



Dándole sentido a la célula

Giving meaning to the cell

F. Recibido: abril 3 de 2019

F. Aceptación: mayo 24 de 2019

JOHNNY HERNÁN PAZ AGUDELO

Me contestaron: “¿Por qué tendría que asustarme un sombrero?”

Mi dibujo no representa un sombrero. Representaba una boa que digería un elefante.

El Principito, Antoine de Saint Exupéry

Resumen

Este proyecto de intervención nace por la dificultad que existe en el proceso de enseñanza aprendizaje de la célula, que limita al estudiante para acceder a su comprensión, aun cuando este es un concepto integrador para comprender todos los procesos biológicos. Sobre la base de las teorías de la psicología constructivista, se plantea una secuencia didáctica para la construcción de significado, la cual promueva y estimule a los estudiantes hacia la búsqueda y descubrimiento de la importancia del conocimiento de la célula.

Palabras clave

Célula; Significado; Constructivismo; Representación; Estrategia Didáctica.

Summary

This intervention project was born due to the difficulty that exists in the teaching-learning process of the cell, which limits the student to access to its understanding, even though this is an integrating concept to understand all biological processes. Based on the theories of constructivist psychology, it is proposed a didactic sequence for the construction of meaning, which promotes and stimulates the students to search and discover the importance of the knowledge of the cell..

Keywords

Cell; Meaning; Constructivism; Representation; Didactic strategy.

Introducción

Dewey propone que enseñar y aprender es básicamente un acto comunicativo, en el cual se encuentran la concepción propia del estudiante sobre las observaciones de un fenómeno y las explicaciones del profesor; estas últimas alineadas con los puntos de la ciencia actual. Es en ese ir y venir de significados donde el estudiante da sentido a su experiencia y construye su nuevo modelo explicativo.

Desde una visión vygotskiana, ese dar significado y sentido a algo se alcanza a partir de la forma que le vamos a dar para poderlos relacionar unos a otros por medio de ella, aprender a hablar y a escribir sobre el mismo; entonces ese texto se constituye en la sistematización de la experiencia pedagógica. El lenguaje se convierte en el instrumento para interiorizar y enriquecer los procesos de reestructuración cognitiva. No obstante, para el estudiante debe ser difícil construir significado de algo que existe sin poderlo percibir.

La célula es un núcleo temático básico y estructurante, pero de carácter abstracto en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la básica secundaria (Rodríguez & Moreira, 2002; Ministerio de Educación

Nacional, 2016). Los bajos resultados de las evaluaciones de calidad tanto nacionales e internacionales evidencian que la forma de enseñarse genera aprendizajes carentes de significado, sentido y aplicabilidad (Casas Moreno, 2013; Lopera *et al.*, 2010).

La revisión de antecedentes muestra la comprensión de la célula como un tema discutido y visto desde diferentes ángulos: epistemológico, el psicológico y el pedagógico. De manera implícita o explícita se reconoce que el uso de imágenes puede favorecer su comprensión e invita al docente a utilizarlas ajustándolas a las necesidades del alumno (Gómez, 2011; Camacho *et al.*, 2012; González & Harms, 2012; Tapia, & Arteaga, 2012; Muñoz, 2013). Sin embargo, es necesaria la alfabetización visual de los alumnos y su conexión con el texto escrito para poder convertirla en fuente de aprendizaje (Pino & Díaz, 2013; Perales & Vilchez, 2014).

Esa dificultad de representación debe llevar al maestro a pensar en hacer algo más que solo exponer el tema, se debe hacer partícipes a los estudiantes, de alguna manera, en los procesos de construcción de

los modelos explicativos con sus dudas e incertidumbres. En este caso, la construcción gráfica de una célula tendría un objetivo claramente comunicativo, por lo tanto requiere un lenguaje donde se plasme no solo lo que se ve sino lo que se conoce de ella. (Viadel, 2009).

En consecuencia, se pretende favorecer la comprensión de la célula mediante construcciones visuales, en los 40 estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Narciso Cabal Salcedo (Buga, Colombia). Para tal fin se estableció un diagnóstico sobre el nivel de comprensión de la célula, se implementó una estrategia y se evaluó su impacto. La metodología investigativa utilizada fue la investigación acción, porque su esencia busca la transformación de las prácticas a partir de la reflexión, de las dificultades de su enseñanza y la visión del estudiante: sus experiencias, perspectivas, opiniones o significado.

Diagnóstico

Para confirmar el problema se aplicó una evaluación diagnóstica en forma de cuestionario a todo el grupo, se tomó como base las investigaciones de Camacho (2012),

Rodríguez y Moreira (2002), Mengascini, (2006) y la experiencia propia del autor (Anexo 1). También se entrevistó a siete participantes de la investigación, con el propósito de determinar el uso y selección de conceptos relacionados con la célula, así como el uso de las imágenes. A continuación encontramos en el Cuadro 1 una interpretación en porcentajes para facilitar el análisis de toda esa cantidad de datos.

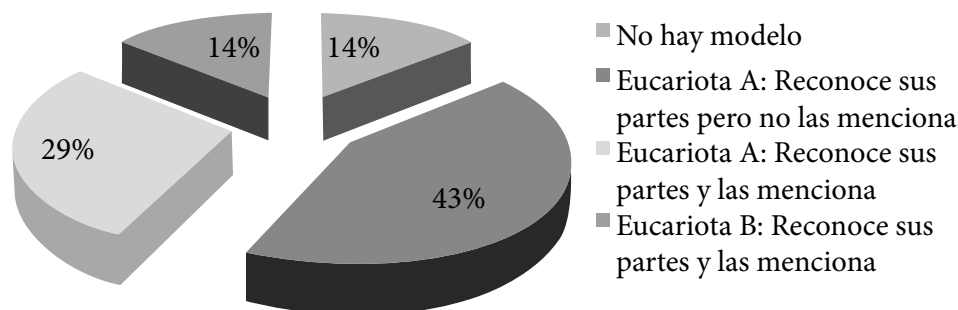
Cuadro 1. Rejilla obtenida de la evaluación diagnóstica.

Objetivo	Interpretación	Hipótesis
Determinar el número de conceptos relacionados con la célula.	50% utilizan 5 conceptos biológicos o menos.	Las enseñanzas que se entregaron, no originaron aprendizajes significativos, por el carácter memorístico de su enseñanza y el poco uso dado dentro de su vida diaria.
Identificar la célula procariota	El 20% de los estudiantes identifican la célula procariota.	El modelo explicativo construido por el estudiante fue incompleto, debido a que no consideran la existencia de otro tipo de célula.
Relacionar la estructura celular con la función que cumple	El 30% relaciona la estructura celular con sus funciones	Falta comprensión del tema que impide la relación morfológica y funcional.
Representar una célula por medio de gráficas.	77% se les dificulta las representaciones gráficas de la célula	Falta de contacto con imágenes reales generan que sus representaciones se basen en esquemas demasiado simples e incompletos.

Durante las entrevistas y cuestionarios, se observa que los estudiantes reconocen la célula pero no la dotan de significado (Cuadros 1 y 2) y así tener la capacidad de establecer deducciones e inferencias (Pozo & Gómez, 1998). Esto concuerda con lo expresado por Rodríguez y Moreira (2002) cuando manifiesta cómo la célula se convierte en una noción borrosa alejada de los conceptos científicos. Este carácter abstracto y descontextualizado convierte a estos conocimientos entregados en inertes y poco significativos.

En el análisis de sus esquemas celulares, se observan diferencias en las representaciones celulares de los estudiantes. Sin embargo, se pueden reunir en familias de acuerdo con sus semejanzas. (Gráfico 1). Los modelos observados se caracterizaron por ser simplificados e incompletos y en la mayoría de los casos, sólo hacían alusión a la estructura de la célula eucariota, Esta reducción de la información genera incoherencia con el modelo teórico de la célula.

Gráfico 1. Clasificación de los modelos celulares en la evaluación diagnóstica



Cuadro 2. Rejilla de la pregunta de la entrevista: ¿Qué es la célula?

Objetivo: Determinar el tipo de explicación que da de la célula.

Observación	Hipótesis
Explicación a partir de la teoría celular E7: Es como una estructura... porque según la teoría celular, los seres vivos están compuestos de células y pues yo estoy compuesto de células. E4 y E6: similares a E7	El trabajo de enseñanza centrado solo en la temática y no en competencias comunicativas no los faculta para poder dar explicaciones de su conocimiento, por lo que estas restricciones en el lenguaje se convierten en limitaciones en su representación de la célula.
Funcionales E3: Es como un circulito, no sé cómo decirte, es como un circulito que está hecho por organelos que hacen sus funciones, de los nutrientes que nosotros absorbemos, ellas se alimentan de eso y eliminan las sustancias de desecho.	
Organismos E5: Una célula es como el ser que conforma a todo ser vivo. E2: (Mira arriba) es una parte de un organismo (lo duda) que... que nos ayuda...ah... sentirnos bien y (duda mucho para seguir)	
No sabe explicar... E1: Es un... Pequeño... a ver (mira para el otro lado y trata de recordar algo, después de un momento de pensarlo lo dice en voz baja) es que no sé cómo explicar.	

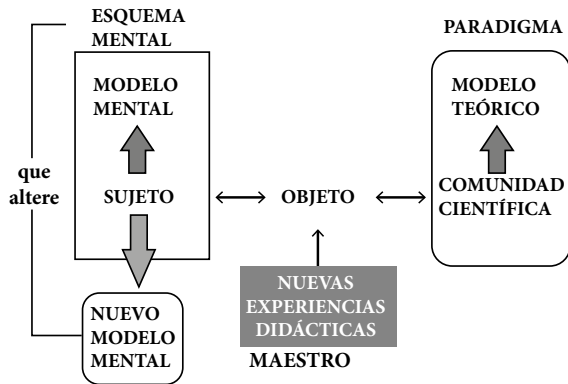
El estudiante debe saber comunicar su conocimiento de manera escrita, oral o como representación gráfica. Situación necesaria pero desconocida en el aula en la construcción del conocimiento (Pozo & Gómez, 1998). Esta propuesta por lo tanto cobra valor, porque además de pretender hacer visibles las problemáticas con respecto a la enseñanza del concepto célula; también busca plantear alternativas para superarla, a partir del uso y manejo adecuado de las ilustraciones para su comprensión conceptual, lo cual es indispensable para generar un aprendizaje significativo.

Propuesta constructivista

El aprendizaje, lejos de ser un proceso cognitivo pasivo, es una actividad desarrollada por procesos dinámicos e instrumentales, los cuales se producen en la interacción del nuevo concepto y las estructuras cognitivas del individuo (Gráfico 2). Cuando un alumno trata de comprender algo debe activar algunos de sus “paradigmas” o esquemas previos para poder adquirir el nuevo material y a su vez acomodarse o transformarse (Caicedo, 1995).

Sin embargo, es en estos esquemas previos donde está el problema de la comprensión conceptual, las teorías de la ciencia son incompatibles con las teorías del sentido común desde puntos de vista epistemológicos, ontológicos y conceptuales. Y al ser estas concepciones alternativas de origen adaptativo: son resistentes, pragmáticas y coherentes. Todo esto resulta en el cambio de la nueva información, porque es reinterpretada en el lenguaje propio y asimilada por esa estructura previa sin haber sido siquiera alterada (Pozo & Gómez, 1998).

Gráfica 2. Relación entre cambio paradigmático revolucionario y el cambio conceptual.



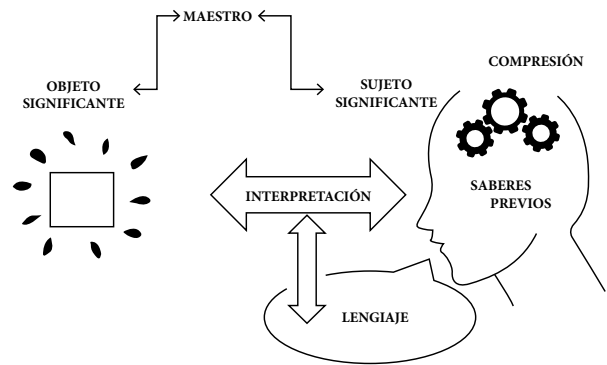
A partir de Pozo y Gómez (1998), se identifican tres procesos fundamentales de una estrategia pedagógica para lograr el paso del lenguaje cotidiano a uno de índole científico, un cambio de representación. Inicialmente debe tener una reestructuración teórica, esto implica una nueva forma de organizar el conocimiento que supere a las estructuras anteriores. A continuación, exponer al estudiante al contexto social con el fin de comunicar sus modelos y de esta forma pueda tomar conciencia de las diferencias con las teorías científicas. Finalmente, debe haber un reordenamiento de representaciones, por medio del cual se recoja a las menos potentes por una más general y completa.

Lo anterior será útil ante la dificultad de poder representar la célula debido a su intrincada estructura altamente organizada, descubierta a partir de las investigaciones en microscopía y bioquímica. Lo que la convierte en un verdadero reto para el docente, cuando pretende que sus estudiantes de sexto grado, en edades que oscilan entre 11 y 13 años con muy pocos conocimientos sobre el tema, construyan un concepto fundamental en la estructura y funcionamiento de todas las entidades vivas.

Para este caso, la construcción de esquemas se puede convertir en un ingrediente clave en la relación con

sus habilidades cognitivas. Instrumentos semióticos constituidos a partir de la mediación y la internalización de prácticas sociales (Vygotsky, 1995). Para la ciencia, estos modelos de la realidad deben estar exentos de confusión (Guiraud, 1979), por lo tanto deben ser objetivos, observables y verificables; función que necesita la participación específica de la educación.

Gráfica 3. Articulación de la semiótica, el lenguaje y la comprensión.



El profesor es el mediador entre el lenguaje y la imagen, para darle el significado preciso y evitar así una lectura superficial de la misma, para ello extrapola información, establece comparaciones y analogías, analiza datos, resuelve problemas, entre otros. En estos procesos constructivistas se deben establecer conexiones entre el conocimiento previo de cada alumno, el texto o discurso y la representación icónica.

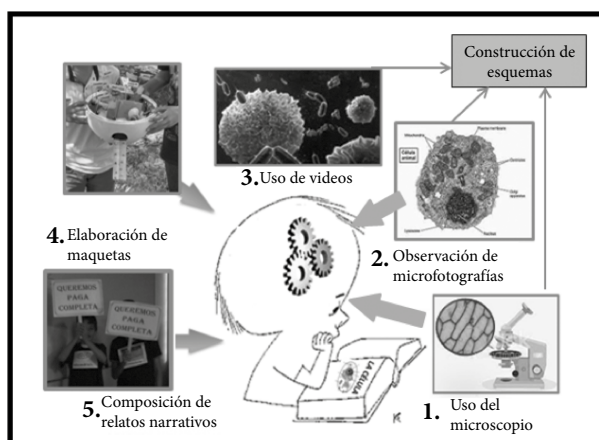
Ya en la construcción visual se responde a intenciones creativas que son portadoras de significados y el texto inferior lo establece. La escritura como una herramienta para la argumentación de sus explora-

El profesor es el mediador entre el lenguaje y la imagen, para darle el significado preciso y evitar así una lectura superficial de la misma.

ciones semióticas, a través de lo significativo para él como observador, le da la capacidad de crear mundos posibles. Estas formación de expectativas relacionadas con lo desconocido, concierne a palabras y conceptos, situación que le permite reconstruir sus esquemas por medio de los cambios significativos en sus representaciones y conducirlo a explicarlo desde lo determinado por los modelos o teorías científicas (Gráfica 3).

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, se propuso dos secuencias didácticas: La primera se basó en el uso de recursos para el desarrollo de la percepción, en un proceso de construcción de esquemas con un fin comunicativo; en la segunda secuencia se realizaron actividades evaluativas que expresan, representan o simbolizan la célula que se va constituyendo en la formación de significados (Gráfico 4). Durante la intervención se analizaron los obstáculos, estrategias y las transformaciones de las representaciones mentales generadas por los estudiantes, lo cual aportó una herramienta para reflexionar y poder abordar las dificultades en la enseñanza de la célula.

Gráfica 4. Infograma sobre las actividades mediante el uso de ilustraciones.



Construcción de esquemas

La propuesta didáctica se fundamentó inicialmente en el uso de imágenes de células, dentro de un proceso de interpretación y búsqueda de significado. Para este fin, se utilizan diferentes instrumentos, desde aquellos con un menor número de información pero más cercano al objeto real (microscopio), a otros de mayor información pero de carácter más virtual (video). Este tipo de actividades permite al estudiante ejercitar su codificación celular a través de la realización de dibujos y esquemas, pero de una manera que sea más significativa, cerrada y socializada.

En términos generales, al iniciar, se planteó cómo se iba a trabajar con el instrumento a usar y el tema a abordar. Se determinaron sus ideas previas mediante preguntas, de tal manera que formulen hipótesis sobre lo que iban a encontrar en la actividad. Se repartieron actividades para un **Trabajo grupal**. Después se trabaja para hacer **cuadros comparativos (conflicto cognitivo)** sobre lo reconocido, entre las diferentes opiniones y dudas dadas por ellos mismos. Para apoyar esta parte fue necesaria la intervención del profesor para encauzar el trabajo que, en algunos grupos o momentos, se tornaba difuso en los objetivos propuestos.

En el Cierre se hizo una **plenaria (coordinación del docente)**, en la cual cada grupo expone los resultados de su trabajo, se confirmaron la presencia de las estructuras observadas y las dificultades que hayan surgido para su reconocimiento. Por último, se construyó un texto producto de los debates llevados a cabo, consultas bibliográficas y se elaboraron ilustraciones de la célula a partir de lo realizado.

Fue necesaria la intervención del profesor para encauzar el trabajo que, en algunos grupos o momentos, se tornaba difuso en los objetivos propuestos.



Una vez desarrollada cada actividad se hizo un alto en el camino para observar los efectos de la acción (Evans, 2010), acompañado de análisis y reflexión de los datos, que además de permitir registrar el proceso de enriquecimiento y transformación de sus esquemas mentales a partir del uso de ilustraciones, mostraron los cambios e implementaciones a realizar para alcanzar el objetivo de la intervención.

Actividad N°1: Uso del microscopio.

Se comenzó trabajar los materiales con la lupa, pero a pesar de poder ampliar el tamaño de las cosas no tenía las propiedades para alcanzar a detallar las células; por eso se necesitó del microscopio, el cual es un equipo especializado para hacer ese tipo de exploraciones, porque su juego de lentes permiten observar mejor su estructura, con el fin de confrontar y completar lo aprendido en el aula de clase. En el Cuadro 3 se observa la descripción de la actividad.

Cuadro 3. Descripción

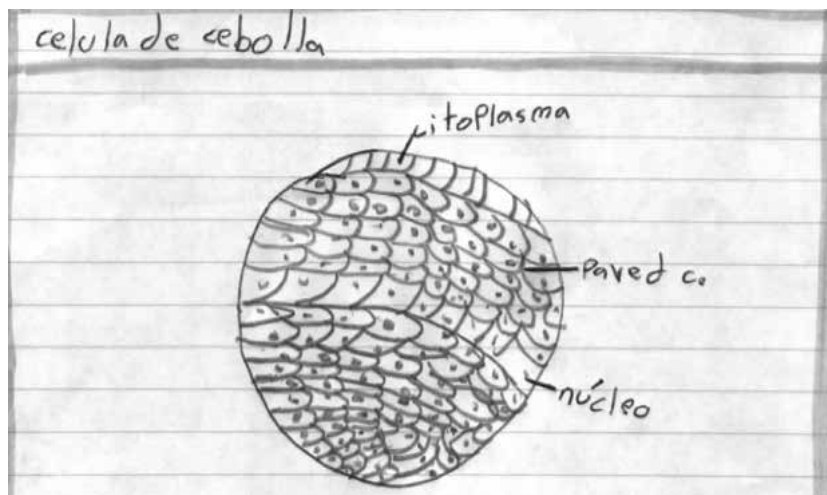
Tema: Clasificación de las células de acuerdo con sus características morfológicas		
Objetivo: Comparar células animales con células vegetales		
Lugar: Laboratorio de química y biología de la Institución Educativa		
Equipos: Lupas, Microproyector de 10X y microscopios ópticos		
Materiales: cebolla “ <i>allium cepa</i> ”, células epiteliales mucosa bucal, portaobjetos, cubreobjetos,		
Tiempo: Tres horas		
Consigna	Objetivos	Indicadores
Establezcan las diferencias y semejanzas entre célula animal y vegetal mediante observación en el microscopio. Se propone trabajo grupal como modalidad de trabajo Elabore un esquema de lo observado	<ul style="list-style-type: none"> - Lograr que los estudiantes reconozcan las clases de células que existen. - Desarrollar la capacidad de comunicar las observaciones en el microscopio de forma oral, gráfica o escrita. - Trabajar grupalmente en el reconocimiento de estructuras celulares microscópicas permitiendo el intercambio de ideas y opiniones. 	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante establece y explica las diferencias entre células animal y vegetal. - El estudiante comunica sus observaciones de forma oral, gráfica o escrita. - El estudiante escucha atentamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

Aunque los estudiantes reconocían al microscopio como el instrumento para observar la célula, se evidenció su falta de práctica y la poca habilidad para interpretar lo observado en ellos. Todo esto concuerda con el poco trabajo experimental y de observación al respecto. Sin embargo, fue claro que en el laboratorio realizaron un trabajo con mucho más interés, colaboración y responsabilidad, factores esenciales para aprendizajes más significativos.

El uso del microproyector se complementó con la propuesta porque los estudiantes compartieron las mismas imágenes, esto les permitió discutir sobre sus observaciones, interpretaciones, reflexiones y conclusiones. Cuando se vincularon a la discusión, todos ellos llegaron a construir algo. Sin embargo, ante la complejidad y polisemia de las imágenes, la labor del maestro se centró en encauzarlos al objetivo esperado. En términos de Vygotsky, se debe intervenir en la zona de desarrollo próximo del alumno, hasta que el estudiante logre su autonomía y se logre transferir el control de la actividad. Al compartir el proceso de interpretación se sintieron beneficiarios y responsables de los resultados y compromisos.

A pesar de los buenos resultados obtenidos con el microscopio (fotografía 1), para los estudiantes se presentan dificultades técnicas que impidieron acercarnos al objeto de estudio. Como lo expresa E5:

Fotografía 1. Ilustración de la célula de cebolla vista en el laboratorio por E5



E5: “porque tienes que tener un microscopio muy muy muy fuerte porque la célula, si es difícil ver una célula por sí solo. O sea el ojo humano no puede ver una célula por sí solo, así que tiene que usar aparatos que puedan ver lo más chiquito. Entonces, si es difícil ver una célula por fuera, es mucho más difícil verla por dentro” (relato de entrevista). Por consiguiente, si la fuente del conocimiento en las ciencias naturales es la observación y la ex-

El ojo humano no puede ver una célula por sí solo, así que tiene que usar aparatos que puedan ver lo más chiquito. Entonces, si es difícil ver una célula por fuera, es mucho más difícil verla por dentro.

perimentación, al no tener acceso directo o instrumentalmente a la célula aumenta el esfuerzo cognitivo para su comprensión (Duval, 1999).

En conclusión, el trabajo en el microscopio fue necesario pero incompleto debido a las dificultades con la resolución óptica, el cual sólo permitió la observación de las partes fundamentales de la célula eucariota vegetal, ante la falta de abstracción en la interpretación de imágenes se crea la idea de una célula vacía. Por esta razón, se necesitó plantear otra alternativa para presentar las imágenes de las estructuras más próximas a las encontradas por los científicos. Se procedió al análisis de microfotografías de células tomadas en microscopios ópticos y electrónicos (descargadas de la web) con las cuales se logró la visualización de varias imágenes a un grupo completo de estudiantes.



Actividad N°2: Observación de microfotografías.

Cuadro 4. Descripción Secuencia 1. Actividad 2: Observación de microfotografías.

- Tema:** Clasificación de las células de acuerdo con sus características.
- Objetivo:** Establecer las diferencias y similitudes entre células procariotas y eucariotas
- Lugar:** El aula de clase.
- Equipo:** Televisor de 39 pulgadas LCD y tarjetas con imágenes.
- Materiales:** Galería de imágenes tomadas de la web.
- Tiempo:** 2 secciones.

Consigna	Objetivos	Indicadores
<p>Establezcan las diferencias y semejanzas procariotas y eucariotas.</p> <p>Se propone trabajo grupal como modalidad de trabajo</p> <p>Elabore un esquema de lo observado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lograr que los estudiantes reconozcan la clase de células que existen. - Desarrollar la capacidad de comunicar las observaciones de las microfotografías de forma oral, gráfica o escrita. - Trabajar grupalmente en el reconocimiento de estructuras celulares microscópicas, permitiendo el intercambio de ideas y opiniones. 	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante establece y explica las diferencias entre células procariota y eucariota. - El estudiante comunica sus observaciones de forma oral, gráfica o escrita. - El estudiante escucha atentamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

Aunque se tuvo dificultades para extraer información de las fotografías y el reconocimiento de las estructuras celulares, se evidenció un mejor entendimiento de los tipos estructurales de células. Más aún, algunas respuestas de los estudiantes resultaron interesantes para analizar con más cuidado. E1: *Las eucariotas son las que sí tienen núcleo y las células procariotas son las células que no tienen núcleo. En vez de tener núcleo deben tener un ADN.* Este participante pasó de no reconocer ninguna clase de célula en el diagnóstico, a poderlas explicar con claridad. Ya el núcleo dejó

de ser el obstáculo de la generalización, como una respuesta simplista y se adentró en él para dar a entender que lo importante de su función está en el ADN.

En esta actividad se reafirmó el trabajo en equipo como el instrumento adecuado para determinar fortalezas y superar debilidades en los estudiantes. Ante la misma imagen se generaron diferentes interpretaciones, las cuales dirigieron sus explicaciones. Este es el diálogo presentado con la fotografía de un procariota, E3: *es simple (es procariota)*; E6: *pero por dentro hay tantas cosas*; E2: *no podemos definir*

qué organelos son; E3: *aún más, si cada organelo tiene una función diferente sería muy difícil saberlo*; E7: *es una procariota porque tiene flagelo y no se le ve el núcleo.* Se mostró entonces, la necesidad del profesor en su rol de mediador para crear condiciones de acercamiento, entre el macrocosmos cotidiano del estudiante y el microcosmos científico de la célula.

Todo este proceso de controversias y debates nos dio evidencias de cómo se construye el conocimiento. Este lento trabajo de formación de ideas, de interpretaciones dispersas, de explicaciones

inconclusas, de creación de mundos posibles; concluyó con la recreación de lo conocido como ciencia. La experimentación generó una interpretación, la interpretación una comprensión, todo lo cual permitió el acercamiento entre lo visible y lo no visible.

El lenguaje, como es el caso de la interpretación de estos signos, es un proyecto social (Vygotsky, 1995), por lo tanto fue necesario facilitarle la oportunidad al estudiante de dotarlo de significados para poder ser compartidos por otros. Las explicaciones dadas de las imágenes como parte de una actividad de escritura debió agilizar un cambio en su modelo representativo, porque aprendió al reflexionar para escribir lo que quiere decir y también para ser entendido por otros. Estos fines deben estructurar sus procesos cognitivos como organizar, jerarquizar, razonar, entre otros. Por lo tanto, la escritura produjo un efecto significativo dentro de sus estructuras cognitivas, para poder leer y hablar.

Es claro que se han transformado sus conocimientos previos y este hecho le permitió construir nuevos significados entre lo que tenía y el nuevo contenido (Pozo & Gómez, 1998). Ya asumieron a las procariotas como células simples, que dieron origen a otras más estructuradas, E4: *Creo que al inicio al inicio, las primeras fueran las procariotas y luego fueron evolucionando y empezaron a hacer la eucariotas* (relato de entrevista).

Ahora bien, según Guiraud (1979) entre más información tenga una imagen (vista como signo), menor será la dependencia a la interpretación, porque se convierte en una ilustración de carácter más significativa, cerrada, socializada y codificada. E2: Estas imágenes (con nombres de organelos) son más completas que las otras que nos mostró (relato de entrevista). Cuando el estudiante en su papel de receptor recibió del emisor la imagen con un discurso acompañante, se estableció una relación con la mediación del texto científico como apoyo.

Gráfico 5. Clasificación de los modelos celulares en la actividad de microfotografía



Fotografía 2. Ilustración de la célula a partir de las microfotografías por E5



A pesar del progreso de todos en general en aspectos como las dimensiones de la célula y sus estructuras, explicaciones sobre el funcionamiento de la célula (Gráfico 5), su intercambio con el medio externo y las dinámicas del medio interno no se mencionan (fotografía 2). Por tal razón, se necesitó incorporar el aporte de los videos para poder profundizar en la estructura tridimensional y funcional de la célula.

Actividad N°3: Uso de videos

Debido a las dificultades en la interpretación de estructuras tridimensionales a través de imágenes bidimensionales, se escogió una serie de fragmentos de video con una duración de 10 a 15 minutos, que per-



mitieron visualizar mejores representaciones de la célula en el espacio y el estado dinámico del funcionamiento de sus estructuras. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Descripción de Secuencia 1. Actividad 3: Presentación de videos.

Tema: Estructura celular.		
Objetivo: Establecer los componentes fundamentales de la célula eucariota.		
Lugar: el aula de clase		
Equipo: Televisor de 39 pulgadas LCD		
Materiales: Viaje al interior de la célula https://vimeo.com/81500384		
Tiempo: 4 secciones		
Consigna	Objetivos	Indicadores
<p>Establezcan los componentes fundamentales de la célula eucariota.</p> <p>Se propone trabajo grupal como modalidad de trabajo</p> <p>Elabore un esquema de lo observado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lograr que los estudiantes reconozcan los componentes de una célula eucariota. - El estudiante establece y explica las diferencias entre células procarionota y eucariota. - Desarrollar la capacidad de comunicar las observaciones de los videos de forma oral, gráfica o escrita. - Trabajar grupalmente en el reconocimiento de estructuras celulares microscópicas permitiendo el intercambio de ideas y opiniones. 	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante comunica sus observaciones de forma oral, gráfica o escrita. - El estudiante escucha atentamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

La utilización del video fue una alternativa innovadora en el aula, adecuada para la intervención. La posibilidad de dialogó superó a la de la fotografía. Pasar de la imagen aislada e inmóvil a una secuencia en movimiento, la convirtió en una narración que además de atraer al receptor, pudo favorecer los procesos perceptivos y cognitivos durante el proceso de aprendizaje. La validez del video radicó en poder transformar el duro proceso de abstracción de la realidad en

simples objetos de contemplación, cobrando sentido en su mente al adaptarlos a su mundo interior.

Los estudiantes se resisten a las pedagogías tradicionales, basadas solo en el conocimiento del profesor, las cuales se centran en la traducción de lo científico o en vez de darle significado a lo observado (Pozo & Gómez, 1998). En palabras de un estudiante: *“Son muy didácticos, si porque uno aprende cosas y aprende más fácil con la visión, que cuando uno copia, casi no entiende”*

(relato de E3). Lo “didáctico” fue enseñar de una manera más agradable, más variada y por lo tanto llegar a convertirse en aprender de modo significativo. Desde esta perspectiva, el uso de las tecnologías de la comunicación favorece entornos de aprendizaje adecuados para la construcción de significados y determinan el sentido dado por los estudiantes al hecho de aprender (Tapia & Arteaga, 2012).

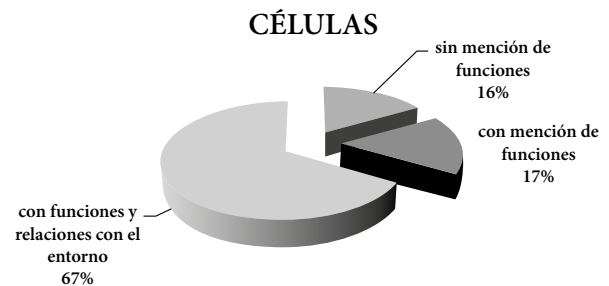
Una de las condiciones imprescindible para aprender de for-

ma significativa es la buena disposición del estudiante a hacerlo (Pozo y Gómez, 1998). El video se trabajó con jornadas cortas de máximo 15 minutos, al mismo tiempo se le dio la capacidad de volverse interactivo, al detenerse, devolverse para ser cuestionados por todos los televidentes y adecuarlo a su ritmo de aprendizaje. Estar motivado promueve una actitud positiva hacia la ciencia que lo lleva a curiosear y a ser autónomo, características del trabajo científico.

E7: *Lo que vi en el video no es parecido a la imagen que yo tenía de una célula, pues al ver las cosas de tan cerca son muy diferentes en cuanto a estructuras y formas, la gran mayoría de organelos no los reconocí porque jamás había visto imágenes de organelos de tan cerca* (respuesta de cuestionario). El video de alguna manera dio forma a la imagen de la célula, aunque la simulación no es la realidad, las pinceladas que dejó entrever son la materia prima para interpretar los hechos dentro de ella. Esta visión le permitió hacer una comparación con su propia visión, de esta relación nace un nuevo sentido de lo analizado. Sin embargo, no se pueden confundir las interpretaciones análogas con la realidad del fenómeno. De esto, debe estar muy consciente el estudiante.

Con la aplicación de la secuencia aparecieron nuevos modelos que se relacionan con las funciones de la célula en sus esquemas elaborados (Gráfico 6); Algunos modelos emergentes relacionaron la estructura general con el medio externo-interno (fotografía 3). Sin embargo, hubo dificultades en su representación, E2: *“Yo quise representar una célula en funcionamiento, sinceramente no me pareció fácil,..., ya que es muy difícil”* (Respuesta en el cuestionario). Esta dificultad pudo deberse a que las explicaciones dadas a los estudiantes solo favorecieron ciertas relaciones, como es el caso de identificación de organelos (Camacho *et al.*, 2012). Pero, en el caso de su funcionamiento fueron poco enriquecidas para tener la capacidad gráfica de ser comunicadas.

Gráfico 6. Clasificación de los modelos celulares en la actividad de video



Fotografía 3. Modelo celular DT: Describe las funciones de la célula y sus relaciones con el medio.



Aun cuando los participantes desarrollaron un modelo gráfico de la célula con alguna versatilidad para representar algunos conceptos científicos, quedó de manifiesto la uniformidad en términos generales de los gráficos realizados: una célula de forma ovalada. Cuando se les cuestionó por ese fenómeno, todos afirmaron que era una cuestión de costumbre, lo cual se interpretó como un tipo de economía discursiva. Según Rodríguez y Moreira (2002), esta resistencia nace porque tiene una conceptualización implícita, un esquema mental, *“que se aplica del mismo modo ante situaciones semejantes”*.

Parte de la dificultad para cambiar esta representación es su capacidad adaptativa y explicativa. Pozo y Gómez (1998), explican cómo este tipo de concepciones tienen una procedencia cultural y por lo tanto



reglas de conocimiento simplificadoras; también un origen escolar producto de las representaciones deformadas o simplificadas que conducen a comprensiones erróneas o incompletas. Teniendo en cuenta esa economía cognitiva de su uso, la estrategia sería una integración de este modelo a otro con carácter científico como un proceso de construcción del conocimiento.

Secuencia N°2

La última secuencia implica un ejercicio de resignificación, como una fase creativa, una forma de vivenciar el conocimiento que ha desarrollado con el fin de poder exteriorizar estas construcciones mediante el desarrollo de modelos tridimensionales y relatos narrativos (cuentos y obras de teatro).

Actividad N°1: Elaboración de maquetas

Para evaluar el tipo de representación desarrollada por los estudiantes, después de las actividades de observación e identificación de las estructuras básicas, se les pidió elaborar modelos concretos tridimensionales de la célula, con materiales traídos de sus casas, el cual se llevó a cabo dentro del laboratorio para lograr un trabajo autónomo. Cada grupo expuso su producción con el fin de explicar cómo cada elemento en la maqueta se relaciona con el tema asignado (Cuadro 6).

La primera actividad en esta secuencia fue la construcción de modelos concretos llevado a cabo en grupo. Dio la oportunidad de observar sus representaciones celulares tridimensionales, las interpretaciones realizadas en las diferentes secuencias y su capacidad de explicar a partir de sus representaciones analógicas, producto de su creatividad e innovación.

Cuadro 6. Descripción de Secuencia 2. Actividad 1: Elaboración de maquetas.

Tema: Clasificación de las células de acuerdo con sus características.

Actividad propuesta: Comprender el carácter tridimensional de una célula

Lugar: Laboratorio de química y biología de la Institución Educativa

Equipo: Bisturí y pistola de silicona.

Materiales: Materiales reciclados

Tiempo: 3 secciones.

Consigna	Objetivos	Indicadores
Establezcan el carácter tridimensional, así como las diferencias y semejanzas entre las células. Se propone trabajo grupal como modalidad de trabajo. Elabore un esquema de lo observado.	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar la comprensión de la representación de los diferentes tipos de células. - Desarrollar la visión espacial al pasar de la representación plana en dos dimensiones a la representación espacial tridimensional - Trabajar grupalmente en el reconocimiento de estructuras celulares microscópicas permitiendo el intercambio de ideas y opiniones. 	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante establece y explica las diferencias entre células procariota y eucariota. - El estudiante comunica sus observaciones de forma oral, gráfica o escrita. - El estudiante escucha atentamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

En términos generales, los modelos fueron de índole descriptivos, en los cuales se visualizaron claramente sus organelos y aunque se encontraban en una estructura espacial algunas de estas partes siguieron manteniendo su carácter bidimensional. Las exposiciones de sus trabajos mostraron facilidad para reconocer sus partes, en cambio las funciones fueron memorizadas; solo aquellas innovaciones creadas fueron explicadas desde su interpretación. *“Nosotros utilizaremos pilas para las mitocondrias (me muestra un par de baterías descargadas), ya que convierte el oxígeno en energía, entonces vamos a utilizar las pilas y vamos a pasar alambres por todos lados, como si estuviera... el sistema alámbrico”* (explicación dada por E3 y E5)

Secuencia N°2. Actividad N°2: Composición de textos narrativos

Con esta misma idea, de evaluar la riqueza de sus representaciones mentales, se solicitó a los estudiantes la creación de cuentos y puesta en escena de obras de teatro. Como un ejercicio de transformación, la composición de relatos dio la posibilidad que los estudiantes reescribieran sus soportes teóricos dentro de la cotidianidad de sus experiencias reales e imaginarias.

Descripción de la actividad: Se basó en los aportes de Olga Valery (2000) para dirigir la escritura de los estudiantes. El primer paso de esta actividad fue definir el tema, realizada en una discusión grupal orientada por el docente para la generación de ideas. El segundo paso fue la construcción del proyecto inicial donde expusieron su contexto y la trama de la composición. Después, la confección del primer borrador incluyó consultas con el docente y demás compañeros, esto fue de gran utilidad para la organización de ideas y diálogos. Por último se analizó el texto, individual y en grupo con el propósito de adquirir criterios para la revisión.

Cuadro 7. Descripción de secuencia 2. Actividad 2: Composición de textos narrativos.

Tema: Clasificación de las células de acuerdo con sus características.

Objetivo: Relacionar la estructura con la función celular

Lugar: Aula de clase

Materiales:

Tiempo: 6 secciones.

Consigna	Objetivos	Indicadores
Establezcan la relación entre la estructura y función en la célula Se propone actividad grupal como modalidad de trabajo Elabore un relato a manera de cuento y obra de teatro de lo estudiado.	<ul style="list-style-type: none">- Facilitar la comprensión de la representación de las diferentes funciones celulares.- Organizar un relato escrito que explique las funciones de la célula.- Trabajar grupalmente en la elaboración y comunicación de sus composiciones textuales permitiendo el intercambio de ideas y opiniones.	<ul style="list-style-type: none">- El estudiante establece y explica las relaciones entre estructura y función.- El estudiante comunica sus creaciones de forma oral, gráfica y escrita.- El estudiante escucha atentamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos

La razón de construir un modelo físico que atendiera más a su estructura y no a su función obedeció a lo complejo y abstracto del concepto, sumado a la construcción hecha a partir del discurso brindado en el aula (Rodríguez y Moreira, 2002). Como la capacidad explicativa está relacionada directamente con la representación mental elaborada, se hacen evidente, ante estas dificultades en el aprendizaje, implementar más representaciones episódicas para alcanzar a dominar estos conceptos y que entren de esa manera a sus esquemas de asimilación.

La segunda actividad fue la composición de textos narrativos para un cuento y una obra de teatro, a partir de lo comprendido de la célula. Se trató de un ejercicio de reconstruir un discurso propio que extendió su imaginación para crear mundos posibles, con la capacidad de dar significados para escribirle a otro. Sin querer profundizar en el análisis de los textos, situación que exige una investigación aparte (Tapia y Arteaga, 2012), algunas de las tramas propusieron personificaciones imaginarias de células u organelos, las cuales se fueron integrando para construir una historia sencilla. En otros, fueron descripciones de procesos biológicos evolutivos como el surgimiento de las procariontas, las eucariotas y la reproducción sexual.

Estos relatos mostraron las mismas características de sus representaciones gráficas, la descripción de la estructura interna, en la cual trataron superficialmente relaciones entre sus organelos. La más generalizada se encontró con la función del núcleo como director de toda la célula. En condición similar, la mitocondria para generar energía y la membrana en la entrada y salida de la célula. Esta generalidad según Camacho *et al.* (2012), evidenció que los modelos explicativos de los estudiantes, solo presentaron similitud en algunos aspectos con el Modelo Teórico celular.

Durante la elaboración de borradores se pulieron sus escritos con apoyo del docente, de manera que se logró tener una estructura adecuada para ser compartidos a otros, además de ambientarlos con gráficas confeccionadas por ellos mismos. El gran logro de esta parte, fue la oportunidad de escribir un texto, no para una nota, sino como una expresión de sus ideas y sentimientos. Este interés despertado hacia el estudio de la célula es contrario a la apatía inicial, y es producto del diseño de enseñanza que generaron esas actitudes y motivos.

Conclusiones

El análisis de la evaluación diagnóstica mostró una falta de eficacia en la enseñanza de la cé-

El análisis de la evaluación diagnóstica mostró una falta de eficacia en la enseñanza de la célula.

lula. Estas formas tradicionales de acceder al conocimiento científico, como una decodificación de voces autoritarias y dogmáticas, generaron modelos celulares simples e incompletos; que en poco contribuyeron a la transformación de sus explicaciones ingenuas a otras más elaboradas.

La intervención pedagógica presentada buscó ser una propuesta innovadora porque aborda la problemática de la enseñanza de la célula desde otra visión. Vincular al estudiante en los procesos de construcción del conocimiento, con todos sus aciertos e incertidumbres, en esa búsqueda de significado. El esfuerzo del maestro se dirige al estudiante a formas de sorprenderse, incitándolo a interpretar esas voces a partir de relaciones personales y sociales.

Las secuencias estuvieron dirigidas a salvar los problemas relacionados con el plano epistemológico, la ambigüedad de las imágenes; lo relacionado con lo cognitivo, la complejidad de lo visual y las dificultades “técnicas” en la institución educativa. Se evi-

denció cómo la estrategia didáctica mejora el carácter explicativo de las representaciones celulares de los estudiantes, porque permitió el desarrollo de modelos dinámicos que reconocen la relación entre la estructura, el funcionamiento y el medio externo.

No obstante, confiar en poder llevar al estudiante a un modelo celular de carácter científico con solo imágenes, denota el poco entendimiento sobre esta estructura. Pero, ante tremenda tarea intelectual, compleja y exigente, se hace necesario motivar al estudiante para despertar su interés por este tema. Este es un camino largo de doble sentido, lleno de obstáculos para la comprensión, donde el profesor debe trazar rutas y poner puentes. Porque la responsabilidad de precisar lo que se quiere decir y por qué se quiere decir recae sobre el maestro, como negociador entre el macrocosmo cotidiano del estudiante y el microcosmo científico de la célula.

De esta manera se supera la dificultad que presentan sus estruc-

Confiar en poder llevar al estudiante a un modelo celular de carácter científico con solo imágenes, denota el poco entendimiento sobre esta estructura.

turas cognitivas de ser alteradas, ya que en su interacción con diversos juegos semánticos se generan procesos de discusión racional y se involucran de manera afortunada con el saber socialmente decantado. Al trabajar con el lenguaje, los métodos utilizados se construyen a partir de otras dinámicas diferentes a las de sus esquemas internos. A partir de este enfoque vygotskyano, el objetivo fue convertir al estudiante en un mejor oyente, orador, lector y escritor.

En esa construcción de esquemas de la célula se relaciona el conocimiento con el sujeto cognoscente, el elemento primordial para el conocimiento es la imaginación, que como el lenguaje, produce realidad, la incrementa y la transforma (Boom, 1999). Como mediadoras entre el objeto y la densidad del sujeto que lo interpreta, lo hace brillar en un texto para que otros escuchen su voz.

Por lo tanto, esto no tiene que ver con el conocimiento en sí, sino con el modo como nos acercamos a él. Pozo y Gómez (1998) a este respecto concluyen que los currículos en ciencia no descansan sobre los procedimientos, ni la actitud de cómo hacer ciencias. Esta formación científica, basada en sus competencias comunicativas, favorece su tránsito fluir hacia explicaciones más elaboradas y próximas a la ciencia. La comprensión descan-

El uso de ilustraciones favoreció la comprensión de la célula en los estudiantes.

sa en la utilidad dada del material conceptual, el sentido lo encuentra cuando puede adecuar todos esos elementos a una estructura comunicativa que se puede usar si se le requiere.

Los participantes han construido una representación mental de la célula basada en el significado dado a la misma, con la capacidad de adaptarla a las demandas exigidas. Sin embargo, uno de los grandes obstáculos para darle sentido fue su funcionamiento (Rodríguez y Moreira, 2002). Por ello, sería necesario una variedad de modelaciones producidas intencionalmente; las nuevas tecnologías para la comunicación vienen a ofrecernos otros conceptos de espacio tiempo, que invitan a la creación de nuevas representaciones.

En definitiva, el uso de ilustraciones favoreció la comprensión de la célula en los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Narciso Cabal Salcedo. Uno de los aspectos evidente en esta aplicación es su carácter constructivista, el cual fortaleció el interés de los estudiantes en el estudio de

la célula, porque a través del uso de elementos icónicos se pudo organizar sus representaciones y permitir el reconocimiento de la estructura interna celular a partir de sus interpretaciones y la recomposición de textos explicativos.

Bibliografía

- Boom, A., en Filosofía, D., & de la Educación, C. (1999). La Enseñanza como *posibilidad del Pensamiento*. *La Enseñanza como posibilidad del Pensamiento. enseñar ciencia, cómo empezar: reflexiones para la educación científica de base*, 139-165.
- Camacho González, J. P., Jara Colicoy, N., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, T., & Rodríguez Tirado, G. (2012). *Los modelos explicativos del estudiado acerca de la célula eucarionte animal*.
- Casas Moreno, Andrés Fernando; (2013). COLOMBIA EN PISA 2012 Informe nacional de resultados Resumen ejecutivo. Bogotá: ICFES.
- Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Biología de Curtis*. Editorial Médica Panamericana. 7a edición en español.
- Durfort, M. (1998). Consideraciones en torno a la enseñanza de la Biología Celular en el umbral del siglo XXI. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (16), 93-108.
- Duval, R. (2004). *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores en el desarrollo cognitivo*. Cali: Universidad del Valle.
- Gonzalez-Weil, C., & Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9° y 10° grado sobre los conceptos «*ser vivo*» y «*célula*». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(3), Págs-31.
- Guiraud, P. (1979). *La semiología*. Siglo XXI.
- Lopera, C., et al. (2010). Saber 5° y 9° 2009, Resultados nacionales: Resumen ejecutivo. Bogotá, D.C., ICFES.
- Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular.
- Miguelé, M. M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda académica*, 7(1), 27.
- Ministerio de educación nacional. (1998). Lineamientos curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Naturales, vol. 1. Bogotá.
- Perales Palacios, F. J., & Dios Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Pino, C., & Díaz-Levicoy, D. (2013). Análisis de las actividades propuestas en dos textos escolares de primer año medio para la enseñanza de la célula. *Diálogos Educativos*, 26, 18-30.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998). Aprender y enseñar ciencia. *Madrid: Morata*.
- Rodríguez Palmero, M. L., & Moreira, M. A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigações em ensino de ciências*. Vol. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 77-103.
- Tapia Luzardo, F. J., & Arteaga, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 30(3), 0281-294.
- Valery, O. (2000). Reflexiones sobre la escritura a partir de Vygotsky. *Educere*, 3(9), 38-43.
- Viadel, R. M. (2009). Didáctica de la educación artística. *Editorial. Pearson. Madrid. España*. Año. 2007.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje* (pp. 97-115). A. Kozulin (Ed.). Barcelona: Paidós.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación diagnóstica

Cuestionario. Evaluación diagnóstica.

Nombre:

Grupo:

Fecha:

1. ¿Qué interés tiene estudiar la célula para ti?

2. ¿Cómo podemos representar una célula? ¿Cómo haríamos un dibujo de la misma?

3. Si tuviéramos que decir con tres frases lo que es una célula ¿qué diríamos?

a:

b:

c:

¿Y si tuviéramos que decir cómo funciona?

a:

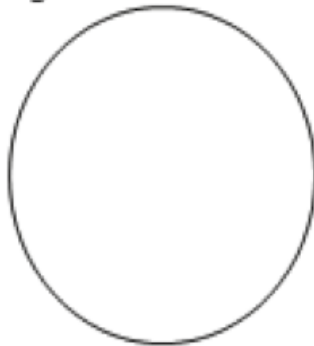
b:

c:

¿Y si tuviéramos que dibujar cómo funciona?

4. ¿Qué le hace falta a una célula para serlo? ¿Qué le hace falta para ser físicamente una célula? ¿Y qué le hace falta para funcionar como una célula?

5. Si lo siguiente fuera una célula ¿qué pondrías dentro?



6. Aprovecha este espacio para explicar el funcionamiento que tú crees que tiene una célula.

7. Imagina una célula y cuenta lo que ves.

8. ¿Te gustaría ver una célula funcionando?