realizan las personas. Debido a que en la actualidad se hace énfasis en que el agua es vida y por eso se debe cuidar, vemos que el grupo dos también muestra dificultad con ello ya que el nacer es una función biológica de los humanos y que el agua nace de nacederos consideraron que si es un ser vivo.

Después del conversatorio se hace una introducción de los seres vivos haciendo alusión a que si en realidad nos detuviéramos a observar detalladamente encontraríamos que a nuestro alrededor existen infinidad de seres, los cuales tiene diferentes, colores, tamaños y formas, que algunos seres nacen, crecen, se reproducen, se alimentan y que necesariamente se encuentran sometidos a la muerte, mientras que otros no pueden realizar estas funciones. Es así como se puede formar dos grupos, el primero de ellos recibirá el nombre de seres vivos, a este grupo pertenecen las plantas, los animales, los humanos, los hongos e incluso seres microscópicos como las bacterias, lo anterior con el fin de enfatizar en otro hallazgo relevante en el cuál las conceptualizaciones realizadas de ser vivo son de manera macroscópica, destacando al humanos, los animales y las plantas (Zapata, 2014, pág. 44), esto puede tener una explicación según una coexistencia de dos significados; vivo, opuesto a inanimado y vivo opuesto a muerto, pero su mayor dificultad se presenta en cuanto a identificar ciertos rasgos que permiten establecer diferencias con la materia inerte, y la finalización de su vida, además de la negación de atributos

de los seres vivos a microorganismos y plantas. El segundo grupo se denominará Materia Inerte, es decir que aquí pertenecen todos los elementos que no tienen vida, como el papel, las piedras, el agua, entre otros, con este nuevo concepto se hizo énfasis ya que por lo general los estudiantes al momento de referirse a elementos como el pupitre, los zapatos, la pizarra entre otros mencionaban que esos elementos eran seres no vivos, lo cual es un error ya que si tiene connotación de seres es porque tiene vida.

Posteriormente se pasa al subtema que son las Características de los Seres Vivos, donde se realizan comparaciones entre los seres que se encuentran en la naturaleza como por ejemplo entre un árbol y un búho, entre una hormiga y un conejo, esto con el fin de llevarlos a la conclusión de que a pesar de que existen múltiples diferencias todos ellos comparten características comunes, entre ellas mencionaron: están formados por células, nacen y crecen, se reproducen con seres iguales a ellos, se mueren, se adaptan y se alimentan. Con relación a esta nueva participación (Zapata, 2014) menciona que es notable ver que los casos se refieren a seres vivos macroscópicos, y que solo describen seres de acuerdo a la composición biológica, sin poder realizar especificaciones entre los animales y vegetales, así como también que los seres microscópicos no son tenidos en cuenta como ser vivo. Claramente los estudiantes hacen mención de seres constituidos por células pluralmente pero no se tienen en cuenta los organismos unicelulares existentes, es decir, la idea de que los seres vivos están conformados por células, es asumida por los estudiantes, sin embargo existen dificultades en exponer el número de células que conforma un ser, ya que la concepción que se tiene al respecto, es de estructuras que son aprendidas mediante los sentidos y pueden ser observadas a primera vista, por lo cual se le dificulta los conceptos celulares.

Después de este ejercicio se explicaron conceptos como Irritabilidad, Adaptación, Reproducción, Crecimiento y Alimentación desde el aspecto teórico y con ejemplos que los estudiantes podían percibir o relacionar en la vida cotidiana, casos sucedidos como; la capacidad de crecimiento que se observa en los seres humanos que va desde su concepción, bebe, niño, adolescente y luego a adulto, también ejemplos en animales como las vacas que pasan de becerros a vacas adultas y finalmente el proceso en el crecimiento de una planta de maíz; En la irritabilidad de los animales se resalta la capacidad que tienen los seres vivos de reaccionar ante estímulos del ambiente externos o internos como el dolor y la temperatura gracias a los sentidos (olfato, gusto, tacto, vista y oído); La irritabilidad de las plantas es asociada con la presencia de espinas en plantas como las sábila y el cactus las cuales son para protegerse de algunas amenazas; Con relación a la adaptación de los animales se da a conocer la forma cómo la jirafa ha logrado estirar su cuello para poder alcanzar las hojas de los árboles que son su fuente de alimento.

Con el fin de evidenciar si las dificultades en cuanto a el no reconocimiento de organismos microscópicos, las plantas y los hongos como seres vivos haya quedado claro se realiza una actividad artística de colorear las imágenes que correspondan a los seres vivos, entre las imágenes empleadas se encuentra: planta, zapato, bacteria, hongos, viento, pared, carro, televisor, sapos, y pescado. El resultado obtenido en toda la población es el mismo de tal manera que esta actividad permite evidenciar que los estudiantes clasifican sin ninguna inseguridad las plantas como seres vivos, así como la inclusión de los hongos que anteriormente no eran tomados entre sus concepciones, que por lo contrario eran dejados de lado y finalmente el avance más significativo que es reconocer la existencia de seres que no son observables, los cuales se

encuentran habitando cualquier espacio e incluso otro ser vivo, en este caso las bacterias y otros microorganismos que ayudan a la descomposición. El resultado es el siguiente:

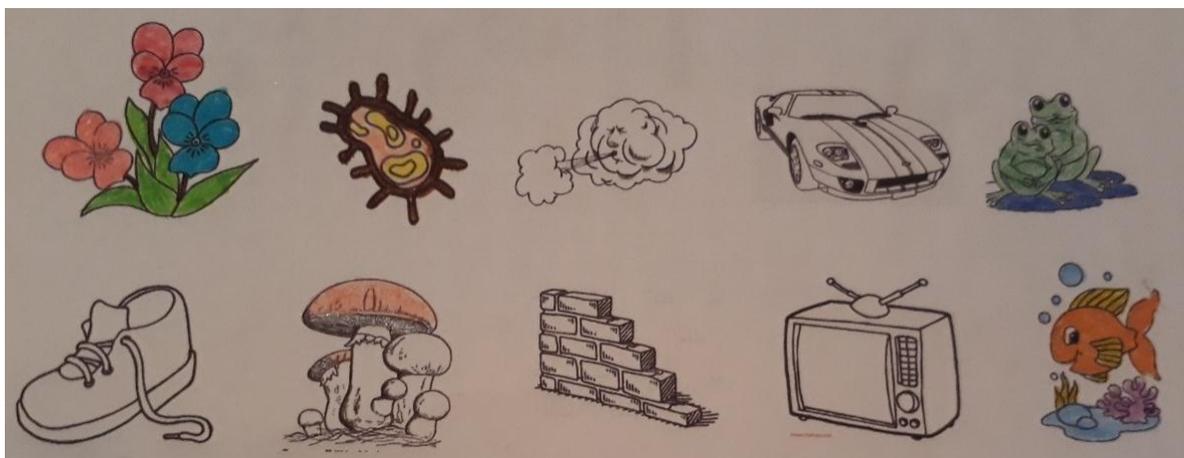


Figura 4 Resultados de la actividad artística (colorear seres vivos)

A continuación se procedió a implementar las estrategias didácticas propuestas en la unidad, inicialmente los estudiantes fueron desplazados hasta los espacios verdes de la institución, específicamente donde queda la huerta escolar y el semillero de guayaba con el fin de observar el mundo macro e identificar las características vistas en clase y la gran variedad de seres vivos que nos rodean si prestamos la suficiente atención y observación detenida, esta salida fue gratificante debido a que se observaron variedad de insectos, arácnidos, aves, vegetales y mamíferos, así como también se realizaron observaciones de materia inerte que esta alrededor de ellos, como las casas, paredes, mayas, puertas, suelo, piedras, ramas caídas, residuos, los carros, los pupitres y demás. Estas observaciones se realizaron con los estudiantes para abordar y relacionar las temáticas con los ejemplos del mundo real y la vida cotidiana, ya que esto ayuda a que se pueda describir el mundo que los rodea, los fenómenos que en el ocurren, y sobre todo es un punto importante para que se puedan realizar descripciones de los seres vivos con los que conviven cotidianamente; y estas observaciones en el ámbito escolar deben ser guiadas por el docente para lograr una mayor atención en los estudiantes de aquello que observan, como lo

plantea (Rivera, 2011), es decir, que la práctica y la experimentación se guían a partir de los principios científicos de acercamiento a los fenómenos para la generación de conocimiento a través de estrategias como la observación, que, en este caso, debe bien planeada por el profesor para alcanzar su propósito didáctico. Después de observar minuciosamente el entorno se solicita a los estudiantes formar grupos de trabajo para recolectar objetos y seres vivos, este fue un trabajo práctico en el cual los estudiantes integraron grupos de tres personas para recolectar tres seres vivos y tres materiales inertes, que luego de ser completados en su totalidad eran dibujados en los respectivos diarios, entre los seres vivos recolectados se encuentran hormigas, lombrices, babosas, mariquitas, saltamontes, abejas, arañas, gusanos, orugas, caracoles, cochinillas, mariposas, plantas como pastos y flores de diferentes tamaños, mientras que en la recolección de materiales inertes arrojó como resultado la elección de palos de bombón, bolsas plásticas, piedras, ramas caídas, llanta y televisor.

Al finalizar estas actividades, se les pidió a los estudiantes dibujar lo que habían encontrado, dando paso así, a la siguiente estrategia implementada, que es la descripción y elaboración de dibujos a partir de las estrategias implementadas, y descritas anteriormente, los estudiantes pudieron realizar dibujos de lo que encontraron de forma individual, pero basados en lo que cada grupo recolectó. Es necesario evidenciar que al momento de realizar descripciones sobre los seres encontrados se les dificulta la labor, algunos estudiantes no la realizan, otros recaen en la descripción de color y tamaños, y otros intentan ir poco más allá.

seres vivos
monte lombriz

seres inertes
piedra chubpa

la flor es pequeña de color rojo
la mariposa es color amarillo
la piedra es mediana
el palo es pequeña

“la flor es pequeña de color rojo, la mariposa es color amarillo, la piedra es mediana, y el palo es pequeño”

“la flor: es medio alta, bonita, con petalos, es delicada, blandita, sensible, y es de color amarillo y rojo.

La mariposa: es muy hermosa, con antenas largas, unas alas grandes de varios colores y se alimenta del nectar de las flores.

La piedra: es grande, dura, de color gris o café, es así pesada y muy dura de abrirla.

El palo: es delgado de color café, fácil de romper, es sensible y se utiliza para el fogón.”

Figura 5 Dibujos y descripciones realizadas por los estudiantes

Finalmente se crea una maqueta grupal con ayuda de todos los estudiantes para modelizar los seres vivos que se observaron de forma tridimensional y aclarar aquellos parámetros que pueden ser tenidos en cuenta al momento de realizar una descripción como las funciones que cumple, el

lugar donde se encontró, la relación que tiene con los demás y las diferencias presentes si las comparamos, en esta modelización cada estudiantes realizo un ser vivo diferente como se muestra a continuación:

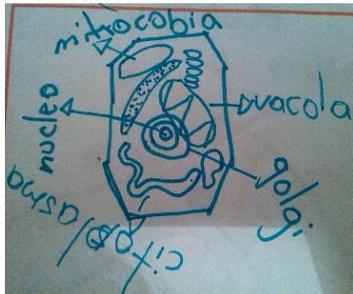


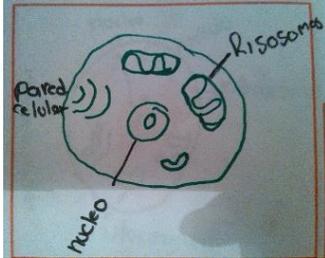
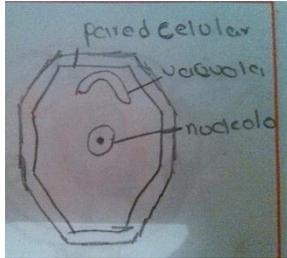
Figura 6. Modelización "seres vivos en mi jardín"

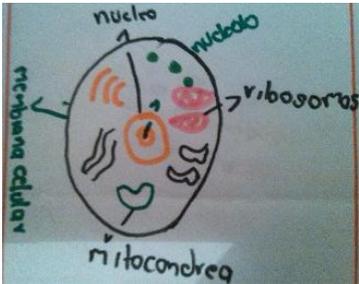
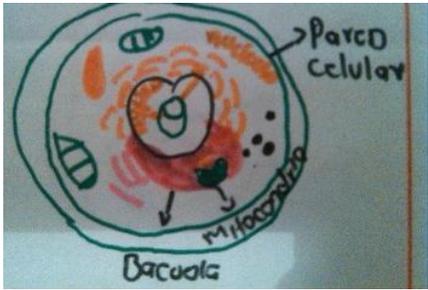
Culminada la mitad de la dimensión ser vivo, se procede a ejecutar la primera pregunta retomada del instrumento de (Buitrago, 2014, pág. 44) la cual es un indicador de la unidad, es decir permite evidenciar avances, retrocesos y estabilidades en las concepciones iniciales de los estudiantes, como resultado de la pregunta se obtiene:

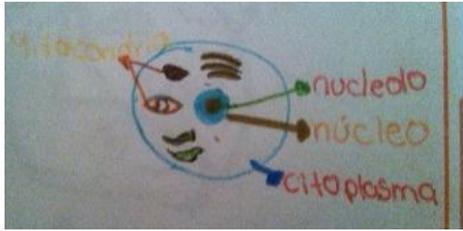
Tabla 10

Resultados pregunta indicador 2

“Imagina que eres un científico y haz logrado inventar un aparato que te permite ver el interior de la célula animal y la célula vegetal. ¿Qué ves a través de tu aparato en cada una de las células? Elabora un dibujo de lo que tu aparato te permite ver en cada una de las células”.		
	Célula Animal	Célula Vegetal
E1		
	<p>El estudiante dibuja la célula animal donde a parte de elaborar y reconocer la estructura básica de célula (núcleo, membrana celular y citoplasma) plasma e identifica correctamente otros organelos como la vacuola, y aparato de golgi.</p> <p>Con lo anterior esta representación pertenece al Modelo Estructural el cual según Buitrago, M. (2014) este modelo ya no considera a la célula como hueca debido a que se le asignan sus estructuras principales además de otros organelos, describiendo las estructuras plasmadas, pero no el funcionamiento. La dificultad presentada se</p>	<p>Un aspecto destacable de esta representación es la diferenciación marcada de estructuras entre las dos células, al igual que la célula animal el estudiante plasma la estructura básica de la célula e intenta reconocerlas pero no lo logra ya que señanala el nucleo justo en el nuclelo, no hay distincion entre la pared celular y la membrana celular, las estructuras de las vacuola y la mitocondria son cambiadas mostrados una deficiencia en el reconocimiento de las estructuras adecuadamente, es asi como se encuentra en el Modelo Estructural</p>

<p>encuentra con referencia a la mitocondria ya que el estudiante no escribe correctamente este organerlo, definiendolo como “mitroconbia”</p>	<p>incipiente según los modelos explicativos de María Buitrago donde no se considera a la célula como hueca pero hay deficiencias en el reconocimiento de nuevas estructuras asi como en su ubiacion.</p>
<p>E2</p> 	
<p>Con relación a la célula animal el estudiante plasma la estructura básica de la célula, ademas del nucleolo, aparato de golgi y las mitrocondrias, esta representacion clasifica dentro del modelo estructural incipiente, debido a la deficiencia en la elaboración de las estructuras las cuales no son muy adecuadas y a la escritura de los oganelos como por ejemplo: “mitocrondias” y aparato del glolli”</p>	<p>En esta rapresentación el estudiante plasma y reconoce la estructura básica de la célula e intenta elaborar nuevos organelos como la pared celular, vacuola, mitocondrias, nucleolo y aparto del golgi, pero hay deficiencias en cuanto a la escritura de estos organelos como por ejemplo: “bacuola”, “mitocrondias”, “nucleologo” y aparato de glolli”, quedando asi en el modelo explicativo estructural incipiente.</p>
<p>E3</p> 	
<p>Ante la ausencia de descripción de este modelo</p>	<p>En esta representación la estudiante</p>

<p>fue necesario preguntarle a la estudiante sobre su representación, en dicha indagación menciona e identifica de forma acertada el nucleo, el citoplasma y la membrana celular, con relación a este último organelo se muestra dificultad ya que para la estudiante es lo mismo pared celular que membrana celular y por ello muestra deficiencia en las diferencias existentes de las diferentes células, al igual también hace alusión a los ribosomas pero los ubica en la estructura que asemeja mayor a las mitocondrias, de esta manera se cataloga en el Modelo estructural Incipiente.</p>	<p>menciona que dentro del nucleo se encuentra en nucleolo, que esta célula también tiene citoplasma, pared celular y una vacuola, que tiene mas “cosas” pero no las recuerda, con esta descripción que realiza la estudiante queda confirmado que identifica la estructura básica de la célula de forma adecuada y por el hecho de mencionar la vacuola y el nucleolo esta representación pertenecería al Modelo Estructural ya que nombra organelos diferentes de la estructura básica pero hay ausencia de funciones.</p>
<p>E4</p> 	
<p>Esta representación identifica la estructura básica de la célula, pero agrega tres organelos mas como es el caso del nucleolo, la mitoondria y los ribosomas quedando así en el Modelo Estructural Incipiente debido a que la mitocondria aluce mas a una vacuola y los ribosomas son semejantes a una mitocondria. Ademas plasma estructuras que</p>	<p>La estudiante reconoce el núcleo, el citoplasma, y la pared celular en la consulta sobre las partes que había dibujado, adicionalmente dibuja otros organelos como la vacuola “bacuola” y mitocondria, en una de ellas mostrado deficiencias en la escritura y en la segunda muestra una representación</p>

<p>podrían ser los ribosomas (puntos verdes), retículo endoplasmático liso (líneas de color zapote) y rugoso (líneas de color negro) y el aparato de Golgi.</p>	<p>inadecuada en cuanto a la estructura, ya que en la representación si realiza mitocondrias como se puede observar, pero estas no son señaladas, de esta manera se clasifica dentro del Modelo Estructural Incipiente.</p>
<p>E5</p> 	
<p>Esta representación pertenece al Modelo Estructural porque la imagen creada y la explicación de la estudiante evidencia el reconocimiento de la citoplasma, núcleo, y membrana celular, pero adiciona organelos como el nucleolo y la mitocondria correctamente sin embargo no hace referencias a funciones.</p>	<p>Al igual que la representación de la célula vegetal, esta imagen generada pertenece al Modelo Estructural ya que hay reconocimiento y diferenciación de las membranas para cada célula e incluso agrega nuevos organelos como la vacuola, pared celular y el nucleolo, los cuales plasma estructuralmente bien.</p>
<p>E8</p> 	
<p>En comparación a la célula que identificó como vegetal, esta representación muestra mayor claridad y si hay reconocimiento de las estructuras básicas</p>	<p>El estudiante no tiene claridad en la representación que realiza ante los otros organelos que no pertenecen a la estructura</p>

<p>de la célula y adiciona que tiene mitocondrias las cuales estructuralmente estan bien representadas, llama la atención porque esta creación no es plana en comparación a las descritas hasta el momento, lo cual puede ser una avance significativo de concebir la célula, ya que al identificar sus ideas previas la realiza de forma plana y muestra mucha dificultad para reconocer sus propias representaciones. Este Modelo es Estructural.</p>	<p>básica de célula ya que los nombres con los cuales los identifica no tienen sentido y parece mas un lenguaje que el mismo intento dar, como por ejemplo: “shisosonoi” y “rises” de esta manera este modelo pertenece al Modelo estructural incipiente de Buitrago, M. (2014) ante la ausencia del reconocimiento de otros organelos aunque esten estructuralmente plasmados de forma correcta.</p>
<p>E9</p> 	
<p>En esta representación el estudiante identifica algunos organos correctamente como es el núcleo, el núcleo y citoplasma pero tiene completo desconocimiento del citoplasma, por este motivo el seria el Modelo Básico, pero también agrega otro organelo como lo es el nucleolo haciendolo subir de complejidad y elaboración , es por ello que el estudiante ya no comprende la célula com vacia. Es decir que pertenece al Modelo Estructural Incipiente.</p>	<p>Con la célula vegetal sucede lo mismo que la célula animal, pero estructuralmente no muestran mayor elaboración e incluso no se logra identificar estructuras que hagan alusión a organelos como las mitocondrias, ribosomas o aparato de golgi entre otros.</p>

E11		
<p>Para esta pregunta el estudiante realiza rápidamente ambas células y solo identifica el núcleo, al momento de preguntarle sobre las demás estructuras muestra pocas actitudes de querer participar, pero finalmente se acerca y menciona el citoplasma y la membrana celular, esto hace que las representaciones pertenezcan al Modelo Básico y si las comparamos, las dos son similares lo que lleva a puntualizar que hay desconocimiento estructural entre estas células.</p>		

Si se realiza una comparación con la pregunta que permitió conocer las imágenes mentales que de célula tenían los estudiantes antes de iniciar con la implementación de la unidad, es evidente un mejoramiento en sus representaciones, ya que la mayoría ha comenzado a identificar estas dos células tan importantes con sus respectivos organelos los cuales anteriormente no tenían relevancia, se desconocía su existencia o sus estructuras eran muy alejadas de la realidad. Sin embargo, aún existen aspectos por mejorar como es el reconocimiento completo de los organelos en el marco de una diferenciación con la otra célula.

Dimensión ser vivo.

Continuando con el desarrollo de la dimensión Ser Vivo, se pasa a la Clasificación de los Seres Vivos, haciendo énfasis en las consideraciones que los estudiantes presentaban, es decir los criterios que los estudiantes creían se habían tenido en cuenta para dicha clasificación, hacen mención de dos elementos muy importantes, el primero es el tamaño y el segundo las diferencias que hay entre los mismos, es así como se procede a introducirlos al mundo de los Reinos por medio de una sopa de letras, cuyo fin era asociar y reconocer los reinos que en algún momento

habían oído mencionar o aquellos que por avance de la ciencia había modificado sus nombres, tal es el caso del “Reino Hongo” y “Reino Mónica”, también se hace mención que a lo largo de la Historia y la clasificación por grado de parentesco propuesta por biólogos solo existían dos reinos, el de los animales y el de las plantas, pero entre tantas investigaciones y el avance de la tecnología se comenzó a evidenciar que las bacterias, los hongos y las algas poseían diferencias muy marcadas, lo cual llevó a la creación de nuevos reinos, cinco hasta el momento. Culminada la actividad se inicia por la socialización de esta con los reinos entrados y se continúa con el desglosamiento de cada uno de ellos iniciando desde el macro hasta el micro, para realizar una orientación.

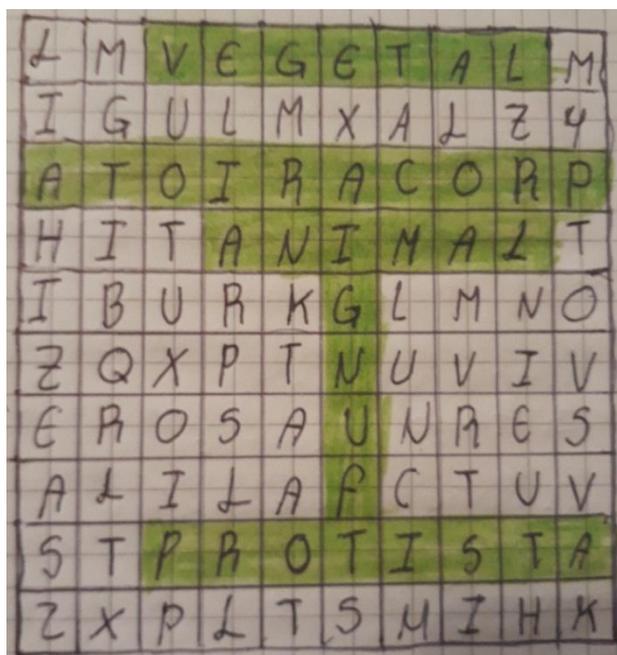


Figura 7. Sopa de letras alusiva a los Reinos

En cuanto al Reino Vegetal marca la diferencia de ser un reino autótrofo y fotosintético en comparación con el Reino Fungi y por ello las levaduras y los hongos visibles y microscópicos no pueden pertenecer a este reino, también que sus células tienen una sustancia llamada clorofila producida por los cloroplastos y por ello su color verde característico, además en su mayoría

poseen vasos conductores, se pueden reproducir ya sea por semillas como la naranja o por esporas como el helecho, que no todas poseen en su estructura flor, tallo, raíz, fruto y hojas y en caso de llegar a omitir no significa que sea de otro reino.

Como segundo encontramos al Reino Animal uno de los más grandes y también desconocidos, ya que en la actualidad se siguen encontrando nuevas especies y el fondo marino es un completo misterio, para evitar confusión en los estudiantes al ser este un reino con subgrupos se hace necesario una red conceptual iniciada por la particularidad esencial del grupo al poder ser vertebrados o invertebrados los cuales se fueron asociando poco a poco con ejemplos de la vida cotidiana y observaciones en el jardín de la institución para hacer de este un aprendizaje significativo, se hace énfasis en las características que tienen los Insectos debido a que una dificultad en el aula es el mal uso del lenguaje, es decir, denominaban insectos a arañas, ciempiés o alacranes y por parte de los vertebrados mayor uso del lenguaje científico ya que solo se le reconocen como animales, pero no realizan distinción sobre los grupos a los cuales pertenecen. En el transcurso de la red conceptual se fueron realizando dibujos sobre lo aprendido.



Figura 8 Modelización de los Reinos

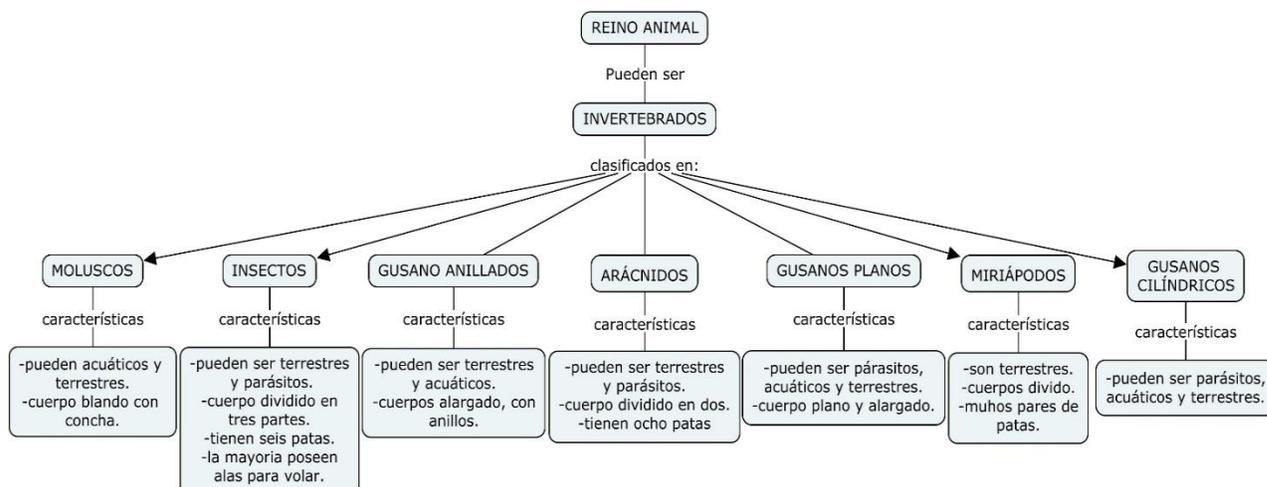


Figura 9. Red conceptual del Reino Animal (invertebrados)

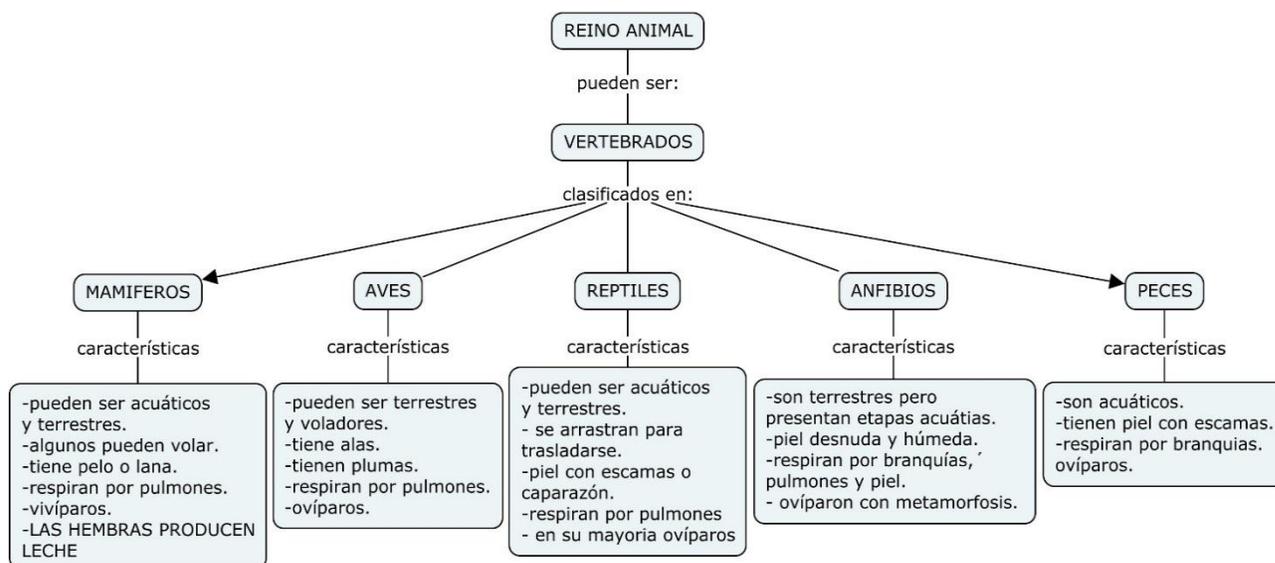


Figura 10. Red conceptual Reino Animal (vertebrados)

Con relación al Reino Fungí llamado anteriormente Reino Hongo se retoma la diferencia ya mencionada con el Reino Vegetal para tener en cuenta aquellas características que hacen posible dicha clasificación. Se hace mención que el Reino Fungí se alimenta de materia en descomposición o del parasitismo al ser organismos heterótrofos, reproduciéndose rápidamente por esporas y sobre todo que en este reino también los hay microscópicos como la levadura o los mohos. En este reino llama la atención que los estudiantes en un principio solo comprendían este reino como la mera imagen del hongo con sombrilla y sin partes, es por esto que en primera

instancia elaboran un dibujo de cualquier hongo que hayan visto para partir de sus experiencias y poder complementar esos saberes previos y como segundo momento la observación de un hongo parasito dentro de la institución para evidenciar diferencias en tu estructura y la forma como se adhieren a los árboles.

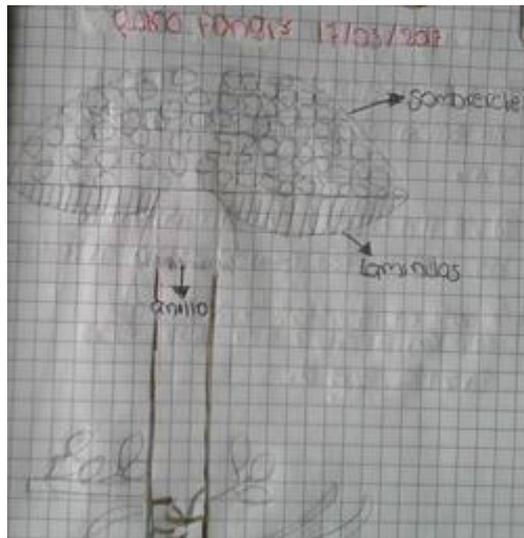


Figura 11. Modelización Reino fungí

En cuanto al Reino Protista se tiene en cuenta que este comprende seres que no son ni plantas ni animales, pero que tienen ciertas semejanzas, además de ser un reino completamente microscópico, se realiza la modelización de la Euglena con sus partes



Figura 12. Modelización Reino Protista (Euglena)

Finalmente se toma el Reino Procariota, como el reino de las bacterias, las responsables tanto de enfermedades como de la producción y degradación de alimentos o la industria farmacéutica, se culmina con la modelización de una bacteria.



Figura 13 Modelización de una bacteria

Siguiendo con la implementación de la unidad didáctica se da paso a la siguiente dimensión:

Dimensión: el microscopio.

Se inicia ambientando y recreando la historia del microscopio ya que este instrumento fue y es fundamental en el transcurso de la historia de la célula logrando su descubrimiento, avances en los estudios de la microbiología y otros descubrimientos científicos relacionados con la célula, es por esto que se integra el conocimiento sobre esta historia en este proyecto con el fin de mostrar la relación estrecha en el avance de las ciencias gracias al aporte de la tecnología.

A partir de esto, la historia del microscopio fue representada a través de instrumentos audiovisuales que muestran de forma animada esta historia. Se observaron dos videos en el aula, constituidos por una vasta información acerca de estos hechos que marcaron la historia de la ciencia, se mencionan los autores de esta creación, los procesos que llevaron a cabo para su construcción y descubrimiento de nuevos organismos que la resolución del ojo humano no había captado antes, a pesar de que otros pensadores hicieran alusión de la existencia de

microorganismos. Todos estos aspectos, sucesos, procesos y construcciones se ilustran en estos dos videos que los estudiantes observaron con atención e interés.

Luego de la observación se realizó un conversatorio de las percepciones de los estudiantes de cada video. En este proceso los estudiantes analizaron que ambas ilustraciones relacionaban la historia a cerca de la construcción del microscopio, que daría pie a la posible observación de microorganismos y de la célula; que pudo observar que los estudiantes entienden que hubo un proceso que dio origen a esta construcción, y que no surgió de la nada.

También se logró captar en sus expresiones, que no les había quedado claro el nombre del que se cree invento el microscopio y sus antecesores, debido al origen extranjero de sus nombres, sin embargo, el proceso que se llevó a cabo para la construcción del microscopio logro tener mayor relevancia e interés por parte de los estudiantes, es por esto que para familiarizarlos más aun con esta historia, se recreó una de las escenas mostradas en uno de los videos animados en la que Leeuwenhoek recogía en un vaso de vidrio una muestra de agua de charca para luego observarla en un microscopio.



Figura 14 Experimento de agua con laser

En esta actividad, los estudiantes se mostraron muy emocionados y entusiasmados, por lo cual fue interesante realizar esta observación con ellos, a pesar de no poseer un microscopio compuesto para hacerla, se llevó al aula un experimento que utiliza el agua y un láser para hacer actuar a esta como un lente convergente para lograr el aumento de la resolución para poder

observar partículas existentes en una gota de agua en un tamaño perceptible a nuestros ojos. Con la ayuda de este experimento se logró evidenciar con los estudiantes que es necesaria la invención de instrumentos tecnológicos para poder descubrir un mundo misterioso a la percepción del ojo humano.

Continuando con la dimensión Microscopio se recrea las dimensiones macro a micro con ayuda de elementos audiovisuales utilizando imágenes en las que se observaron distintos elementos y seres que diferían en sus estructuras.

En primera instancia, se observaron imágenes y videos de lo que se perciben como las estructuras más grandes, en este caso se observaron galaxias que están dentro del universo, seguidamente se enfatizó en la galaxia donde se encuentra nuestro sistema solar, es decir la vía láctea. Después de ubicar en los videos e imágenes de nuestra galaxia, se observó el pequeño punto donde se encuentra nuestro sistema solar, que, ya observándolo específicamente, se hace gigantesco.

Al finalizar la observación del sistema solar, se procedió a proyectar imágenes del planeta Tierra. En esta actividad, los estudiantes estuvieron muy atentos y activos frente a lo que observaban y a raíz de esto hacían conjeturas y podían establecer cuál sería la siguiente estructura a observar, que en estos casos sería la más pequeña que la observada anteriormente, por ejemplo, al finalizar la observación del sistema solar, los estudiantes predijeron que la siguiente imagen sería la del planeta Tierra por ser este un elemento más pequeño que todo el sistema solar entero constituido por muchos más planetas.

Siguiendo esta idea, se observó la imagen del planeta Tierra y su rotación, gracias a esto se logró ver su constitución física observable a una simple vista, es decir, del mar y sus continentes; es de esta manera es como se procede a la observación de una estructura que compone a la Tierra

y que por consiguiente es más pequeña que ella, el continente americano. Como es bien sabido, este continente está dividido en tres partes, América del Norte, América Central y América del Sur, todas fueron observadas en forma simultánea, advirtiendo que la estructura más pequeña que seguía en esta secuencia era alguna de estas divisiones, en este caso, se observó la imagen de América del Sur.

Luego de esta observación, los estudiantes especulaban y hacían teorías de lo que se observaría a continuación, con la pregunta ¿Qué puede ser más pequeño que un continente? Para dar respuesta a esta cuestión que se realizaron ellos mismos, empezaron a proponer hipótesis como que lo siguiente a observar podría de la ciudad de Popayán o la vereda en la que se encuentra ubicada la escuela. Teniendo en cuenta sus teorías, se ubicó el punto del continente americano donde se encuentra el país donde nosotros nos encontramos. De esta forma se realizó la observación de Colombia y seguidamente de la división política que permite ver los límites y el croquis de los departamentos que la conforman.

En seguida, se procedió a la observación del departamento que hace parte de la división política de Colombia y en el cual se ubican las residencias de todos los estudiantes. Al hablar sobre el departamento del Cauca, los estudiantes se sintieron más familiarizados, ya que todos manifestaron ser conscientes de que ellos, sus viviendas, su escuela, sus familias, estaban ubicadas en algunas partes dentro de este departamento. Así pues, se pudo dar paso a la observación del municipio de Popayán, entendiendo que los municipios son estructuras más pequeñas que los departamentos, luego, se llevó la observación a un lugar más contextualizado y pequeño, que es la vereda en la que se ubica la escuela, la vereda Rio Blanco en la que seguidamente se observó una imagen de la escuela y en ella los salones de clase y demás estructuras que la conforman, y en ellas, los estudiantes. Se observaron fotografías de los mismos

estudiantes, a través de las cuales se pudieron explicar lo que se observaría después, que son los sistemas de los seres humanos.

Gracias a la observación de la fotografía de los estudiantes se procedió a observar imágenes animadas de niños y de niñas, en las cuales se podía observar también de forma clara cada uno de los sistemas que conforman a los seres humanos. En este punto, los estudiantes ya no podían hacer especulaciones muy concisas de lo que posiblemente verán a continuación; sin embargo, ellos tenían conocimiento de que lo que constituye a los sistemas son las células, que se observaron en seguida.

De esta forma ya se había hecho una transición entre la observación de las estructuras macro a las estructuras micro.

Luego, se realizó la observación de los organelos que constituyen a las células y que, por ende, son estructuras aún más pequeñas que la célula. El ejemplo más claro de transición de tamaños se observó al ver secuencialmente a la célula, el núcleo y después al nucléolo, cada uno más pequeño que el anterior. De esta manera, los estudiantes pudieron dimensionar los tamaños de diferentes estructuras, desde las más gigantescas como el universo infinito, hasta los organelos de una microscópica célula.

De esta actividad se encuentra un término muy utilizado en el ámbito de las Ciencias Naturales el cual es microorganismos a los estudiantes les generó interés por conocer un poco más del tema y por voluntad propia generaron tres preguntas, las cuales son: ¿cómo son los microorganismos?, ¿los microorganismos son células? y ¿cómo se crean los microorganismos?, para dar solución a estas interrogantes los estudiantes se desplazaron a la sala de internet de la Institución e iniciar la búsqueda. De la primera pregunta se obtuvo como respuesta:

“un microbio también llamado microorganismo, es un ser vivo, o un sistema biológico que solo puede visualizarse con el microscopio. La ciencia que estudia los microorganismos son la microbiología”

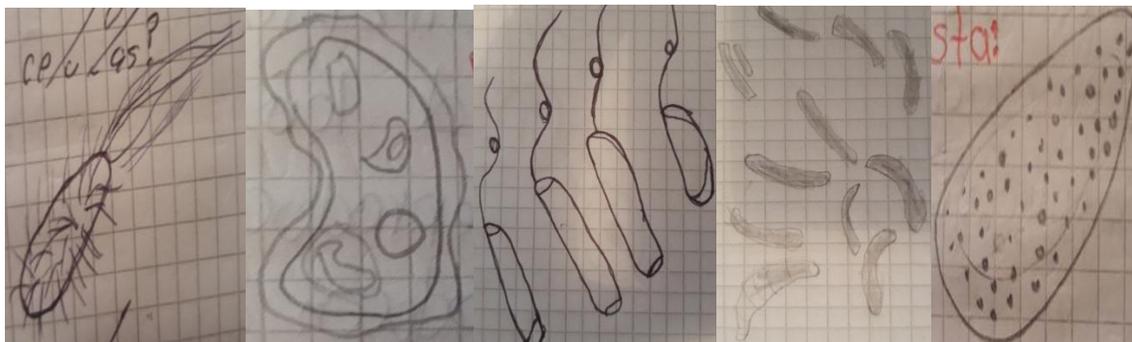


Figura 15. Dibujos de Microorganismos

De la segunda pregunta planteada los estudiantes afirmaban en el transcurso de la investigación que los microorganismos si eran células ya que tenían la forma y hacían mención de conceptos relacionados con célula, añadiendo:

“el concepto de microorganismo es operativo y carece de cualquier implicación taxonómica o filogenética dado que engloba organismo unicelulares y pluricelulares no relacionados evolutivamente entre sí, tanto procariotas como las bacterias, como eucariotas como los protozoos, una parte de algas y algunos hongos”

“el método de reproducción de los microorganismos puede darse de dos maneras: sexual y asexual. Durante la reproducción sexual se requieren dos individuos que aporten material genético y para la reproducción asexual se requiere un solo individuo”



Figura 16. Método de reproducción en microorganismos

De esta dimensión se encuentran factores positivos como es la afirmación en la importancia que tienen los instrumentos tecnológicos en el avance de las ciencias y más aún en nuestro concepto de investigación, así como también la presencia que aunque imposible para el ojo humano la existencia de microorganismos, la existencia de células en todos los espacios, demostrando cada vez más organismos más que la vida es un proceso de evolución, desde los organismos más simples hasta los más complejos y es ese mundo micro desconocido y de interés para la humanidad que ayuda al equilibrio del mundo.

Además, gracias a la realización de esta actividad, se logró hacer una transición entre los distintos tamaños y formas de diferentes estructuras, en este caso de estructuras macro a micro. De esta manera los estudiantes pudieron dimensionar elementos mucho más grandes que los que normalmente observan en su vida cotidiana, al igual que tamaños que son imperceptibles al ojo humano, como las estructuras de las células y de sus mismos organelos. Fue entonces de esta forma como se intentó dimensionar el tamaño y las estructuras macro y micro para que los estudiantes pudiesen asimilarlas.

Continuando con el desarrollo de la unidad se realiza la segunda pregunta retomada de (Buitrago, 2014, pág. 44), la cual es: ¿Por qué crees que tu pelo y tus uñas aumentan de tamaño cada día?, esta indagación nos permite evidenciar las posibles falencias que tengan los estudiantes en cuanto a una comprensión de la célula como unidad funcional, ya que como se ha mencionado anteriormente la unidad busca seguir mejorando los modelos mentales planos y poco elaborados de célula los resultado muestran lo siguiente:

Ningún estudiante reconoce que el crecimiento de las uñas y del pelo se debe a las células, es decir que los estudiantes solo la consideran como la unidad constituyente de todo ser vivo pero no la unidad funcional, ya que al no tenerla presente se desconoce completamente el

proceso de reproducción, por el contrario asocian el crecimiento del cuerpo humano como un acto alejado de la célula y también del cabello y las uñas por ejemplo: “porque de manera que crece el cuerpo humano el cabello y las uñas aumentan” “ porque cada día uno va creciendo su pelo y las uñas se van desarrollando” “por naturalidad, porque el ser humano debe también desarrollarse y también por cuidarse bien y nutrirse, nuestro cuerpo se desarrolla si uno se cuida no se echa esmalte y no se echa cualquier jabón. Se debe cuidar nuestro cuerpo”, “porque cada día vamos creciendo y mientras crecemos van creciendo nuestro pelo uñas y vamos siendo mayores”, y “porque se están desarrollando”. Por otro lado se tiene a aquellos estudiantes que aparte de desconocer la función de reproducción también hacen la de nutrición evidente con respuestas como: “por el calcio de nuestro cuerpo”, así como también los que consideran que crecen porque si o que estos dos elementos son solo componentes de belleza.

Teniendo en cuenta las dificultades para poder llevar a los estudiantes al modelo funcional se inicia la dimensión Célula.

Al iniciar con esta dimensión se empezó con la explicación de la célula como unidad básica de todos los seres vivos, seguidamente se recordaron las estructuras de microorganismos como las bacterias, para orientar el tema de organismos unicelulares. Los estudiantes pudieron recordar a través dibujos de diferentes bacterias y las formas que estas tienen, además de las funciones que muchas de estas bacterias tienen en el ambiente, principalmente los estudiantes pudieron recordar y recalcar la función digestiva en el organismo humano y la función de fermentación que ellas cumplen.

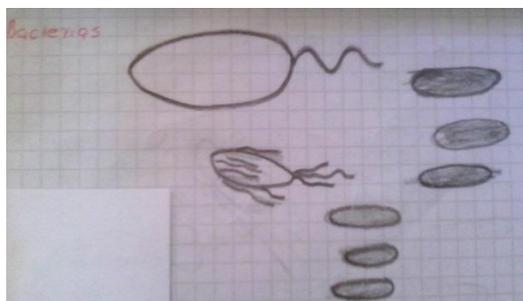


Figura 17. Dibujo de Bacterias

Los estudiantes plasmaron diferentes formas que tienen las bacterias y algunas partes que las diferencian de otras como el flagelo.

De igual forma, se estudiaron estructuras como la de los virus, esto para que los estudiantes pudiesen entender las estructuras celulares y los organismos unicelulares y sus diferencias o similitudes con estructuras tan peculiares como la de los virus.

Se explicó a los estudiantes a través de imágenes digitales las partes que constituyen a estas estructuras como los cromosomas, el A N (ácido nucleico) cubierto por proteínas. De igual manera se mostró la ausencia de partes tan reconocidas ya por los estudiantes en las células como el núcleo.

Después de mostrar la estructura de los virus los estudiantes realizaron dibujos de algunos de ellos para reconocer las formas que tienen.

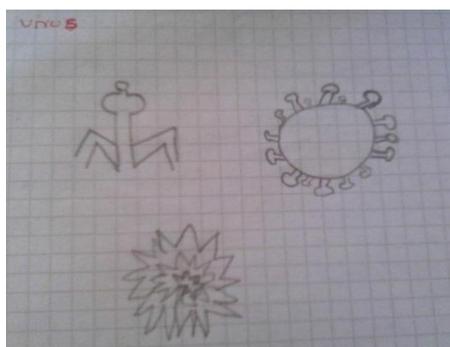


Figura 18 Dibujos de virus

Seguidamente se explicó a los estudiantes como entran los virus a las células para reproducirse en ellas e invadir nuevas células. De esta manera los estudiantes comprendieron que los virus pueden controlar a las células hasta hacerlas morir para poder controlar otras células, debido a que los virus no pueden hacer ninguna función solos, por ello buscan invadir las células.

De igual forma, los estudiantes observaron imágenes comparativas de bacterias y de virus y analizaron que el tamaño de los virus es más pequeño que el de las bacterias.

Además, se orientaron los beneficios que se pueden obtener de la existencia de los virus, como su importancia para ser estudiados y así generar curas para las enfermedades que ellos causan; también se resaltó la ventaja que ofrecen los virus al atacar a algunas bacterias que son "malas" o que también producen enfermedades.

Seguidamente se explicaron también las formas de transmisión de los virus y de algunas enfermedades que ellos causan, desde enfermedades tan comunes para los estudiantes como la gripe hasta enfermedades más complejas como el SIDA. Los estudiantes analizaron de qué forma se podría transmitir la gripe, y dedujeron que esto se realiza de una forma tan común como un estornudo, entonces entendieron que una de las formas de transmisión de los virus era precisamente esa: los estornudos. También se explicaron otras formas de transmisión como las picaduras, las mordeduras y los objetos infectados. Al finalizar esta orientación los estudiantes también lograron comprender que los virus pueden atacar a los humanos, a los animales y a las plantas.

De esta forma se analizaron estructuras microscópicas que no son células pero que son importantes en el estudio de estructuras microscópicas. A partir de este análisis se pudieron establecer diferencias entre estas estructuras y organismos unicelulares como las bacterias. Además, los estudiantes pudieron reconocer la importancia de los virus en nuestro ambiente, así

como las funciones que ellos cumplen en él, como sus beneficios y las enfermedades que causan y el daño celular que pueden provocar.

Siguiendo esta idea, se mostraron a los estudiantes imágenes de diferentes estructuras del mundo micro, como las amebas y los parásitos. Se observaron sus partes de las que se resaltaron algunas ya conocidas como el núcleo y las vacuolas, pero también resultaron de gran interés en los estudiantes algunas partes que constituyen a las amebas como los pseudópodos que actúan como falsos pies, para poder desplazarse. Los estudiantes realizaron dibujos de algunas de las formas que tienen las amebas.



Figura 19. Modelización de la ameba

También se explicó a los estudiantes la forma en que algunos parásitos se alimentan, en este caso se orientó la forma de alimentación de los parásitos intestinales que se alimentan de algunas bacterias y de nutrientes que están presentes en el estómago.

Esta actividad permitió que los estudiantes pudieran establecer diferencias y similitudes entre diferentes estructuras microscópicas y unicelulares como las bacterias. Además de ampliar su conocimiento frente a sus estructuras, funcionamiento, alimentación y la forma en que benefician o afectan a los humanos y a otros seres vivos.

Una vez que los estudiantes comprendieron la dinámica de algunos organismos y estructuras microscópicas se inició con la orientación de la célula como unidad fundamental de los seres vivos. Se inició mostrando como una célula o la unión de muchas de ellas van a formar a un ser vivo.

Seguidamente se mostraron imágenes de las diferentes formas que tienen algunas células, por ejemplo, la forma de las células intestinales, las células musculares, los glóbulos blancos y los glóbulos rojos, los espermatozoides, y la que más causó simpatía entre los estudiantes fue la forma que tienen las neuronas, muchos estudiantes las comparaban con ramas secas de los árboles, lo cual sirvió como analogía para poder representar estas estructuras en forma de dibujo

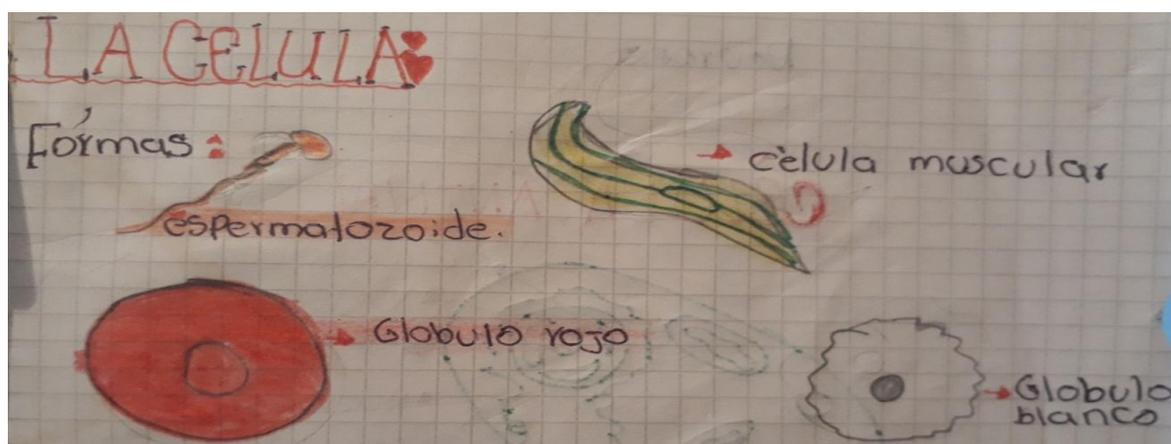


Figura 20. Modelización formas de la célula

En estas imágenes los estudiantes representan las formas de las células observadas en imágenes digitales. De esta manera, ellos pudieron comprender que las células no tienen una sola forma como siempre se muestra en los libros de texto, a diferencia de esto, se pudieron reconocer formas que sirvieron de analogía como la forma de las neuronas.

Después de ilustrar las formas de algunas células, se procedió a orientar teóricamente las generalidades de los organismos unicelulares y pluricelulares.

Al iniciar hablando de los organismos unicelulares, los estudiantes recordaron que estos son conocidos como microorganismos, la mayoría de los niños mencionó que los organismos unicelulares son las bacterias. Gracias a esto, la temática fue muy fácil de comprender por parte de los estudiantes, ya que, al implementar las dimensiones anteriores de la unidad didáctica, los organismos unicelulares ya habían sido objeto de estudio y análisis por parte de los estudiantes. Sin embargo, fue necesario enfatizar en temas que aún eran poco conocidos por los estudiantes, por ejemplo, el hábitat de estos organismos.

Al finalizar esta orientación, se introdujo el tema de organismos pluricelulares realizando una comparación numérica entre la cantidad de células que constituía generalmente a estos organismos (unicelulares y pluricelulares). Los estudiantes pudieron deducir a partir de lo orientado anteriormente que los organismos unicelulares están constituidos por una sola célula, entonces, los organismos pluricelulares serían los que tuvieran varias células o más de una célula. De esta forma se logró dar inicio a la temática de organismos pluricelulares. Inicialmente se reconocieron los dos tipos de organismos pluricelulares: las plantas y los animales, seguidamente se explicó la forma en que se ubican los grupos de células y las funciones que tienen algunos de estos en los organismos, por ejemplo, se habló de las funciones de las células intestinales.

Al concluir con esta actividad, los estudiantes pudieron reconocer las diferencias existentes entre los organismos unicelulares y los pluricelulares, principalmente el número de células que los constituyen, además de los tipos que hay, es decir en el caso de los pluricelulares, los dos tipos existentes son los animales y las plantas, y los diferentes hábitats de los organismos estudiados. También se logró entender el agrupamiento y la función de algunos grupos celulares existentes en este caso en los animales.

Después se inicia con orientaciones sobre las funciones que realizan las células. En primera instancia se observan imágenes digitales que ilustran el proceso de fagocitosis que realizan los glóbulos blancos, se explica a los estudiantes que es una de las formas que tienen algunas células para poder nutrirse. En este caso los estudiantes fueron capaces de comparar a los glóbulos blancos con las amebas, que son capaces de desplazarse de formas similares para ellos, debido al movimiento que estas realizan. El análisis hecho por los niños fue precisamente una similitud entre los movimientos de estas estructuras, además de que tanto los glóbulos blancos como las amebas se desplazan lentamente para poder alimentarse de algunas sustancias existentes en el medio. Sin embargo, se dejó claro que, aunque los movimientos y el fin son comparables, el proceso de fagocitosis es únicamente realizado por los glóbulos blancos para englobar y poder digerir sustancias. Seguidamente se procedió a hablar acerca de la nutrición de algunas otras células del cuerpo humano, resaltando la función de la membrana celular.

El siguiente tema trabajado fue la capacidad de reproducción de las células. Esta actividad se realizó explicando procesos como la bipartición, la gemación, la esporulación y la reproducción sexual. Para el caso de la reproducción sexual celular se observó un video de la fecundación del espermatozoide al ovulo hasta formar el cigoto para así formar un nuevo ser con nuevas células. Esta actividad causó gran interés en los estudiantes al observar imágenes de este proceso. Pudieron recordar la forma de los espermatozoides ya que en ocasiones anteriores habían realizado dibujos de su estructura y, además, hubo reconocimiento de estos como células por parte de los estudiantes.

Gracias a la realización de estas actividades los estudiantes pudieron reconocer algunas formas de reproducción en las células, y pudieron dar explicación oral de estos procesos a través de palabras cotidianas, por ejemplo, muchos de ellos expusieron en un conversatorio al final de

la clase, que la reproducción de la célula se daba cuando una célula lograba crecer para luego dividirse o "partirse" en dos o más células. Sin embargo, los estudiantes no lograron al final recordar los diferentes nombres que se les da a cada proceso de reproducción.

La siguiente actividad se realizó con el fin de caracterizar y diferenciar las estructuras de las células animal y vegetal. En este punto se observaron numerosas imágenes digitales de algunas células vegetales y animales, estas imágenes al ser digitales tenían formatos de distintas dimensiones, en este caso se quiso tener en cuenta sobre todo a las estructuras de forma tridimensional. Al realizar esta observación, se pretendía mostrar a los estudiantes diferentes células con diferentes formas y estructuras. Al observar cada imagen se les preguntaba a los estudiantes a cuál de estas células podían reconocer, y a cuál de ellas podrían llamar células vegetales y animales. La mayoría de estudiantes pudieron reconocer las células que se habían plasmado como dibujos anteriormente, entre ellas la más reconocida fue el espermatozoide y las neuronas y consecuentemente, los estudiantes pudieron recordar que esas células hacen parte de las células animales, ya que están presentes en los seres humanos que pertenecemos al reino animal.

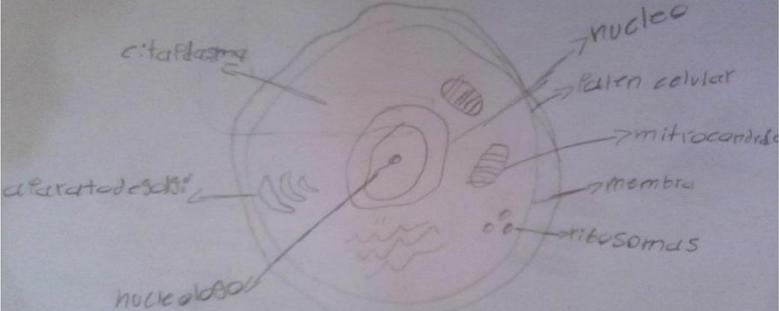
Luego de esto, se procedió a explicar las partes que componen a las células vegetales y animales, para de esta forma establecer sus diferencias y similitudes. En este punto, se habló de todas aquellas partes que conforman a estas células, y se hizo énfasis en las partes que diferencian a estas células, como las vacuolas, los cloroplastos para la célula vegetal y los lisosomas y centriolo de la célula animal, seguidamente se procedió a plasmar un dibujo de estas células en el cual se ubicaran las partes u organelos que las componen.

La realización de estos dibujos se hizo de forma comparativa, para poder observar la estructura de cada célula.

En esta instancia se procedió a trabajar el indicador número 2 de esta dimensión: Elaboración del disfraz de célula (Buitrago, 2014, pág. 44). En donde “El objetivo de aplicar el instrumento es poder identificar los modelos explicativos y los obstáculos que poseen los estudiantes sobre el concepto de célula”. Sin embargo, en la presente propuesta, esta pregunta servirá además como indicador del avance o retroceso que tengan los estudiantes en cuanto a su modelo explicativo inicial, para lo cual se realizará un análisis comparativo con las anteriores imágenes de célula desarrolladas por los estudiantes. Los resultados de esta actividad se muestran en la siguiente tabla:

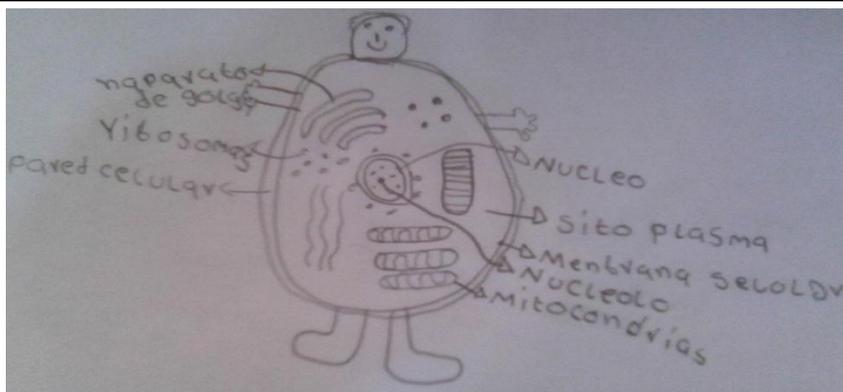
Tabla 11

Resultado y análisis de pregunta indicador 4

<p>Pregunta 4, (P4) “Te invitan a una fiesta de disfraces donde el tema central es Nuestro Cuerpo, por sorteo tu disfraz debe ser el de una célula; para asistir al evento debes hacer el molde de tu vestido con la célula completa, para llevárselo a la costurera de muestra, así ella podrá elaborar tu disfraz. Dibuja el molde para ver cómo quedaría.”</p>
<p>E8,P4</p>  <p>The image shows a hand-drawn diagram of a plant cell. The cell is roughly circular with a thick outer boundary. Inside, there is a central nucleus with a smaller nucleolus inside it. Other organelles shown include mitochondria (bean-shaped with internal folds), cytoplasm (the fluid-filled space), and ribosomes (small dots). Handwritten labels in Spanish point to these structures: 'citoplasma' (cytoplasm), 'pared celular' (cell wall), 'nucleo' (nucleus), 'membrana' (membrane), 'mitocondria' (mitochondrion), 'nucleolo' (nucleolus), and 'ribosomas' (ribosomes).</p>
<p>El estudiante realiza un dibujo de la célula vegetal de forma plana y estática, en ella ubica organelos como la membrana y la pared celular, sin embargo, la membrana no es nombrada correctamente ya que solo la nombra como “membra”. De igual manera dibuja el núcleo y dentro del nucléolo, el cual también se nombra de forma errónea, el estudiante lo nombra como” nucleologo”. El estudiante señala también el citoplasma y dentro de este ubica</p>

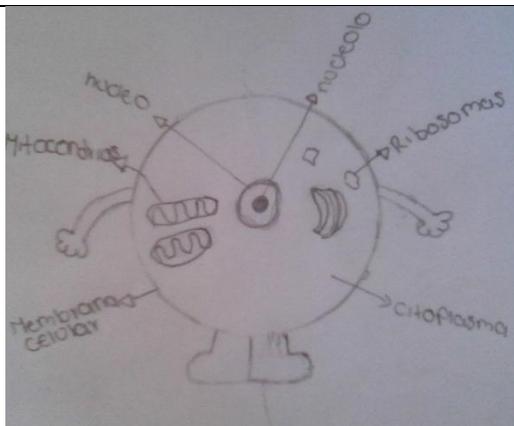
organelos como las mitocondrias, los ribosomas y el aparato de Golgi, en este caso dibuja los ribosomas alejados del aparato de Golgi. En esta representación se evidencia lo que analiza (Buitrago, 2014, pág. 54) “Cuando mencionan diferentes organelos, lo hacen con otro nombre, no los ubican correctamente”. Esto se hace evidente en el trabajo del estudiante, ya que nombra la membrana y el nucléolo de forma incorrecta y ubica los ribosomas muy alejados del aparato de Golgi.

E9, P4



En este dibujo el estudiante representa la célula de forma plana, reconoce organelos como el núcleo, el nucléolo, las mitocondrias, además, el citoplasma, la membrana celular y la pared celular. el aparato de Golgi y los ribosomas se ubican muy alejados como si no tuviesen relación entre ellos. En este trabajo además, se notan errores ortográficos al nombrar los organelos.

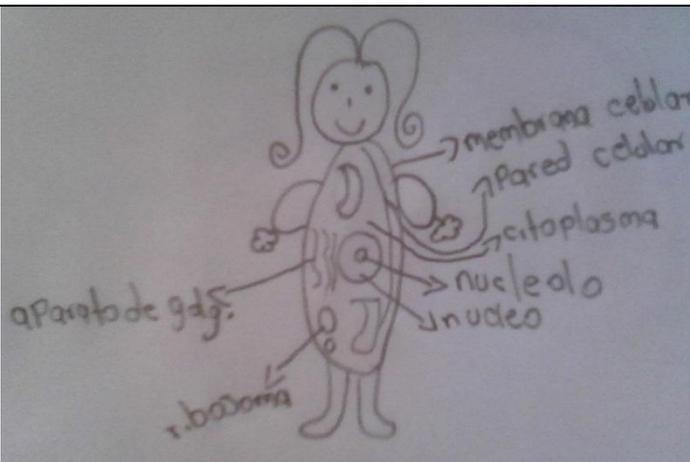
E3, P4



En este dibujo la estudiante representa la membrana celular, el citoplasma, el núcleo, el

nucléolo, las mitocondrias y los ribosomas, en este caso no existe un reconocimiento de relación entre el aparato de Golgi y los ribosomas, ya que solo se dibujan los ribosomas. Sin embargo, se hace la representación completa de la estructura básica de la célula.

E4, P4



En este caso se representa de forma completa la estructura básica de la célula, además de esta se reconocen otros organelos como el nucléolo, la pared celular, el aparato de Golgi y los ribosomas, aunque entre estos dos últimos no se reconoce una relación, ya que se ubican de forma separada.

En este trabajo se evidencio que los estudiantes representan la célula de forma plana y estática, sin embargo, logran reconocer de forma completa la estructura básica de la célula. En la mayoría de los casos, los estudiantes no logran reconocer la relación entre los organelos, se destaca el ejemplo de los ribosomas y el aparato de Golgi, por esta razón, las representaciones realizadas por los estudiantes no se encuentran clasificadas como modelos funcionales. Además, haciendo alusión al análisis hecho por (Buitrago, 2014, pág. 54): “Cuando mencionan diferentes organelos, lo hacen con otro nombre, no los ubican correctamente”, se clasifican estas representaciones como modelos estructurales incipientes.

Esta actividad pudo evidenciar los cambios que han desarrollado los estudiantes al representar la célula y su estructura, ya que a pesar de que todas las imágenes siguen siendo planas, los estudiantes logran reconocer la estructura básica de la célula y otros organelos, es decir que no representan la célula de forma hueca y además logran nombrar y reconocer diferentes organelos. La transición se ve en el avance de modelos, ya que, al inicio de la propuesta, con los resultados analizados y obtenidos del instrumento con la PREGUNTA1, la mayoría de las representaciones se encontraban en modelos básicos, pero a esta instancia, los estudiantes logran hacer un reconocimiento de las diferentes estructuras celulares y por ello se clasifican en modelos estructurales incipientes.

Luego de esto se procedió a hacer un repaso de todos los aspectos vistos en sesiones anteriores sobre la célula, en este caso se realizaron observaciones de imágenes digitales de células animales y vegetales. A raíz de esta actividad se pudo realizar un conversatorio en donde los estudiantes participaron dando sus ideas y recordando los temas vistos, de esta forma se complementaban aspectos que algunos estudiantes no recordaban. En este punto también se logró hacer un énfasis en todos aquellos temas que se habían orientado.

La siguiente actividad fue la construcción en plastilina de la célula de forma tridimensional. Esta se realizó solo con este material, pero utilizando diferentes colores. Se le pidió a cada estudiante que realizara una célula tal como la recordaba a partir de las actividades realizadas anteriormente, en este caso se resaltó la realización de dibujos y la observación de las células en tercera dimensión. Cada estudiante debía tener en cuenta todas aquellas explicaciones e imágenes dadas en las anteriores sesiones para que pudieran realizar la estructura de la célula, ya que no debían tener a su disposición ninguna imagen física de la célula, toda la actividad

debían hacerla haciendo uso de los modelos mentales que hasta ese momento cada uno de ellos se hubiese creado en su mente.

Los estudiantes estuvieron muy animados con esta actividad y mostraron mucha disposición para realizarla. Los niños empezaron moldeando cada color de plastilina hasta alcanzar la figura que tenían en su mente. Realizaron cada organelo que con el conocimiento adquirido hasta ese momento pudieron agregar para formar su estructura.

A continuación, se muestran los resultados de esta actividad:

Tabla 12

Análisis a partir de la modelización tridimensional de la célula

Estudiante	Respuestas (Interpretación realizada por parte de las investigadoras)
<p>E4</p> 	<p>La estudiante representa la célula vegetal de forma bidimensional, por la manera en que realiza y ubica el núcleo, este es de color morado y lo ubica dentro del citoplasma, pero realiza otra parte que se puede observar en otro plano en el que los demás organelos no se encuentran. Además, dentro del núcleo ubica el nucléolo que es reconocido fácilmente por la estudiante. Al lado del núcleo, la estudiante ubica el aparato de Golgi junto al núcleo y al retículo endoplasmático representado de color amarillo. También se representan a los cloroplastos de color verde y solo una mitocondria de color naranja, aunque no se le da una forma bastante clara a esta. Junto a estos, se representa la vacuola de color naranja recubierto por una capa amarilla de tamaño similar a los otros organelos, lo cual no hace alusión a lo que comúnmente se conoce como las vacuolas, ya que estas suelen ser el</p>

organelo más grande presente en las células vegetales y generalmente se representa de color azul haciendo alusión a que está formada por agua, sin embargo las vacuolas pueden contener otras sustancias que sirven a la célula y no siempre está de gran tamaño gracias al proceso de osmosis. Finalmente, la estudiante representa tres figuras a las cuales no puede dar un nombre, estas figuras son las representadas en forma de S de color rosa, el punto amarillo y un punto negro que se encuentran a un costado del citoplasma. En este caso, la estudiante no representó ni nombró la membrana celular ni la pared celular que hacen parte de la estructura básica de la célula vegetal. A pesar de que las partes no fueron escritas o señaladas de forma física, la estudiante es capaz de nombrar de forma verbal cada parte que reconoce, sin embargo, algunas partes representadas no pudieron ser reconocidas y nombradas por la estudiante.

En conclusión, la estudiante logra hacer una representación bidimensional de la célula, en la cual reconoce y nombra la mayoría de organelos que representa, en este caso, no se representa la membrana celular para completar la estructura básica de la célula, sin embargo la estudiante no representa la célula como si fuese hueca, sino que es capaz de reconocer y nombrar otros organelos a parte de estos, entonces, esta representación es considerada como un modelo estructural incipiente, (Buitrago, 2014, pág. 51)

<p>E3</p> 	<p>La estudiante realiza una célula vegetal de forma bidimensional por la forma que le da al núcleo, ya que lo realiza en dos planos, uno de ellos sobresale del citoplasma representado de color amarillo, en el centro de él, ubica al nucléolo, junto a ellos, representa de color rosa al retículo endoplasmático. También realiza una sola mitocondria, los cloroplastos de color verde y aparato de Golgi de color rosa. La vacuola es representada de pequeño tamaño y de color azul recubierta con una capa verde. La estudiante realiza dos figuras que no logra reconocer ni nombrar, uno de ellos un punto de color piel junto al núcleo y otra figura en forma de “masa” de color verde.</p> <p>En este caso no se logra representar de forma completa la estructura básica de la célula, ya que falta la membrana celular, pero, se logra reconocer la existencia de otros organelos de la célula, en especial los que caracterizan a la célula vegetal como los cloroplastos y la vacuola. Es por esto que este se clasifica como un modelo estructural incipiente, (Buitrago, 2014, pág. 51)</p>
<p>E1</p> 	<p>El estudiante representa la célula animal de forma circular pero expone que esa célula se ha “partido en la mitad” y pasa a ser bidimensional ya que la membrana celular se levanta a otro plano arriba de la base. La membrana celular se realiza de color azul, dentro de ella está representado el citoplasma de color piel, en el cual están ubicados los demás organelos. El núcleo se representa de color azul y de gran tamaño, en él se representa un punto rojo que se nombra como el nucléolo, acompañado de pequeños</p>

	<p>puntos amarillos que se nombran como los ribosomas, en este punto hay una ubicación errónea de esos organelos ya que estos están junto al retículo endoplasmático, que en este caso si se representa, se nombra, se reconoce y que se ubica junto al núcleo, se representa con unas líneas verdes. Los lisosomas son reconocidos como pequeños puntos verdes distribuidos por el citoplasma, el aparato de Golgi es representado con una línea roja, esta forma es difusa. Los puntos rojos, azules y morados no se logran reconocer ni nombrar.</p> <p>En este caso algunos organelos tienen forma difusa y otros no se ubican correctamente dentro de la célula, pero el estudiante logra reconocer la estructura básica de la célula en su totalidad, además de reconocer y nombrar verbalmente la mayoría de los organelos representados y la célula no es representada de forma plana; es por esto que esta representación se encuentra dentro del modelo estructural (Buitrago, 2014, pág. 51)</p>
<p>E9</p> 	<p>El estudiante representa la célula vegetal de forma bidimensional. En la que reconoce la pared celular y la membrana, el núcleo se representa de color rojo que recubre una pequeña bola azul que se nombra como el nucléolo, además de estos organelos, se representan los ribosomas con puntos rojos azules y amarillos que se encuentran tanto en el citoplasma y encima del núcleo. En este caso el citoplasma no se representa de ningún color, pero si se reconoce y se nombra su existencia, el estudiante argumenta que el citoplasma de su célula es transparente como la clara del huevo que también es una célula.</p>

	<p>Esta representación no es de forma plana, pero si es estática, también se reconoce la estructura básica de la célula y además de esta los ribosomas y el nucléolo, pero los ribosomas se ubican también unidos al núcleo, como si hicieran parte de él, debido a esto, el modelo en el que se encuentra es el estructural incipiente, (Buitrago, 2014, pág. 51)</p>
<p>E11</p> 	<p>El estudiante representa la célula animal de forma tridimensional. Según el estudiante, la célula esta partida en dos pedazos, en los cuales se logra representar organelos como el núcleo de color azul, el nucléolo se representa en forma de bolitas amarillas unidas encima del núcleo, la membrana celular de color amarillo, el citoplasma de color piel. Además, representa una mitocondria de color azul de forma difusa (tres bolas azules unidas), también el retículo endoplasmático se representa en forma de líneas verdes a un lado del núcleo, de igual manera se ubican algunos lisosomas de distintos colores distribuidos por el citoplasma.</p> <p>Esta representación no es plana, y logra reconocer la estructura básica de la célula y además otros organelos tal como lo menciona (Buitrago, 2014, pág. 55). Por esta razón se encuentra en el Modelo Estructural.</p>
<p>E5</p> 	<p>El estudiante representa la célula animal, su figura la realiza en tres dimensiones, en ella representa la membrana celular de color azul, junto a ella realiza algunos cilios los cuales no puede nombrar ni reconocer, también realiza el citoplasma de color piel y en él, el núcleo de color azul oscuro y encima de este representa los lisosomas de color amarillo, como se observa, estos lisosomas parecen estar unidos al núcleo y ser parte de él, por</p>

	<p>esta razón no están ubicados correctamente. El estudiante también realiza una mitocondria de color verde en forma de S, también realiza dos puntos de color verde y rojo los cuales no puede nombrar ni reconocer.</p> <p>Esta representación no es plana, pero si estática, se logra representar la estructura básica de la célula y de igual manera, se reconocen otros organelos, aunque algunos organelos no se ubican correctamente, este se clasifica como un modelo estructural según (Buitrago, 2014, pág. 51).</p>
<p>E8</p> 	<p>La estructura que el estudiante realiza no es de forma plana, en ella el estudiante representa la membrana y la pared celular; reconoce el citoplasma, aunque no le da una diferenciación en cuanto al color, en el, ubica otros organelos como el núcleo, las mitocondrias, el aparato de Golgi y los cloroplastos, en este caso, estos tres últimos son realizados de forma difusa, pero existe el reconocimiento de ellos. Además de nombrar cada organelo, el estudiante señala cada parte que realizó con ayuda de letreros que informan el nombre que le da a cada uno de ellos.</p> <p>Este es un modelo estructural según (Buitrago, 2014, pág. 51). Ya que el estudiante logra reconocer la estructura básica, además de otros organelos, los cuales nombra reconoce y señala.</p>

Al finalizar esta actividad, los estudiantes pudieron representar el modelo que cada uno se había creado de la célula, muchos de ellos realizaron organelos de los cuales no recordaban ni el nombre ni la función que cumplía en la célula, sin embargo, la mayoría pudo reconocer la estructura básica de la célula, así mismo como la relación que hay entre algunos de estos organelos.

Análisis comparativo.

El análisis comparativo se realiza entre cada modelo realizado a través la práctica por cada estudiante, con el fin de observar puntualmente cual ha sido el desarrollo que han tenido los modelos mentales de célula que tienen los estudiantes, a continuación, se muestra este resultado.

Tabla 13

Análisis comparativo de los modelos mentales

Análisis comparativo de los modelos mentales	
E1	
<p>Las distintas representaciones de la célula realizadas por el estudiante han desarrollado cambios tanto en la forma como en la estructura y su contenido. En la primera imagen se evidencia un modelo básico ya que no hay una idea clara de lo que es una célula ni de sus organelos, además estos no se logran nombrar ni reconocer. De igual manera, en la segunda representación, se confirma que la imagen que se tiene es plana, se plasman algunos organelos, pero el estudiante no es capaz de nombrar ni de reconocer lo que representa. Estas dos imágenes iniciales se encuentran en el modelo básico mencionado por (Buitrago, 2014, pág. 50).</p> <p>La tercera y la cuarta imagen hay una distinción entre las células animal y vegetal, en ambas se elabora y se reconoce la estructura básica y se reconocen otros organelos, sin</p>	

embargo, se observan obstáculos al representar algunos organelos y su ubicación en la célula vegetal, en el primer caso, el estudiante realiza un modelo estructural, mientras que en el segundo, realiza una representación clasificada como un modelo estructural incipiente.

En la imagen final se observa el modelo estructural realizado por el estudiante, ya que logra representar y reconocer la estructura básica de la célula sumada a otros organelos, también logra representar la célula en más de una dimensión.

En esta secuencia de imágenes se observa que el estudiante ha desarrollado la capacidad de reconocer a la célula como una estructura que no es plana, además de poder reconocer en ella organelos que la componen, el estudiante finalmente es capaz de nombrar las partes que representa en ella, en este caso, el estudiante ha evolucionado hasta ser capaz de reconocer la no solo la estructura básica de la célula sino también de otros organelos; en las imágenes descritas anteriormente se observa que la evolución de estos modelos se ha hecho paso a paso, ya que los modelos iniciales son el básico y luego el modelo estructural incipiente hasta llegar a alcanzar el modelo estructural gracias a este reconocimiento que se ha desarrollado por el estudiante.

E3



Las dos primeras imágenes son una representación del modelo básico, ya que las imágenes son planas y se elaboran estructuras dentro de la célula, pero no se nombra ni se reconoce

ninguna de estas. En las dos siguientes imágenes (3 y4) la primera muestra un modelo estructural incipiente ya que la estudiante reconoce la estructura básica y representa otros organelos, pero algunos con forma difusa y no se ubican de forma correcta, la cuarta imagen se clasifica en el modelo estructural ya que se logran reconocer todos los organelos representados, la estudiante también es capaz de nombrar la estructura básica de la célula y de forma verbal realiza el reconocimiento de otros organelos. En la quinta imagen se observa que la estudiante reconoce la estructura básica y otros organelos, pero no ubica de forma correcta algunos de ellos, además la imagen es plana, por esto es un modelo estructural incipiente. En la última representación se le da a la célula una forma en dos dimensiones, reconociendo algunos organelos propios de las células vegetales, sin embargo, no se representa ni se nombra la existencia de la membrana plasmática, debido a esto, el modelo es estructural incipiente.

En este caso la estudiante logra tener un desarrollo en la imagen mental que tiene de la célula, además en este proceso logra reconocer algunos de sus organelos, que al inicio no podía reconocer ni nombrar, se observa entonces que su modelo ha evolucionado desde el modelo básico hasta el modelo estructural incipiente y el modelo estructural, sin embargo, también se observan obstáculos con el reconocimiento de algunos otros organelos, su correcta forma y ubicación.

E4



La imagen uno y dos pertenecen al modelo básico, ya que la estudiante representa algunas imágenes como organelos, pero no logra nombrarlos ni reconocerlos, ni siquiera se reconoce la estructura básica de la célula, en ambos casos se hace un modelo plano. Las representaciones tres y cuatro son modelos estructurales incipientes, ya que se reconoce la estructura básica de la célula y se nombra verbalmente, además de otros organelos, pero se realizan otras figuras que no logran reconocerse y son de forma difusa, algunos organelos también ubicados de forma inadecuada. En el quinto dibujo, la estudiante reconoce y nombra además de la estructura básica de la célula, algunos otros organelos, a pesar de que la imagen sigue siendo plana y se presentan obstáculos para reconocer la relación entre organelos evidenciada por la ubicación equivocada de algunos de ellos, este dibujo es un modelo estructural incipiente. La última imagen, es un modelo estructural incipiente ya que se encuentra la ausencia de la membrana plasmática, es decir que no se representa la estructura básica, sin embargo, la estudiante logra reconocer algunos otros organelos en la célula y no los representa de forma plana.

En este caso, la estudiante inicia con un desconocimiento de los organelos que conforman la estructura de la célula, a pesar de que sus figuras iniciales no son huecas, no logra reconocer ninguna de las figuras que ha representado como organelos. En el transcurso del proceso, la estudiante logra alcanzar un modelo estructural incipiente debido a que logra reconocer en algunos casos la estructura básica de la célula y otros organelos, pero algunos organelos que representa no son reconocidos, también presenta obstáculos para representar correctamente la forma y la ubicación de algunos de ellos.

E5



Las dos primeras imágenes muestran una representación plana, en la que se elaboran varios elementos, pero no se puede hacer un reconocimiento de ellos. Estos modelos son básicos. Las imágenes tres y cuatro son modelos estructurales ya que a pesar de que es una imagen plana, el estudiante logra reconocer las estructuras que plasma. En la última figura, se observa un modelo estructural porque no es una representación plana y se reconocen tanto la estructura básica de la célula como otros organelos.

Este proceso muestra que el estudiante ha tenido un desarrollo progresivo al iniciar representando un modelo básico plano en el cual solo se ubican figuras sin tener un reconocimiento de ellas, hasta llegar a un modelo estructural en el cual se reconoce la estructura básica de la célula y otros organelos, aunque se observan obstáculos para representar algunos de estos organelos.

E8



Las imágenes uno y dos son representaciones planas en las que se plasman algunas figuras como organelos, pero el estudiante no es capaz de nombrar ni de reconocer ninguna de estas figuras como organelos de la célula, estos dos modelos son básicos. Las imágenes tres y cuatro tienen un avance frente a las imágenes anteriores, ya que se logra reconocer las estructuras representadas como organelos, aunque no se señala la estructura básica de la célula completamente en ambos casos; en estos casos, las imágenes no son planas, el estudiante trata de representar de forma tridimensional a la célula, en estos dos casos se observan el modelo estructural incipiente (imagen 4) y el modelo estructural (imagen 3).

En la quinta figura se observa un dibujo plano de la célula y no se tiene claridad en los nombres que se le dan a cada estructura y tampoco se ubican de forma correcta como lo menciona (Buitrago, 2014, pág. 54): “Cuando mencionan diferentes organelos, lo hacen con otro nombre, no los ubican correctamente” este es el caso de este estudiante, por eso el modelo realizado es estructural incipiente. Finalmente, la quinta figura no es una representación plana, el estudiante representa la estructura básica de la célula junto a otros organelos que también logra reconocer, debido a esto, el modelo es estructural.

En el proceso llevado por este estudiante, se observan mayores dificultades de reconocimiento y representación en la etapa inicial que muestran las primeras imágenes, en las siguientes estructuras se observa evolución en cuanto a la forma ya que no es plana como al inicio, aunque las representaciones muestran dificultades en el nombramiento y ubicación de algunos organelos, se evidencia que el estudiante logra hacer un reconocimiento de los organelos que identifica, finalmente logra alcanzar el modelo estructural, en el cual la imagen de su célula no es plana y representa, nombra verbalmente y señala los organelos que ha plasmado.

E9



Las figuras uno y dos son modelos explicativos básicos, en la primera se observa una imagen plana de la célula, en la segunda se conserva una imagen tridimensional en la que ubica estructuras más elaboradas pero no logra en ninguno de los casos un reconocimiento de ellas, no se nombra ningún organelo, pero en la segunda imagen se evidencia que el estudiante tiene la imagen mental de la membrana y del núcleo, sin embargo, al no ser reconocidos por el estudiante, ambos pasan a ser modelos básicos. La tercera y cuarta imagen muestran que el estudiante no reconoce por completo la estructura básica de la célula, pero si logra reconocer algunos otros organelos por esto se clasifica como un modelo estructural incipiente. La quinta

imagen es una representación plana, pero el estudiante logra reconocer los organelos que plasmó, aunque algunos otros no se ubican correctamente por esto es un modelo estructural incipiente. La quinta figura no es una imagen plana, se logran reconocer algunos organelos además de la estructura básica, pero como en el caso anterior, existen obstáculos en cuanto a la correcta ubicación de algunos organelos, por esta razón el modelo es estructural incipiente.

Los modelos explicativos que representa el estudiante presentan cambios a través de este trabajo. Inicialmente el estudiante plasma figuras planas de las cuales no logra hacer un reconocimiento estructural; pero en el transcurso de la práctica, el estudiante logra pasar al modelo estructural incipiente en el cual realiza reconocimiento de la estructura básica de la célula junto a otros organelos, aunque también presenta algunas dificultades en cuanto a la correcta ubicación de los organelos.

E11



Las dos primeras imágenes muestran una representación plana de la célula, en el primer caso el estudiante logra reconocer la estructura básica de la célula mencionando más la importancia del núcleo en esta; en el segundo momento, logra reconocer además de esta estructura, algunos otros organelos. Entonces, estos modelos pertenecen al estructural incipiente, como lo menciona (Buitrago, 2014, pág. 52): “Dentro de este modelo se ubica otro grupo de estudiantes que además de dibujar e identificar las tres partes básicas de la célula,

reconocen otros organelos”. En el estudio de esta práctica, se encuentra que este es el único estudiante que, a pesar de representar una imagen plana de la célula, logra reconocer algunos de los organelos de la célula, es el único caso donde se inicia no desde un modelo básico, si no desde el estructural incipiente gracias a este reconocimiento que se evidencio gracias a la primera actividad realizada con el instrumento para identificar las imágenes mentales de los estudiantes. en este punto se puede ver que las ideas previas del estudiante tuvieron mucha incidencia en este resultado, tal como lo menciona (Pozo & Gomez, 2006) “las ideas previas tienen diferentes fuentes de origen: por un lado están las relacionadas con la experiencia escolar de los estudiantes, en este caso tienen como fuente, los libros de texto, las diferentes estrategias metodológicas utilizadas en el aula, la información entregada por el docente y el vocabulario propio de cada disciplina. Por otro lado, están las que se originan en el contexto propio de cada sujeto, en este caso las fuentes son las observaciones, las experiencias y la cultura propia de cada grupo humano” en este caso el estudiante mencionó su experiencia previa en cursos pasados con diferentes docentes, en los cuales debió representar la estructura de la célula con plastilina, además de las orientaciones de sus docentes con los libros de texto.

En la tercera y cuarta imagen, se observa que las dos imágenes muestran cierta similitud estructural, por lo cual se sugiere un obstáculo para reconocer y diferenciar las estructuras de las células animal y vegetal. Además, el estudiante no logra nombrar la estructura básica de la célula y los demás organelos que ha representado, pero este obstáculo es presentado por el desinterés que el estudiante presenta en la actividad, sin embargo, estas representaciones se clasifican como modelos básicos.

En la última imagen se muestra una representación que no es plana, el estudiante sugiere que no tiene una imagen mental plana de la estructura de la célula por la forma en que la

realiza. En este caso el estudiante reconoce y menciona la estructura básica de la célula y además otros organelos, por esto, este es un modelo estructural como lo menciona (Buitrago, 2014, pág. 55)

En el proceso que ha tenido el estudiante se logra observar una transformación en sus modelos explicativos, ya que el resultado más significativo es la representación final de una forma que no es plana, esto unido a que el estudiante logra reconocer más organelos de los que reconocía al inicio de la práctica. Del estudiante se resalta que fue el único que inicio con un modelo estructural incipiente y no del modelo básico.

Gracias a este análisis comparativo, se logra observar la transformación los cambios obtenidos en las imágenes mentales que tienen los estudiantes de la célula y también los modelos explicativos que ellos logran desarrollar gracias al desarrollo de la unidad didáctica propuesta en este documento. De igual manera se pudieron observar las diferentes dificultades que tienen los estudiantes en cuanto a la comprensión de las diferentes temáticas orientadas, se pueden observar también, los obstáculos que se tienen al desarrollar un modelo explicativo de la célula así como del entendimiento de las diferentes temáticas relacionadas con esta.

Al mencionar los cambios más significativos que desarrollaron los estudiantes, se habla de la transformación que tuvieron sus modelos mentales explicativos, evidenciados en cada una de sus representaciones. La mayoría de estudiantes iniciaron con representaciones planas clasificadas como modelos básicos, sin embargo con la aplicación de la unidad didáctica, estos modelos fueron mostrando resultados diferentes a medida que se desarrollaba esta unidad; algunos de estos modelos eran intermitentes, ya que se observaban avances y retrocesos en algunos casos, es decir, que algunos modelos pasaban de ser básicos a ser estructural incipiente y luego regresaban al punto inicial de modelo básico. En otros casos, los modelos explicativos

mostraron un desarrollo significativo al ir desarrollándose progresivamente, por ejemplo, algunos estudiantes iniciaron con modelos básicos, pasando a modelos estructurales incipientes hasta finalmente alcanzar el modelo estructural.

Los cambios significativos se observaron en el reconocimiento de la estructura básica por parte de los estudiantes y también de otros organelos que ellos mismos representaban en sus modelos. Este caso al inicio de la práctica no se observó, ya que los modelos de los estudiantes eran planos, aunque no plasmaban la célula como una “celda vacía” o “comportamientos llenos de aire” como la denomina (Alzogaray, 2006 citado en Buitrago, 2014), los estudiantes no lograban nombrar ni reconocer las figuras que habían realizado dentro de su modelo como organelos de la célula. En estos casos iniciales, los estudiantes representaban modelos básicos, ya que como lo mencionan (Díaz & Jiménez, 1996) “La mayoría de los estudiantes se ubican dentro de este modelo, ya que tienen la imagen de una célula muy plana como comparada con la de un “huevo frito” “. A pesar de estos resultados, gracias al desarrollo de la práctica, los estudiantes fueron mostrando un desarrollo progresivo en cuanto al reconocimiento de algunos organelos de la célula, en la mayoría de los casos, la primera en ser reconocida por los estudiantes fue la estructura básica de la célula, constituida por la membrana celular, el citoplasma y el núcleo, y a través del tiempo, se lograron reconocer organelos como las mitocondrias, el nucléolo, el aparato de Golgi, el retículo endoplasmático, los ribosomas, los cloroplastos, las vacuolas y la pared celular. Cabe recordar que al inicio de la práctica, los estudiantes no lograban nombrar ni reconocer más de dos organelos, entre ellos, el más recordado por los estudiantes era el núcleo, pero los modelos iniciales muestran que los estudiantes solo recordaban el nombre de este organelo y que también hacía parte de la estructura de la célula, sin embargo, los estudiantes no lograban dar una forma y una ubicación bien definida de este organelo, (ver tabla 7).

Otro cambio significativo observado mediante el análisis fue la evolución de las formas que los estudiantes le daban a la célula al representarla. A medida que se observan los modelos realizados por los niños, se nota que sus primeras imágenes son de forma plana y estática; este caso se ve en el 100% de las representaciones. Todos los estudiantes realizaron sus modelos en forma de “masa” o de huevo frito como lo menciona el anterior referente, en la cual plasmaban algunas otras figuras. Estos casos fueron observados no solo al inicio de la práctica con la investigación de las imágenes mentales que tenían los estudiantes, sino también en el transcurso de la investigación, ya que los estudiantes al realizar los dibujos de la célula los plasmaban de forma plana, de igual manera, con la arcilla, algunos estudiantes continuaron representando la estructura de la célula de esta forma. En este caso se observa la dificultad para representar la célula en formas tridimensionales cuando se realizan dibujos; tan solo el estudiante E8 muestra la capacidad de representar a través de su dibujo una célula que no es plana. (Ver tabla 11, E8). El desarrollo en el proceso de la representación en formas no planas se evidenció gracias a la realización de la última actividad en la que los estudiantes realizaron la representación de la célula con plastilina, (ver tabla 13), con los resultados de esta actividad se observó que el 100% de los estudiantes logro representar su estructura de una forma no plana, aunque algunas más elaboradas que otras que podrían ser llamadas como tridimensionales, otras siguen teniendo gran parte de su composición en forma de “masa” pero algunos organelos si tienen formas que no son planas.

Al desarrollar estos dos cambios en sus representaciones de célula, consecuentemente, los modelos de los estudiantes también cambiaron. En algunos casos se logró pasar del modelo básico hasta el modelo estructural incipiente, y otros modelos lograron clasificarse hasta el modelo estructural habiendo partido del modelo básico, o del modelo estructural incipiente.

Hasta este punto se logran observar el desarrollo que se obtuvo a través de la implementación de la unidad didáctica, los diferentes cambios significativos que se observaron y todas las transformaciones en las formas y en el reconocimiento de las estructuras pertenecientes a la célula. Pero es necesario también mencionar las diferentes dificultades que se observaron en los estudiantes y en sus modelos al desarrollar esta unidad.

Una de estas dificultades observadas fueron inicialmente las imágenes mentales que los estudiantes tenían sobre la célula, en este caso como se mencionó en párrafos anteriores, los estudiantes “tienen la imagen de una célula muy plana como comparada con la de un “huevo frito” (Bustamante y Aleixandre, 1996 citado en Buitrago, 2014), además mencionan que los estudiantes tienen ideas bastante alejadas de la composición celular de los organismos y una percepción muy pobre del contenido celular, además no tienen una representación mental clara de la célula lo que quiere decir que las imágenes mentales que tenían los estudiantes eran bastante pobres, algunos estudiantes se esforzaban por recordar sus clases de años pasados para poder representar de forma memorística la célula, sin embargo algunos solo lograron recordar el nombre del núcleo y que este si hacía parte de la estructura celular.

Otra dificultad observada, fue a la hora de realizar la representación de la célula, ya que al inicio y en el transcurso del trabajo, los estudiantes realizaron figuras planas de la célula, lo cual era recurrente demostrando que las imágenes mentales de los estudiantes continuaban siendo planas a pesar de la implementación de la unidad; sin embargo, el resultado final demostró que las imágenes mentales se lograron transformar al punto que los estudiantes ya no realizaban figuras planas sino que ya implementaban otras dimensiones. Además de las representaciones planas, se evidencio que todas las representaciones por los estudiantes fueron realizadas de forma estática.

También se observaron figuras difusas. Los estudiantes no lograron representar algunos organelos de forma adecuada, ya que esta era difusa y no se lograba reconocer. En algunos casos, los estudiantes realizaron algunas figuras como puntos de colores y formas de S que tampoco lograron nombrar ni reconocer. Esto hizo que los estudiantes al final no pudieran reconocer ni nombrar esas figuras como organelos de la célula.

De igual manera se observaron obstáculos para reconocer y diferenciar las estructuras celulares animal y vegetal, esto debido a las formas similares que se les daban a estas células y también los organelos que se les atribuían a las estructuras representadas, es decir que ambas células fueron representadas con la misma forma y con organelos que pertenecen a la otra.

La relación entre organelos también fue una dificultad encontrada al observar la ubicación que se le da a algunos organelos a lo largo de la estructura celular, el caso más evidente fue el observado entre el retículo endoplasmático y los ribosomas, ya que estos últimos fueron ubicados en el núcleo, como si estos fuesen parte de él y no tuvieran relación alguna con el retículo. Esta dificultad genera a su vez otro obstáculo ya mencionado, que es la ubicación incorrecta de algunos organelos.

Otra de las dificultades que se observaron repetidamente en los estudiantes fue la falta de claridad en los nombres de cada organelo. Esta situación se observó en pocos estudiantes pero fue recurrente el caso a través del desarrollo de la práctica, algunos ejemplos se observan desde la mala ortografía utilizada (nucleo, sitoplasma), hasta el cambio del nombre del organelo (comoplato, membrana, micondria, palet celular, nucleologo, palen celular, membra, mitrocondria). La dificultad ortográfica fue recurrente en la mayoría de estudiantes, pero el caso de cambio de nombre se observó repetidamente solo en el estudiante E8, sin embargo, esta parece ser solo una dificultad de escritura, ya que al nombrar verbalmente los organelos el

estudiante les da el nombre correcto a excepción del nucléolo que si lo nombra como “nucleologo”

Una dificultad que cabe mencionarse es el poco interés que algunos estudiantes mostraron por determinadas actividades. Estos casos se presentaron desde el inicio de esta práctica hasta el final, aunque esta fue una conducta que no se observó en todos los estudiantes, si se pudo observar repetidamente en algunos estudiantes al realizar ciertas actividades, las más concurrentes fueron aquellas actividades en las que los estudiantes debían dibujar sus modelos, esto causo dificultades en el momento de realizar el estudio y análisis de los modelos de cada estudiante. A pesar de esto, en las demás actividades que requerían manipular elementos como la arcilla y la plastilina los estudiantes que presentaban estas actitudes se mostraron muy atentos e interesados en participar en estas; de lo cual se pudieron obtener los resultados que se muestran en el documento.

Conclusiones

Con la realización de esta propuesta se logran estipular a manera de conclusión varios puntos:

- En primera instancia se estipula que, gracias a la caracterización de la institución, los estudiantes y la docente del grado cuarto a través de visitas, reuniones y diálogos, se logra un acercamiento con cada uno de ellos que a su vez permite conocer sus metodologías, y de los estudiantes particularmente, sus comportamientos frente a la clase, frente a sus compañeros y docentes, también sus actividades favoritas, la vida cotidiana en sus hogares hasta sus sueños a futuro. Al desarrollar la caracterización del contexto de la población con la que se realiza el trabajo de investigación, se logran conocer los comportamientos y metodologías que se emplean en el ámbito escolar, además de analizar y conocer de forma cercana y amena a cada una de esas personas que hacen posible el desarrollo de mencionada investigación.
- Gracias a la elaboración del instrumento para la recolección de imágenes mentales los estudiantes pudieron realizar sus respuestas sin limitación de temáticas específicas sobre el concepto debido a la implementación de una pregunta abierta que se realizó en dos tiempos o pasos para obtener respuestas en diferentes planos; lo cual permitió establecer el modelo mental que tenía inicialmente cada estudiante frente al concepto de célula, en donde se evidencian algunas dificultades conceptuales, estructurales y también los conceptos que los estudiantes tenían claros, gracias a lo cual se logra establecer que la mayoría de estudiantes se encuentra dentro de la clasificación de modelo básico plano. La aplicación de este instrumento también permite la observación de ciertas dificultades

observadas en los estudiantes como el desconocimiento de las células procariotas y del citoplasma en las estructuras celulares.

Para la realización de la presente investigación es de vital importancia el análisis de las unidades didácticas, en especial la propuesta por (Rivera, 2011) junto a lo argumentado por (Buitrago, 2014) ya que para plantear el diseño final de la unidad didáctica desarrollada se implementaron aspectos y puntos propuestos por estos autores que hicieron posible el diseño de esta unidad. De las unidades didácticas analizadas se resaltan elementos importantes para ser implementados como la modelización constante no solo con dibujos, sino también con modelos a escala, que permiten la representación física de la realidad que se esté estudiando, en este caso de la célula y de algunos seres vivos; otro elemento es el trabajo experimental, con el que se logra el acercamiento a los elementos y seres de la naturaleza cotidianos a los estudiantes y también a las estructuras que no son visibles al ojo humano. De igual manera, las preguntas movilizadoras, que funcionan como indicadores de los avances o dificultades en la transformación de los modelos mentales. Sin embargo, al estudiar y diseñar las unidades didácticas, es necesario analizar el contexto donde se encuentran los estudiantes con quienes se realiza la investigación y las situaciones problema que se plantean en su entorno (descritas en la descripción del problema) para desarrollar un proceso educativo contextualizado.

- Gracias al diseño de una unidad didáctica se logra tener claridad frente a las actividades y conceptos que se desarrollaran en la práctica, de igual manera, se logra poner en práctica los elementos como la modelización, la observación, los trabajos prácticos para lograr una interacción con el mundo vivo e inerte que rodea a los estudiantes. a partir de esto también se logran generar preguntas por parte de los estudiantes, lo cual hace que las

orientaciones relacionen diferentes temáticas y que se aborden múltiples temas relacionados con el concepto célula. Además, la implementación de la unidad didáctica arroja resultados que al ser analizados se pueden observar las diferentes dificultades frente a la comprensión de las diferentes temáticas abordadas y los cambios que se muestran en los modelos mentales realizados por los estudiantes, es decir el desarrollo que estos han tenido a través de la implementación de la unidad didáctica.

- Finalmente, la implementación de esta unidad didáctica permitió orientar diferentes temáticas a los estudiantes y realizar diferentes actividades, esto generó que se pudiese analizar el proceso llevado por los estudiantes frente al tema estudiado, tanto el desarrollo y progreso de sus imágenes mentales y sus concepciones; como las dificultades que se generaron a partir de esta implementación, tanto actitudinal como conceptualmente, es por esto que es necesario hablar de la actitud negativa de los estudiantes frente a algunas actividades realizadas y sus dificultades para comprender algunos temas orientados. Sin embargo, se logra observar a través del análisis de las actividades, la transformación de los modelos mentales iniciales que los estudiantes tenían de la célula, esto gracias a la implementación de la unidad didáctica diseñada en esta propuesta.

Recomendaciones

Una vez concluida la propuesta se considera importante recomendar la implementación de la unidad didáctica desarrollada ya que con esta se logran obtener resultados favorables en cuanto a la transformación de modelos mentales que se tengan frente al concepto célula, de igual manera se logran trabajar diferentes temáticas de las ciencias naturales que hacen parte de los currículos escolares.

Al implementar esta unidad didáctica se recomienda también realizar un análisis de esta para que sea ajustada según las necesidades que se observen en el contexto de los estudiantes con los que se quiera trabajarla.

De igual manera, al desarrollar esta unidad didáctica es recomendable que esta se ajuste para incluir actividades de trabajo experimental que se encaminen hacia la observación a través del microscopio de distintos elementos microscópicos, seres vivos, y diferentes células para lograr un acercamiento y familiarización a estas estructuras que no son visibles al ojo humano.

También, es necesario decir, que al implementar esta unidad didáctica se observara gran interés por parte de los estudiantes hacia las actividades de observación y modelización, y desinterés por actividades que se encaminan a las orientaciones de conceptos, también a la realización de dibujos y descripción de estas, lo cual genera momentos de indisciplina y desorden que no permite la realización de las actividades, por esto es recomendable que se trabajen con más constancia las aquellas que generan ese interés de los estudiantes y que estas a la vez se desarrollen en conjunto con las demás si lo que se quiere es trabajar con las imágenes mentales de los estudiantes.

Finalmente, para la implementación de esta unidad didáctica, se recomienda que las actividades se realicen de tal manera que los estudiantes practiquen, experimenten e interactúen

con el medio y con aquellas temáticas que se orientarán, también se debe dar importancia a las actividades de modelización, observación, y de trabajo experimental, ya que se corre el riesgo de que el desarrollo de la unidad didáctica solo aporte conocimientos memorísticos o que solo sean aprendidos para determinado momento sin que se haga un trabajo de comprensión e interiorización, por tal motivo también es necesario realizar el proceso de forma continua cumpliendo un horario riguroso de implementación.

Bibliografía

- Ausubel, D. (1976). *Significado y aprendizaje significativo*. Recuperado el 06 de 07 de 2018, de (Psicología Educativa, Un punto de vista cognoscitivo. Trillas, México):
http://www.arnaldomartinez.net/docencia_universitaria/ausubel02.pdf
- Bravo, A. (2010). *Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos*. Buenos Aires: Congres International de DIDÁCTIQUES.
- Buitrago, M. (2014). *Enseñanza-Aprendizaje del concepto de Célula en estudiantes de básica secundaria*. Manizales;Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Caballer, M., & Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 63-68.
- Carrillo, L., Morales, C., Pezoa, V., & Camacho, J. (2011). *La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula*. Santiago de Chile.
- Chaux, J., & otros. (2015). *El aprendizaje colaborativo en procesos de enseñanza aprendizaje del concepto célula con estudiantes de grado sexto de la institución educativa Francisco Antonio de Ulloa*. Popayán: Universidad del Cauca.
- Díaz, J., & Jiménez, A. (1996). ¿ves lo que dibujas?. Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 183-194.
- Fundación Multitaller Universidad del Valle. (2015). *Ciencias Naturales 5*. Colombia: Ministerio de Educación Ambiental.
- Gagliardi, R. (1988). cómo utilizar la Historia de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 291-296.
- García, L. (febrero de 2009). *La guía didáctica*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de CUED:
<https://www2.uned.es/catedraunesco-ead/editorial/p7-2-2009.pdf>

Giere, R. (1999). Didáctica de la ciencia basada en el agente. Roles para la filosofía de la ciencia y las ciencias cognitivas. *Enseñanza de las Ciencias*.

Guerrero, L., & Muñoz, L. (2006). *La investigación sobre la Interpretación de los modelos mentales sobre el concepto célula en estudiantes de grado decimo*. Popayán: Universidad del Cauca.

Guerrero, M. (2001). *La célula aprendida*. Recuperado el 05 de 07 de 2018, de Dialnet: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros70/aprendida.htm>

Herrera, E., & Sánchez, I. (30 de 06 de 2009). *Unidad didáctica para abordar el concepto de célula desde la resolución de problema por investigación*. Recuperado el 05 de 07 de 2018, de Paradigma: <http://www.scielo.org.ve/scielo>.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo del laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 299-313.

Jara, N., Rubio, N., & Camacho, J. (2012). *Unidad didáctica sobre la estructura de la célula*.

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

Moreira, M., Greca, I., & Palmero, M. (11 de 09 de 2002). *Modelos mentales y Modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Recuperado el 06 de 07 de 2018, de Investigações em Ensino de Ciências.: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>

Murillo, F., & Martínez, C. (2010). *Investigación Etnográfica*. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid.

Paniagua, R., Nistal, M., Sesma, P., Álvarez, M., Fraile, B., Anadón, R., y otros. (2007). *Biología Celular* (Vol. 3). Madrid , España: Mc Graw Hill.

- Pozo, J., & Gomez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Pujol, R. (2002). Los trabajos prácticos en la educación infantil y en la educación primaria. En J. Bustamante, M. Agras, R. Pérez, M. Vidal, E. García, M. Alexandre, y otros, *Las Ciencias en la escuela: Teorías y prácticas* (págs. 1-137). Barcelona: Editorial Laboratorio Educativo.
- Rivera, D. (2011). *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto célula a partir de su historia y epistemología*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Roa, P., & Vargas, C. (2010). El Cuaderno de Campo como Estrategia de Enseñanza en el Departamento De Biología de la UPN. *Bio-grafia: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 2(3), 61-73.
- Rodriguez, I. (01 de 08 de 2011). *Biología Celular: Síntesis Histórica*. Recuperado el 05 de 07 de 2018, de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/biologiacelular Desarrrollo historico.pdf>
- Rodríguez, M., & Moreira, M. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de caso. *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*, 121-160.
- Rodríguez, P., & Moreira, L. (2000). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. 6. *Investigações em Ensino de Ciências*.
- Samboní, O., & Solís, J. (2015). *El uso de las analogías en la enseñanza y aprendizaje del concepto célula con estudiantes del grado sexto de la institución educativa las Huacas*. Popayán: Universidad del Cauca.

Tamayo, O., & Sanmartí, N. (Noviembre de 2002). *Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración.*

Recuperado el 06 de 07 de 2018, de Scielo:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rlcs/v1n1/v1n1a07.pdf>

Zapata, M. (2014). *El ser vivo: una aproximación conceptual desde la historia y la epistemología.* Medellín: Universidad de Antioquia.