

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**“LAS REPRESENTACIONES PICTÓRICAS DE LOS TEXTOS
ESCOLARES COMO MEDIADORAS DE LA EVOLUCIÓN
REPRESENTACIONAL DEL CONCEPTO DE CÉLULA”**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias
Naturales y Educación Ambiental**

Presentada por:

Linda Arelis Silva Arias

Dirigida por:

Msc. Luz Stella Mejía

Msc. Lucila Medina de Rivas

Medellín, 2006

AGRADECIMIENTOS

Mis primeros agradecimientos, van dirigidos a las personas que colaboraron en la realización de este estudio, comenzando con mis dos asesoras, Luz Stella Mejía y Lucila Medina, quienes lucharon con esmero por que cada día este trabajo tuviese buenos productos. De igual forma, se le agradece a las asesoras por mantener de una manera constante, la meta de formar un profesional autónomo, con la capacidad de poder autoevaluarse y, por brindarme valiosos aportes a la formación como docente, tanto por sus consejos como por sus propias actitudes llevadas al aula de clase; por sus dedicaciones, motivaciones y tolerancia permanente.

A la educadora Berta Lucila Henao le agradezco por sus grandes conocimientos compartidos durante el desarrollo de la carrera y por sus meritorias asesorías.

A la Institución educativa Normal Superior de Envigado, agradezco por permitirme la estadía y brindarme apoyo durante la práctica profesional, la cual, adopte como un espacio más para mi crecimiento personal, aprendiendo tanto de las experiencias vividas con los estudiantes al igual que con las experiencias vividas con los docentes cooperadores.

A la Universidad de Antioquia por darme la oportunidad de estar en sus grandiosos espacios, donde viví experiencias valiosas e inolvidables que ayudaron en mi formación y contribuyeron a realizar mi proyecto de vida.

Por lo tanto, considero que todos los recuerdos que me llevo de la universidad, han construido un camino que llega hasta el corazón, donde, de allí no saldrán. Por eso, alma mater, recordando...recordaras que una egresada más te quiere de verdad.

A mi familia le agradezco por hacer de mi una persona con principios y con espíritu emprendedor, igualmente por brindarme aliento y apoyo en toda mi vida.

Para culminar estos agradecimientos, deseo compartir una pequeña, pero, meritoria reflexión: la profesión de nosotros los docentes es una constante búsqueda y construcción de conocimiento, por esto, nunca culminará nuestro aprendizaje.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
PROBLEMA	12
MARCO REFERENCIAL	13
INTRODUCCIÓN.....	13
LA TEORÍA DEL CAMBIO CONCEPTUAL.....	14
CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LAS REPRESENTACIONES.....	24
CONCEPTUALIZACIÓN DESDE LA BIOLOGÍA	31
OBJETIVOS	34
OBJETIVO GENERAL:	34
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	34
METODOLOGÍA.....	35
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
DISCUSIÓN.....	57
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	67
ANEXO # 1	67
ANEXO # 2.....	68
ANEXO # 3.....	69
ANEXO # 4.....	71
ANEXO # 5	76
ANEXO # 6.....	77
ANEXO # 7.....	78
ANEXO # 8.....	79
ANEXO # 9.....	80
ANEXO # 10.....	81
ANEXO # 11.....	82
ANEXO # 12.....	83
ANEXO # 13.....	84

RESUMEN

El estudio, se lleva a cabo bajo la línea del cambio conceptual, enfocado de una manera especial a la indagación de los factores de la ecología conceptual, específicamente indaga por el factor de los ejemplares e imágenes. Se enmarca bajo una metodología cualitativa donde se utilizan estrategias etnográficas, la muestra son cuatro estudiantes pertenecientes a la Escuela Normal Superior de Envigado, y tiene como propósito determinar si las representaciones pictóricas que traen los textos escolares posibilitan la evolución de las representaciones externas del concepto de célula, en los estudiantes.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha insistido en promulgar estrategias más pertinentes para lograr una educación científica, donde dichas estrategias deben guardar una estrecha relación con el contexto de los estudiantes para obtener mejores resultados en el aprendizaje de los conceptos científicos.

De ahí que, hoy en día a los docentes les preocupe la implementación de nuevas estrategias que motiven y realmente jalonen la comprensión y aplicación de un conocimiento científico adecuado, donde se tiende en diversas ocasiones a pensar que existe una receta para lograr el éxito en sus clases. Por lo tanto, es relevante y necesario que los educadores comiencen a darle un cambio a esas ideas que tienen para la realización de sus clases; donde lo más pertinente sería poder empezar por dejar de lado la creencia de que los estudiantes llegan a la escuela con su estructura cognitiva vacía, ya que, desde los finales de la década de los setenta, la reciente didáctica de las ciencias se ha ampliado y ha dado a conocer lo contrario.

Es así como desde este ámbito de la didáctica de las ciencias emergen distintos enfoques que se han preocupado por la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias desde diferentes ángulos. Entre las más destacables están: la Teoría del Cambio Conceptual propuesta por Posner et.al (1982), la teoría del Aprendizaje Significativo propuesta por (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978) y la corriente encargada de estudiar las concepciones de los alumnos propuesta por (Driver y Erickson, 1978).

Cada una de las teorías mencionadas, ha ido aportando grandes elementos para el desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, resaltando primordialmente la importancia de indagar por las concepciones alternativas de los estudiantes.

En relación a lo anterior, es pertinente destacar en este estudio la importancia de que los docentes se interesen por ampliar cada día sus estrategias y

conocimiento disciplinar, donde, para ampliar este propósito, se recomienda el implementar la investigación en el aula, caso que actualmente se viene trabajando, pero, que por lo general sólo se queda en la indagación de las concepciones alternativas de los estudiantes.

La presente investigación se basa en la teoría de aprendizaje como cambio conceptual, y tiene como propósito indagar por las representaciones externas que tienen los estudiantes sobre el concepto de célula, caracterizando uno de los componentes de la ecología conceptual, los ejemplares e imágenes, el cual fue propuesto en la ampliación que hace Posner et.al (1985) a la teoría del cambio conceptual.

En este sentido, es preciso que se entienda que aunque se encontraron en la revisiones bibliográficas realizadas a nivel nacional e internacional mayor numero de investigaciones que desdibujaban la contribución de las imágenes de los textos escolares, el presente estudio en contraste, apunta a identificar, si hay una contribución favorable de éstas en la evolución representacional del concepto de célula que poseen los estudiantes; e igualmente se debe entender que dicho cambio o evolución representacional es un proceso a largo plazo que avanza poco a poco en el tiempo, donde necesariamente no debe cambiar todo en un momento, sino, que es el cambio de algunos elementos de una manera paulatina.

Se construye entonces un marco referencial, donde se abarcan diferentes conceptualizaciones, la primera desde la teoría del cambio conceptual, la segunda desde las representaciones externas y la tercera desde la biología.

Posterior a esto, se plantean unos objetivos, el general y los específicos, donde para llevarlos a cabo, se utilizan algunas estrategias de tipo etnográfico, tales como: la observación detallada del contexto en el que se encuentra inmerso el objeto de estudio, la entrevista y la encuesta; a su vez, se recoge textualmente los datos arrojados por la muestra tomada, con la finalidad de no tergiversar la

información para luego poder realizar una correcta interpretación de la misma, de una manera descriptiva y coherente.

Adicionalmente se analizan los resultados, es decir, las representaciones externas que los estudiantes arrojaron en los instrumentos planteados, antes, durante y al finalizar la investigación. Del mismo modo, este estudio analiza las representaciones pictóricas de 22 textos escolares de ciencias naturales, lo cual es uno de los fuertes de la investigación, por lo que, el campo de las representaciones externas desde el área de la biología ha sido poco indagado.

Finalmente la investigación da cuenta de algunas limitantes propias del estudio y deja algunos interrogantes que posibilitan el fortalecimiento de la línea de investigación en cambio conceptual pues abre nuevos caminos y perspectivas de investigación futura.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El aprendizaje de los conceptos científicos en los niños ha sido a lo largo de la historia un proceso arduo debido a las dificultades que se han presentado en la enseñanza y aprendizaje. A pesar de las diversas estrategias que los docentes de ciencias naturales han diseñado e implementado en su diaria labor para lograr un buen aprendizaje, los estudiantes siguen mostrando dificultades en la aplicación del conocimiento científico; esto denota la permanencia de las concepciones alternativas en los estudiantes, por lo tanto, es posible considerar que “las ideas de éstos ofrecen una gran resistencia al cambio”, (Vargas , 2005; Wandersee, et.al., 1994) sin embargo se debe tener presente que la adquisición del conocimiento científico de una manera adecuada no solo se ve afectada por las concepciones alternativas que se han ido acumulando a lo largo de la vida de un alumno, también pueden influir otros factores, uno de éstos puede ser cuando en las conversaciones y entrevistas con los docentes en ejercicio del área de las ciencias naturales se logra evidenciar que la fundamentación teórica de ellos para enseñar un determinado concepto, podría influenciar en la permanencia de las concepciones alternativas, es decir, dicha permanencia de las ideas alternativas se debe porque esas ideas son las que tiene el profesorado (Schoon, 1995) citado en (Vega, 2001). Todo esto da paso para decir que la dificultad del cambio conceptual se debe a la presencia de una variedad de componentes en la ecología conceptual (Posner, et.al., 1982)

Un análisis breve de las causas del poco éxito en el aprendizaje, dichas en el párrafo anterior, conduce a reflexionar sobre las representaciones externas, enfocadas al área de la biología.

En el área de biología se encuentra que uno de esos conceptos científicos que tienen justificada su presencia en el currículum académico es el de Célula (Rodríguez, 2002) dado que emite una buena comprensión biológica y da paso al entendimiento de otros procesos biológicos. Se trata de un concepto que tanto los estudiantes de la educación básica como los de secundaria e incluso los de

educación superior adquieren de una manera confusa (Fourez, 1994). En su aprendizaje se detectan dificultades en cuanto a la apreciación de representaciones externas sobre las dimensiones celulares (Díaz y Jiménez, 1993; Florez, et.al., 2003) y al parecer no hay muestra de que los diseños gráficos faciliten la comprensión (Rodríguez, 2002). Una fuerte evidencia de lo anterior son los estudios sobre el papel que juegan las imágenes en algunos libros como posibles transmisores de errores en ciencias experimentales (Pérez, et al., 1999), referente a esto se dice que uno de los ejemplos más destacado son las ilustraciones de célula y su influencia en una concepción plana por parte del alumnado (Manuel y Grau, 1996; Rivera, 2003), también se dice que algunas imágenes carecen o distorsionan información relevante (Pérez, et al., 1999). Generalmente los libros traen representaciones pictóricas con un esquema prototípico: redondeada con orgánulos muy específicamente representados, obteniendo con esto que los alumnos manifiesten una concepción de un modelo estático “huevo frito” (Rodrigues, 2002; Díaz y Jiménez, 1993,1996) e incluso posean la visión de la membrana celular como un elemento sólido y poroso que regula el tránsito de sustancias únicamente por su tamaño o, la idea de la célula con una lámina plana (Vargas, 2005). Al parecer también los docentes presentan problemas con la comprensión del concepto de célula y a la vez manifiestan la complejidad de la enseñanza del mismo (Finley, et.al., 1982).

Por otra parte, no simplemente en el dominio de la biología se muestra lo anteriormente dicho, también en otros dominios se devela que las imágenes en los textos escolares por facilitar información evacuan elementos pertinentes que pueden llegar a tergiversar la interpretación que se hace (Alzate, 1999). Además, desde otra perspectiva están los instrumentos que pueden tender a limitar la observación, como lo sería el reconocimiento de una imagen ambigua (Jiménez, Maria y Díaz, 2003).

Ciertas investigaciones revelan que algunas representaciones externas podrían ocasionar obstáculos en los procesos de aprendizaje del concepto de célula, llevando al estudiante a exteriorizar representaciones impropias del concepto; he

aquí la importancia de las representaciones externas, ya que estas son compartidas con una determinada comunidad donde se permite la interacción en una cultura publicándose el conocimiento. Por esto las representaciones internas pasan a un segundo plano así sean muy relevantes, debido a que, sino son exteriorizadas no se da a conocer la comprensión tangible de su aprehensión (Toulmin, 1977)

En medio de las reflexiones con pares frente a la “problemática” del concepto de célula, surgen durante una clase de futuros maestros ciertos aportes sobre los esquemas prototípicos, de los cuales el más relevante lo proporciona la docente, quien dirige la clase; ya que justifica una vez más, que la forma como se enseña el concepto de célula, específicamente cuando se hace uso de las imágenes de los textos, puede influir en el modelo plano de los estudiantes.

Para comprobar las aseveraciones que se han hecho a lo largo de este trabajo, es pertinente realizar un pequeño rastreo bibliográfico que por factores limitantes como el tiempo y por la intencionalidad que posee esta investigación, se hace necesario, delimitar la búsqueda a textos escolares del grado 5 y 6, elaborados a partir de 1990. Entre los elegidos se nombran algunos autores: (González, 2002; Castro, 2002; Acevedo, 2004; Carrillo, 2004). Posiblemente estos libros manifiesten imágenes tridimensionales de célula, pero de igual forma pueden presentar el mismo diseño en todos, es decir, las organelas siempre están ocupando el mismo espacio en la imagen; lo cual podría ser fuente de interpretaciones inadecuadas

Esta investigación se justifica en el sentido de considerar el concepto de célula como altamente complejo y estructurado y por ende el de su aprendizaje, de ahí que sea necesario investigar como es posible lograr una evolución de las representaciones externas que tienen los estudiantes sobre el concepto de célula.

Dicha investigación es factible de llevar a cabo dado que las representaciones de célula sostenidas por los alumnos, son evidentes en distintos contextos como muy bien lo justifican las referencias. El indagar por las representaciones externas, podría permitir identificar si es posible que evolucionen e igualmente conocer los conceptos más estables y los más dinámicos con respecto al concepto de célula. Por lo tanto a consecuencia de lo planteado es importante investigar el siguiente problema:

PROBLEMA

- ¿Las imágenes presentadas en los textos escolares posibilitan la evolución de las representaciones externas que poseen los estudiantes del grado 5º de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto de célula?

De aquí se desprenden unas preguntas orientadoras de la investigación:

- ¿Cuáles son las representaciones externas que tienen los estudiantes sobre el concepto de célula?
- ¿Cuáles son las imágenes de célula que se presentan en los textos escolares?
- ¿Qué ejemplares e imágenes representan los estudiantes al observar las células mostradas en los textos escolares?

MARCO REFERENCIAL

INTRODUCCIÓN

La investigación presenta un entramado teórico basado principalmente en tres aspectos, el primero es donde se coloca en escena las ideas seminales de la teoría del cambio conceptual propuestas por Posner y et.al en 1982 y a su vez las revisiones que estos le han realizado a la misma, donde se ahonda en los factores que hacen parte de una ecología conceptual. Adicionalmente a esto, se muestran algunas visiones frente a la teoría del cambio conceptual.

Como segundo aspecto se presentan algunos datos claves sobre las representaciones externas al igual que de las internas, pero, ahondando más en las primeras, dado que hacen parte del objeto de estudio de este trabajo.

Finalmente, se muestra una conceptualización desde la biología, a manera breve, donde se exponen las principales características de la célula, teniendo en cuenta el nivel que amerita el estudio.

En este orden de ideas, se comienza a exponer que el aprendizaje de conceptos es un asunto que se ha venido analizando desde la didáctica de las ciencias, la epistemología y la psicología; interrogándose sobre cómo se da el desarrollo histórico de las ciencias y como el alumno aprende los conceptos científicos. A partir de lo anterior, las disciplinas han tratado de encontrar respuestas mediante estudios e investigaciones tanto en el aula como en otros contextos.

En esta perspectiva, surge la teoría de cambio conceptual, marco teórico propicio para esta investigación y que en una línea se considera importante el estudio de las representaciones externas que poseen los estudiantes.

LA TEORÍA DEL CAMBIO CONCEPTUAL

Los seguidores de la teoría del cambio conceptual a lo largo de la historia han venido mostrando diversas posturas frente a esta teoría. La investigación trabaja como eje central los aportes realizados por Posner y sus colaboradores dado que aportaron las ideas seminales a esta teoría, y en sus revisiones traen a la luz el campo denominado ecología conceptual, donde se involucra una interacción dinámica entre la estructura de conocimiento de una persona y el ambiente intelectual en el cual vive (incluyendo las creencias culturales, el lenguaje, las teorías aceptadas, también como los eventos y hechos observados), favoreciendo éste, el desarrollo de algunos conceptos centrales e inhibiendo el desarrollo de otros. Este conjunto de elementos y factores, que aunque diversos y cambiantes, son los que dan identidad a la estructura cognitiva de un estudiante, los cuales, trabajan en aras al mejoramiento del poder explicativo de los conceptos que se comparten en un campo específico.

La temática del cambio conceptual mostrada por Posner et.al es altamente valorada en esta investigación dado que se trabaja con uno de los componentes que hacen parte de la ecología conceptual.

Antes de mostrar cuales son esos factores que constituyen una ecología conceptual, es pertinente conocer la postura que poseen Posner y sus colaboradores, sobre la teoría del cambio conceptual.

En relación con lo anterior, en el año de 1982, Posner, Strike, Hewson y Gertzog comienzan a dar los primeros pasos en el campo del cambio conceptual, es decir, realizan su propuesta inicial, donde pensaban desarraigar las ideas previas e introducir los conceptos, además tal propuesta no *distinguía la forma del aprendizaje de niños, jóvenes y adultos* (Mejía, 2006), considerando el aprendizaje como una actividad totalmente racional. *Racionalidad entendida no como la corroboración empírica, sino en el sentido de que el estudiante sea capaz de resolver nuevos problemas y como estas nuevas ideas pueden*

constituirse en un nuevo marco de interpretación para nuevos problemas intelectuales (Mejía, 2006).

Del mismo modo, la teoría del cambio conceptual estipula que los estudiantes poseen unas concepciones alternativas, las cuales a veces utilizan para trabajar nuevos fenómenos. A esta primera variante de la primera fase del cambio conceptual se denomina *asimilación*. Sin embargo, con frecuencia los conceptos previos en los estudiantes son inadecuados para permitirle captar los fenómenos satisfactoriamente, por lo tanto el educando debe reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales. A esta forma más radical de cambio conceptual se denomina *acomodación*. (Posner, et. al, 1982)

Para que se de una *acomodación* deben existir tres condiciones:

1. *Insatisfacción con las concepciones existentes:* es natural que los estudiantes no cambian sus concepciones si aun creen que éstas les son útiles, por lo tanto se debe causar “conflicto” para que ellos sientan insatisfacción con sus concepciones y se tenga la necesidad de aceptar otras opciones que el docente le brinde.
2. *Una nueva concepción debe ser inteligible:* el estudiante debe entender lo mejor posible el nuevo concepto.
3. *una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente:* el nuevo concepto que sea acogido por los estudiantes debe parecer que tiene la capacidad de resolver los problemas generados por sus antecesores, contrariamente no aparecerá como una elección plausible. La verosimilitud es también resultado de la coherencia que presente los conceptos con otro conocimiento.

4. Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero: debe ofrecer la posibilidad abrir nuevas puertas en áreas de investigación.

A demás de los cuatro aspectos ya mencionados, para que haya la *acomodación* conceptual, también exponen que la ecología conceptual influencia directamente el proceso de acomodación y proponen 5 componentes:

1. **Anomalías:** son aspectos que se salen del marco de explicación del conocimiento del sujeto, es decir, cuando el sujeto bajo un concepto específico no sabe explicar. Por ejemplo cuando un estudiante quiere dar una explicación de la evolución Darwinista, cuando esta acostumbrado a explicar el proceso evolutivo desde una perspectiva lamarkiana; por lo tanto el educando va a poseer problemas al explicar, dado que se sale del marco referencial que lo ha perneado.
2. **Analogías y metáforas:** son herramientas que pueden ser útiles para sugerir ideas y para hacerlas más claras dado que permiten encontrar similitudes con otras cosas distintas, pero, se debe tener mucho cuidado al hacer uso de analogías por que hay unas que posiblemente puedan llegar a causar un obstáculo para el aprendizaje de nuevos conceptos o del mismo que se este tratando. Un ejemplo claro es la analogía de la célula con una empresa, donde el núcleo hace las veces de la dirección de la empresa, las mitocondrias son la central de energía, la membrana celular son las relaciones exteriores, sección de compras y ventas; los lisosomas forman el servicio de preparación de alimentos, limpieza y destrucción de materiales innecesarios, etc.

3. Compromisos epistemológicos:

- a) **Ideales exploratorios:** hace referencia a que por lo general los campos poseen ciertas ideas específicas de las explicaciones satisfactorias que circulan dentro del mismo campo.
- b) **Puntos de vista generales acerca del carácter del conocimiento:** al parecer algunos juicios del conocimiento son independientes de la materia específica, estos son, la elegancia, la parsimonia, la economía y el no ser ad hoc.

Un ejemplo claro que vislumbra los compromisos epistemológicos es la concepción que el educando tiene de la ciencia, como la verdad absoluta e inmutable, donde perciben a los científicos de bata blanca encerrados en un laboratorio sin vida social, concibiendo que en la ciencia solo existe un único método investigativo, el cual es percibido más como un proceso de observación de hechos que como un proceso de construcción de teorías que toma en cuenta tanto las observaciones empíricas como otros aspectos.

4. Creencias y conceptos metafísicos:

- a) **Creencias metafísicas sobre la ciencia:** las creencias sobre los distintos fenómenos son de gran importancia para el trabajo científico, dado que pueden desde puntos de vista epistemológicos permitir que refute o acepte determinadas explicaciones.
- c) **Conceptos metafísicos de la ciencia:** los conceptos científicos poseen con frecuencia una condición metafísica, al ser creencias acerca de los fenómenos que ocurren y ser inmunes a una objeción empírica directa.

Un ejemplo de estas creencias y conceptos metafísicos es cuando se les dice a los estudiantes que el ornitorrinco es un mamífero, pero, a simple vista este animal no cumple con las características suficientes para ser un mamífero puesto que no posee glándulas mamarias y tampoco se le alcanzan a observar las orejas, además su pico es similar al de un pato y su andar como el de un reptil, por lo que, es una explicación contradictoria de su creencia metafísica sobre los mamíferos. Otro ejemplo, desde la física, es cuando se explica al educando el concepto de gravedad, ya que se preguntarían de donde proviene dicha fuerza y esto no se puede ver a simple vista.

5. Otros conocimientos:

- a) **Conocimiento de otros campos:** Las nuevas ideas deben ser compatibles con otras ideas que la gente cree como verdaderas, en otras palabras debe mostrar que los diferentes conocimientos son compatibles con otros campos.

- b) **Conceptos competitivos:** entran los conceptos a competir entre ellos, lo cual hace referencia a que un concepto debe ser más prometedor que sus competidores.

Posteriormente a los 5 componentes planteados, Strike y Posner en el año de 1985 en su ampliación a la propuesta inicial de la Teoría del Cambio Conceptual, cuando pensaban que lo que cambiaba eran las ideas previas e interpretaban el aprendizaje de las ciencias como un proceso de enculturación científica; decidieron incluir 2 componentes más a la ecología conceptual:

6. Ejemplares e imágenes: son ejemplos que sirven de modelo, los cuales influyen la intuición de una persona sobre lo que es razonable. Por ejemplo cuando se le explica al educando lo del ornitorrinco, que los mamíferos poseen glándulas mamarias a excepción de este animal, el cual produce leche por otro

medio, por lo tanto toda regla tiene su excepción; luego al estudiante se le presenta otro animal que pertenece al grupo de los reptiles, pero, no parece un reptil. Si el estudiante lanza una hipótesis donde explique que posiblemente se deba a que ese animal sea la excepción del grupo de los reptiles, estaría recurriendo a razonar que los ejemplos similares exigen explicaciones similares.

7. Experiencias pasadas: hace referencia a experiencias que el estudiante ha vivido años atrás, las cuales contradicen las explicaciones de una nueva concepción sobre los fenómenos. Se logra ver un ejemplo, cuando el estudiante se opone a la comprensión y explicación de la teoría de la relatividad porque contradice la concepción del tiempo absoluto en la cual ha sido formado, además, porque le ha funcionado en sus experiencias pasadas.

Adicionalmente Posner y et. al. En la revisión a su propuesta en el año de 1992, muestran una perspectiva diferente, dada que, exponen el aprendizaje no solo como una actividad racional, es decir, aprender es fundamentalmente, llegar a comprender y aceptar las ideas al ser inteligibles y racionales, pero, a su vez implica tener en cuenta las variables afectivas o motivacionales del estudiante, las cuales tienen gran importancia en el proceso del aprendizaje, en otras palabras, el aprender no implica sólo aspectos racionales sino también afectivos y sociales, de ahí la incorporación de nuevos componentes:

8. Motivación: tiene que ver con lo que más le llame la atención al educando. Un ejemplo de esto, se observa cuando los estudiantes poseen habilidades con el dibujo y si el docente potencia esto, se evidencian mejores resultados en sus trabajos.

9. Metas: referente a las propuestas que cada quien posee para llegar a cumplir o alcanzar un determinado fin, es decir, los estudiantes deben poseer proyectos de vida.

10. Campo social e institucional: el estudiante en el ámbito escolar y en el cotidiano de que manera se desenvuelve, en otras palabras, es conocer esas interrelaciones personales con el entorno que lo rodea.

Culminando la explicación de cada uno de los componentes de la ecología conceptual, es preciso dejar en claro que en la revisión realizada por Posner et.al en el año de 1992 a la teoría del cambio conceptual, estos autores sugieren que lo que cambia es esa ecología conceptual de los estudiantes.

Finalmente, después de conocer un poco los aspectos que Posner y sus colaboradores aportaron a la teoría del cambio conceptual, es pertinente que se vislumbren otras posturas y así tener una aproximación al entramado teórico de esta línea, para esto se toman las diferentes contribuciones de algunos representantes que se han dedicado al estudio del cambio conceptual.

ALGUNAS VISIONES QUE SE TIENEN ACERCA DE: ¿QUÉ ES CAMBIO CONCEPTUAL?

Según Soto en 1998, **Eduardo Mortimer (1993)** presentó un modelo de evolución conceptual en el aula, donde al parecer, sus palabras difieren de los modelos usuales en el sentido de que admite la posibilidad de utilizar distintos modos de pensar en distintos dominios y que una nueva concepción no necesariamente reemplaza ideas previas y alternativas. Difiere también por sugerir que la construcción del significado no siempre ocurre por acomodación de significados previos, también puede ocurrir de modo independiente.

Adicionalmente, Soto en 1998 dice que desde la perspectiva de **Mortimer (1995)** el cambio conceptual está fundamentado en una visión de pluralidad y multiplicidad de visiones sobre la realidad y a su vez está apoyado en el concepto de perfil epistemológico bachelardiano, éste propone una variante muy interesante en torno a cómo concebir el cambio conceptual. En el enfoque bachelardiano el perfil epistemológico tiene la pretensión de constituirse en

herramienta que hace posible la identificación de rupturas históricas que han sucedido en la conformación de los conceptos científicos. “Los estados de pensamiento” por los que atraviesan las diversas conceptualizaciones (realismo ingenuo, racionalismo primero, racionalismo de la mecánica racional, racionalismo completo y racionalismo discursivo); al ser planteados como perfil proporcionan una descripción de los procesos de consolidación de un concepto particular.

De esta manera el perfil epistemológico se constituye para un concepto y posee un carácter idiosincrásico, en el sentido en que corresponde a una racionalidad que se observa y evalúa a sí mismo.

En relación a lo anterior Mortimer (1995) plantea dos distinciones fundamentales que permiten construir un modelo que describe los cambios en el pensamiento de los individuos como resultado de los procesos de aprendizaje, ubicado en el plano de la conceptualización científica.

Mortimer (1995) apoyado en Marton introduce el concepto de perfil conceptual como un sistema súper individual de formas de pensamiento que pueden ser asignadas a cualquier individuo dentro de una determinada cultura. El perfil conceptual es además dependiente del contexto fuertemente enraizado en los distintos antecedentes de los individuos y dependiente del contenido. Al mismo tiempo estas categorías son independientes del contexto, así dentro de diferentes culturas se tienen las mismas categorías para los mismos conceptos.

En segunda distinción, considera el perfil conceptual desde un aspecto dual, en donde cada una de las diferentes zonas que lo conforma está definido por su naturaleza ontológica y epistemológica, permitiendo con esto introducir la idea de que cada concepto científico independientemente de la zona en que se encuentre presenta estas definiciones en particular. De esta manera pueden existir zonas del perfil conceptual cuyos presupuestos epistemológicos sean compartidos, pero en su plano ontológico sean iguales.

Para plantear el aprendizaje de acuerdo con el perfil conceptual es necesario determinar las diferentes divisiones del perfil para cada concepción e identificar sus obstáculos ontológicos y epistemológicos.

Desde otro punto de vista, según Tamayo (2001) para **Vosniadou** el cambio conceptual se da a través de modificaciones graduales de un modelo mental siguiendo otros modelos por la vía acumulativa o por la del cambio. La acumulativa es la adición de una nueva información a la ya establecida, la vía del cambio trae consigo cambios en creencias individuales o cambios en la estructura relacional de una teoría.

Por su parte, Soto en 1998 alude a que el cambio conceptual según Vosniadou, se relaciona con el proceso a través del cual las teorías específicas y sus conceptos entran en contacto con las teorías y conceptos de la ciencia. En este proceso de contacto surgen 3 tipos de modelos mentales, los cuales han sido evidenciados. En un primer lugar se encuentran los *modelos mentales iniciales*, que son construidos por el individuo haciendo uso de su “estructura teórica nativa”, sobre el mundo físico. En ella se reúnen las creencias epistemológicas y ontológicas que permiten construir un mundo coherente al mundo físico.

Este tipo de conocimiento por su naturaleza es muy consistente, lógico y fundamental para el individuo, de aquí que no sea posible compararlo desde ningún punto de vista, con esquemas como “Misconceptions” u otro tipo calificativo parecido.

Una segunda clase son los *modelos sintéticos* que son producto del contacto entre la “estructura teórica nativa” y los conceptos teóricos de las ciencias. Estos modelos se generan en el intento de reconciliar estos 2 tipos de conocimientos. Es aquí en donde surgen las “Misconceptions” y se inicia el proceso de cambio conceptual. Los procesos que permiten desarrollar estos tipos de modelos, pueden surgir de dos maneras: la primera como un simple enriquecimiento

conceptual, que involucra la simple adición de nuevo conocimiento a la estructura conceptual existente en el individuo y en segundo lugar, a través de la revisión de la estructura teórica, lo cual puede envolver cambios en las creencias, que se traducen en cambios en la estructura racional de la teoría, a nivel de los compromisos ontológicos y epistemológicos.

En tercer lugar están los *modelos científicos*, es decir los construidos y aceptados por la comunidad científica. Estos tipos de modelo son descritos por los sistemas teóricos que interpreta la naturaleza desde una visión científica.

Dependiendo del nivel de revisión ya sean las teorías específicas o en la “estructura teórica nativa”, se constituyen diferentes tipos de cambio conceptual por lo general, la revisión a nivel de la “estructura teórica nativa”, considerada como un cambio más radical y difícil, y es aquí donde con mayor fuerza surgen las “Misconceptions”.

Por su parte, **Vosniadou en 1994** Plantea una propuesta de dualidad que consiste en la independencia entre los conocimientos cotidianos y científicos en la medida en que obedecen a estructuras teóricas fundadas desde principios ontológicos y epistemológicos inconmensurables entre sí. Es tan racional y lógico, al mismo tiempo incompatible, lo que construye un individuo haciendo uso de su “estructura teórica nativa”, como las construcciones que realiza el hombre de ciencias y haciendo uso de las estructuras teóricas de las ciencias. Entre tanto en el tránsito al cambio conceptual, Vosniadou introduce una etapa intermedia, en donde las dos estructuras teóricas se reconcilian dando con esto una visión de continuidad entre los conocimientos cotidianos y científico. (Soto, 2003)

CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LAS REPRESENTACIONES

Las representaciones desde la historia hasta el mundo de hoy han sido una temática relevante en el campo de la enseñanza de las ciencias, y son definidas según Greca (2000) citado en Henao (2006) como cualquier notación signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o del mundo interior. Existen dos tipos de representaciones, las externas y las internas, pero, de acuerdo a los asuntos que son objeto de estudio en este trabajo, interesan principalmente las *representaciones semióticas* o *representaciones externas*; donde a su vez es necesario reconocer un poco el papel de las *representaciones internas* o *mentales*, e igualmente, señalar las relaciones y diferencias entre estos tipos de representación.

Según Marckman (1999) citado en Henao (2006) hay posibilidades de identificar cuatro componentes que caracterizan toda representación: *a) un mundo representado -algún aspecto del mundo o de nuestra imaginación-, b) mundo representante -o dominio, simbólico o analógico, que contiene la representación-, c) reglas de representación - que mapean los elementos del mundo representado en el mundo representante- y d) el proceso de representación - sin el cual los elementos anteriores sólo crean un potencial, pero no una representación en sí -.*

Por su parte Duval (2004) citado en Henao (2006) alude a los tres integrantes de toda representación: *a) el objeto representado, b) el contenido de la representación, es decir, lo que una representación presenta del objeto y c) la forma de la representación, o sea su modalidad o registro.*

En este sentido, se mostrará las diferencias y relaciones entre las representaciones externas y las representaciones internas como se había mencionado anteriormente. Las primeras según Eisenk y Keane (1994) citados en Henao (2006), son utilizadas día tras día, las cuales pueden ser: dibujos, mapas, historias, etc.; y, en general, son de dos tipos: *a) las pictóricas o diagramáticas* y *b) las lingüísticas*. Continuando, dicen que las *representaciones*

internas pueden ser: a) *distribuidas* y b) *localizadas o simbólicas*- dentro de éstas se ubican, de un lado, las *representaciones analógicas* y, de otro lado, las *representaciones proposicionales*.

De ante mano es importante tener presente, el porque, es de mayor relevancia en este estudio destacar a las *representaciones externas* o *representaciones semióticas*. La respuesta a lo anterior es por dos razones, la primera es porque la transposición didáctica, pasa necesariamente por la utilización de los *sistemas semióticos* de representación, donde se acude al término *sistema semiótico* porque *cada signo sólo funciona como tal dentro de un determinado sistema*. Asunto ya señalado por Vogotsky (1995) citado en Henao (2006). La segunda razón es porque se puede realizar una lectura de las representaciones externas, caso que es casi imposible de lograr en las representaciones internas, ya que, leer la mente no es trabajo de los didactas.

En relación a lo anterior, cabe anotar que las *representaciones externas* modifican las *representaciones internas o mentales*, de ahí el interés de identificar las primeras.

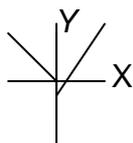
Para realizar dicha identificación se toma en cuenta las ideas expuestas por Eisenk y Keane (1994) citados en Henao (2006) sobre las representaciones externas. Las cuales aglomeran las representaciones externas de la siguiente forma: a) *las representaciones pictóricas o diagramático*, que parecen captar mucho más sobre el mundo que las b) *representaciones de tipo lingüístico* o descripciones: indiscutiblemente, se necesita mucha información lingüística si se quiere describir en lenguaje, la representación de, por ejemplo, un diagrama o del montaje de un experimento.

De este modo, las representaciones pictóricas por ser de tipo analógico, se relacionan especialmente en la estructura de lo que representan; contrariamente las representaciones lingüísticas no tienen la propiedad analógica, ya que, como

lo afirma Saussure (citado en Eisenk y Keane,1994. citados en Henao, 2006) *la relación de la señal lingüística con lo representado es representación arbitraria.*

Adicionalmente a lo señalado, Eisenk y Keane (1994) citados en Henao (2006) dicen que las representaciones tipo lenguaje, se caracterizan por: a) ser *discretas*, es decir, por estar conformadas por símbolos individuales, como las palabras, b) *requerir símbolos explícitos para expresar una relación* –por ejemplo las preposiciones- c) *obedecer a un conjunto de reglas que permiten organizar los símbolos* y d) *ser abstractas*. Contrario a esto, las representaciones pictóricas se caracterizan por: a) *no estar constituidas por alguna unidad específica*, b) *no requerir de símbolos explícitos individuales para establecer relaciones*, c) *no obedecer reglas de combinación* y d) ser concretas, por estar fuertemente relacionadas con la modalidad visual, dicha modalidad en esta época ha prevalecido con mayor potencia, dado que es llamativa a los ojos de la sociedad, de ahí el dicho popular: una imagen dice más que mil palabras. Con lo mencionado no se esta desdibujando las representaciones de tipo lingüístico, simplemente se alude a la importancia que juegan actualmente las imágenes.

Desde la perspectiva de Pozo y Martí (2000) citados en Henao (2006), las representaciones externas se caracterizan en no permanentes y en permanentes, donde, la primera categoría incluye *lenguaje oral o de signos, por ejemplo los gestos*. La segunda categoría abarca las *analógicas como los dibujos, mapas e ilustraciones*; un ejemplo más específico puede ser: la célula que muestran los textos escolares. Igualmente los *Códigos arbitrarios como la escritura y los números* hacen parte de las representaciones permanentes, por ejemplo la fórmula O_2 . Finalmente dentro de esta segunda categoría se encuentran las *representaciones analógicas de relaciones o parámetros como los gráficos y los diagramas*, por ejemplo:



Teniendo en cuenta la clasificación que dichos autores dan a las representaciones externas, ellos a su vez creen que, en conjunto, estas

representaciones a pesar de tener cierta especificidad, comparten la relación de poseer dos cosas, la primera hace alusión a que son *objetos perceptibles, con determinadas características espaciales*, y la segunda a que son *objetos representativos por lo que remiten a otra realidad*, en otras palabras, lo que se quiere dar a entender es que los sistemas externos de representación no son la traducción directa de una realidad, son modelos de esta realidad con determinadas limitaciones y como modelos representativos, establecen una nueva realidad, permitiendo encontrar nuevas relaciones del referente.

Continuando con el entramado conceptual del que se viene planteando, vale resaltar una de las contribuciones que hace Duval (2004) citado en Henao (2006) respecto a la necesidad de disgregar y no confundir *los conceptos, los objetos o entidades* y sus *representaciones* ya que un mismo objeto puede tener varias representaciones, donde, *los objetos son números, rectas, funciones, etc. y las representaciones son gráficos, escrituras decimales o fraccionarias, etc.*

En relación a lo anterior, es pertinente entender a la *semiosis* (que se puede poner por escrito), como aprehensión o aplicación de una representación, y la *noesis* (que se tiene en mente), entendida como formación y adquisición de conceptos. Ambos procesos están bastante relacionados, tanto así que es posible decir “*no hay noesis sin semiosis*”. (Henao, 2006).

Hasta el momento es posible deducir la existencia de diversidad de tipos representacionales o sistemas semióticos como los que han facilitado el estudio de algunos objetos biológicos, por ejemplo la nomenclatura binomial utilizada para la clasificación de las especies, del mismo modo, se halla en el entramado conceptual la necesidad y la importancia de poder realizar la conversión de un sistema a otro, por ejemplo cuando para dar solución a un ejercicio es necesario pasar de una ecuación a un plano cartesiano.

De acuerdo a lo anteriormente dicho, cabe mencionar que la incapacidad de algunos estudiantes para proponer nuevas soluciones pertinentes a los

problemas, posiblemente se deba al *encapsulamiento* de los estudiantes en algún sistema representacional (Duval, 2004) citado en (Heno, 2006), donde, este *encapsulamiento* engecece la posibilidad de identificar algunas representaciones arbitrarias.

Para poder detectar más fácilmente ese *encapsulamiento* en los estudiantes, es relevante que los docentes sean conocedores de las siguientes *actividades inherentes a toda representación*:

Formación del concepto: representar algo a partir de un conjunto de caracteres e intencionalidades. Desde las matemáticas, un ejemplo puede ser el saber conocer el número 5 y también el saber escribirlo. Desde la biología, un ejemplo puede ser el identificar las organelas de la célula.

Tratamiento: se da cuando una transformación produce otra dentro de un mismo registro. Cambios dentro del mismo registro. Por ejemplo la multiplicación horizontal y la multiplicación vertical, están dentro del mismo registro que es la multiplicación y se esta cambiando la forma dentro del mismo registro.

Conversión: Se da cuando la transformación produce otra representación en un registro distinto al de la representación inicial. Cambios de registro. Por ejemplo cuando un estudiante explica la funcionalidad de la célula por medio de la escritura y luego por medio del dibujo.

Desde una perspectiva didáctica, según Duval (2004) citado en Heno (2006), el *cambio de registro* es fundamental para la comprensión del aprendizaje, ya que todos los estudiantes no aprenden del mismo modo ni al mismo ritmo, de ahí la importancia de la transposición didáctica que los docentes realicen en las aulas de clase, teniendo siempre en cuenta el contexto de los mismos.

En relación a lo anterior, es preciso aclarar que la labor de los docentes no es precisamente el enseñar a pasar de una representación a otra, simplemente los

docentes deben mostrar los diferentes sistemas representacionales sin realizarlo de una manera consciente (transformación, conversión), sino inconscientemente.

Finalmente, para dejar en claro y de una manera concreta la temática de las representaciones externas, se trae al papel lo que para Pozo y Martí (2000) citados en Henao (2006) implica la obtención de los sistemas externos de representación. Según estos autores, dicha obtención se da cuando las personas distinguen, reconocen e interpretan ejemplares de cada sistema, llevando a cabo la utilización de los mismos en la resolución de problemas. Para lograr lo anterior, se debe conocer las características y el significado para utilizar adecuadamente la notación.

En este sentido, se debe tener claro que las representaciones externas pueden contener tanto información *implícita* como *explícita*, de ahí que, la interpretación que realicen los estudiantes, requieran de la función metacognitiva, de este modo, es posible decir que la interpretación y comprensión de representaciones externas influyen, en el aprendizaje de los estudiantes. Según lo dicho, vale resaltar el cuidado que se debe tener al realizar una representación externa. (Pozo y Martí, 2000) citados en (Henao, 2006)

Por otro lado, tomando las representaciones externas como un legado cultural, se observa que ofrecen valiosos aportes a la didáctica de las ciencias, de los cuales solo algunos se alcanzaron a vislumbrar en este estudio tanto a manera implícita como explícita de una manera breve.

En relación a lo anterior, Toulmin (1977) citado en Henao (2006) *retomando la idea de Kant, de que toda nuestra experiencia concierne a “representaciones”, no a las “cosas en si mismas”*. Considera que las representaciones internas o mentales son secundarias por relevantes que sean, ya que sino son exteriorizadas no se da a conocer la comprensión tangible de su aprehensión, dado que, de este modo el individuo reconoce si sus argumentos son presentados de manera inadecuada, lo que se hace necesario para que éste

llegue a cuestiones más constructivas y trascendentales en las que identifique que las representaciones son “juicios” coherentes y que su aplicación hace parte de la experiencia. Dicha aprehensión puede ser demostrada mediante la argumentación en actividades colectivas donde se púbrica los procedimientos y habilidades según el caso y la temática conceptual.

Continuando con la perspectiva de Toulmin, considera este filósofo que *son los procedimientos y técnicas de una disciplina científica los que forman sus aspectos comunales y aprensibles y por ende, los que definen el conjunto representativo de conceptos que constituyen la transmisión colectiva de la ciencia* (Henaó, 2006). Para ello, en los conceptos científicos se debe distinguir los siguientes aspectos que este epistemólogo considera: *a) el lenguaje* que son los términos técnicos o nombres de conceptos; *b) las técnicas de representación*, que son las que exhiben las relaciones entre objetos, sucesos y fenómenos naturales al igual que la elaboración de gráficos, diagramas etc. *c) los procedimientos de aplicación de la ciencia, que consisten en disponer de ocasiones empíricas o modos de aplicación para dar uso explicativo a los dos elementos anteriores* (Henaó, 2006).

Estos aspectos que plantea Toulmin respecto a los conceptos científicos; si, logran ser identificados por el individuo, permiten a éste la adopción del lenguaje que esta enmarcado dentro de una disciplina y los conceptos que la conforman, haciendo posible el reconocimiento de limitaciones dentro de una teoría y la aplicación del concepto no sólo desde lo teórico sino también desde la “representación” que surge a partir de la aprehensión del concepto utilizando técnicas apropiadas que definan explícitamente dicha representación, de tal manera que su aplicación al concepto sea acorde a las exigencias del mismo y que a posteriori de origen a discusiones de carácter explicativo frente a la escogencia de técnicas, usos del lenguaje y procedimientos de aplicación de la ciencia, que justifiquen la razón de ser de un concepto dentro de determinada disciplina, cuyo objetivo esencial es la enculturación que para Toulmin significa

la comprensión de todos los aspectos que constituyen una cultura, en donde se requiere de la participación y la toma de posturas críticas por parte del individuo.

CONCEPTUALIZACIÓN DESDE LA BIOLOGÍA

En la educación básica se comienza el proceso de enseñanza del concepto de célula, continuándose con este proceso en la educación secundaria y posteriormente en estudios superiores, de ahí que este concepto es fundamental para la comprensión de otros conceptos biológicos. Debido a lo anterior, los aspectos referentes a la célula conviene tenerlos muy claros, pero, ante todo manejar con cuidado la enseñanza en las primeras etapas escolares en la que se introduce dicho concepto para evitar obstáculos epistemológicos. Por lo tanto en este trabajo se plantean los aspectos más generales de la célula dado que la investigación se llevo a cabo con estudiantes del grado 6.

Entre esos aspectos generales que son mostrados a los estudiantes, esta que las células son estructuras altamente organizadas en su interior, constituidas por diferentes orgánulos implicados, cada uno de ellos en diferentes funciones.

Otro aspecto es que gracias a los avances tecnológicos posteriores a la invención del microscopio, los científicos han comprobado que todos los seres vivos están formados por pequeñas celdas unidas unas a otras. Estas celdas, llamadas células, son la mínima unidad del ser vivo que puede realizar las funciones de nutrición, relación y reproducción.

En si el estudio de la célula se da con la finalidad de comprender como funciona el cuerpo humano sano, cómo se desarrolla y envejece y qué falla en caso de enfermedad, por lo tanto se devela que es imprescindible conocer sobre las células.

Todas las células presentan características comunes, que son:

Características estructurales:

La membrana celular rodea todas las células, es decir, es la parte externa de la célula que envuelve el citoplasma, permitiendo el intercambio entre la célula y el medio que la rodea. Intercambia agua, gases y nutrientes, y elimina elementos de desecho.

La composición química de la membrana esta constituida por lípidos, proteínas y glúcidos en cantidades aproximadamente del 40%, 50% y 10% respectivamente. La parte lipídica se encuentra formada por una película bimolecular que le da organización constituyendo así una barrera, la cual impide el paso de sustancias hidrosolubles.

Por otro lado las proteínas de la membrana se encuentran suspendidas de manera individual dentro de la estructura de los lípidos, formando canales por los que entran a las células, en forma selectiva, algunas sustancias. Estas proteínas no solo hacen que el transporte a través de ella sea selectivo, sino que también son capaces de llevar a cabo transporte activo (transferencia en contra del gradiente de concentración).

El citoplasma es común en todas las células, éste forma la mayor parte del volumen celular y es donde se encuentran inmersos los orgánulos celulares.

El ADN, constituye el material genético de los organismos. Es el componente químico primario de los cromosomas y el material del que los genes están formados. En los organismos pluricelulares el ADN se encuentra generalmente en el núcleo, en cambio en las bacterias el ADN se encuentra en el citoplasma.

El ARN contiene la información genética procedente del ADN para la síntesis de proteínas, es decir, determina el orden en que se unirán los aminoácidos. El ARN estructuralmente se diferencia del ADN por el azúcar, que es la ribosa y en una base, el uracilo, que estaría remplazando a la timina la cual se encuentra es en el

ADN. Además, de esto también se diferencia por su cadena, ya que en el ADN es doble y en el ARN es una cadena sencilla

La célula también posee **características diferenciales y funcionales**, entre ellas esta la *nutrición* donde ellas toman sustancias del medio, las transforman de una forma a otra, liberan energía y eliminan productos de desecho, mediante el metabolismo. Otra función que desempeñan es la *autorreplicación o crecimiento* ya que son capaces de dirigir su propia síntesis, según se estén presentando los procesos nutricionales, una célula crece y se divide, formando dos células, en una célula idéntica a la célula original, mediante la división celular.

La mayoría de células pueden sufrir cambios de forma o función en un proceso llamado *diferenciación celular*. Cuando una célula se diferencia, se forman algunas sustancias o estructuras que no estaban previamente formadas y las que ya estaban dejan de formarse. La diferenciación es a menudo parte del ciclo de vida celular, en que las células forman estructuras especializadas relacionadas con la reproducción, la dispersión o la supervivencia.

Las células poseen una *señalización química* la cual permite que respondan a estímulos químicos y físicos tanto del medio externo como de su interior y, en el caso de células móviles, hacia determinados estímulos ambientales o en dirección opuesta mediante un proceso que se denomina quimiotaxis. Además, con frecuencia las células pueden interactuar o mejor dicho accionar, es decir comunicarse con otras células, generalmente por medio de señales o mensajeros químicos, como hormonas, neurotransmisores, factores de crecimiento, entre otros.

A diferencia de las estructuras inertes, los organismos unicelulares y pluricelulares *evolucionan*. Esto significa que hay cambios hereditarios que están ocurriendo a baja frecuencia en todas las células de modo regular y constante, lo cual puede influir en la adaptación global de la célula o del organismo superior de modo positivo o negativo. El resultado de la evolución es la selección de aquellos organismos mejor adaptados a vivir en un medio particular.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Identificar sí las imágenes presentadas en los textos escolares posibilitan la evolución de las representaciones externas que poseen los estudiantes del grado 5º de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto de célula

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Indagar por las representaciones externas que tienen los estudiantes sobre el concepto de célula
- Analizar las imágenes de célula que contienen algunos textos escolares
- Caracterizar de la ecología conceptual las representaciones externas: ejemplares e imágenes que poseen los estudiantes sobre el concepto de célula

METODOLOGÍA

Es un estudio que se fundamenta en un enfoque cualitativo, donde se retomaron estrategias de tipo etnográfico dado que se estuvo inmerso en algunas de las interacciones de los individuos en su contexto sociocultural, mediante la observación y seguimiento de lo que los educandos realizaron, en otras palabras, la investigación se direccionó a hacer una descripción minuciosa de las representaciones externas que poseen algunos estudiantes de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto de célula.

Por ello el investigador permaneció presente en algunas de las situaciones de la vida de los estudiantes, donde no estuvo totalmente de lleno en el contexto de los mismos, por lo que, la metodología implementada en esta investigación no se puede catalogar del todo etnográfica, pero debe quedar claro que en los espacios compartidos con la muestra se involucro parte de lo que es una investigación etnográfica de forma prolongada, intensa y directa lo que permitió una buena interpretación de datos.

Por su parte la información arrojada por los niños, fue tomada tal cual como lo expuso el objeto de estudio, evitándose así la tergiversación de la misma; teniendo presente la observación de la conducta y los factores externos e internos que influyeron en dicho comportamiento.

La investigación fue de corte longitudinal porque se llevo a cabo mediante una sucesión de momentos temporales, es decir, se tuvo en cuenta las representaciones externas sobre célula arrojadas por la muestra en distintos tiempos.

Los instrumentos y técnicas para la recolección de la información fueron de gran ayuda para el investigador, por lo que facilitaron la comunicación entre éste y el investigado. Se utilizaron algunos instrumentos y técnicas que pueden ser útiles

en un investigación etnográfica, como, la encuesta (ver anexos # 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13), la entrevista (ver anexo # 4) y la observación directa.

Por lo tanto se llevo a cabo la triangulación de tiempo ya que se recogieron datos a través de los instrumentos anteriormente mencionados en tres momentos, (antes, durante y al final de la investigación). Además hubo triangulación de pares con los instrumentos aplicados, lo que permitió tener perspectivas diferentes frente a estos instrumentos, dando así mayor credibilidad al estudio.

Para seleccionar los estudiantes claves en la investigación primero se hizo un acercamiento a la población, de esta manera se logro detectar pequeños aspectos como la escucha y participación en clase, los cuales fueron pertinentes en la elección del objeto de estudio. Luego se realizo una indagación de las representaciones externas que poseen la población de los estudiantes del grado 5D de la Escuela Normal Superior de Envigado, sobre el concepto de célula. En esta fase inicial, se aplico el primer instrumento a una población de 45 estudiantes, donde el investigador realizo un seguimiento a todos los casos, pero, sólo eligió de éstos a 4 estudiantes los cuales fueron la muestra a investigar, caracterizada por:

Pertenecer a un estrato socioeconómico que oscila entre el 3 y el 2, convivir en un grupo familiar regularmente conformado por el padre y la madre. La población investigada posee un nivel de conocimientos básicos sobre el concepto de célula y se destaco por la actitud grata frente a la ciencia, por la capacidad de asombro, por la curiosidad de indagar, por su participación activa en la institución, por su buena disciplina, por su rendimiento académico, por su elegancia, por su parsimonia, por su economía, y principalmente por las representaciones externas que mostraron en el primer instrumento aplicado. (Ver anexos # 6, 7, 8, 9)

Esta muestra elegida consta de 2 hombres y 2 mujeres, a los cuales se les asigno una letra para un optimo manejo en esta investigación y fueron B y C, A y D

respectivamente. Para dar mayor credibilidad al estudio, se muestra en el análisis de resultados evidencias textuales de lo dicho por los estudiantes, cercadas entre comillas, por lo tanto en ocasiones se observan algunos errores ortográficos.

En el primer momento o fase inicial se aplicó el cuestionario para indagar sobre las representaciones externas, éste fue útil tanto para seleccionar la muestra como para el análisis de la misma (ver anexos # 6, 7, 8, 9.). Se hizo una previa transcripción, línea por línea y dibujo por dibujo, posterior a esto se analizaron detalladamente cada una de estas líneas y dibujos, lo que permitió que surgieran dos categorías, *modelo* y *descripción*. De la primera categoría se desglosaron tres subcategorías, *invariable*, *tridimensional* y *diferencial*; de la segunda categoría surgieron dos subcategorías, la *biológica* y la *descriptiva*. Debe quedar claro que de cada subcategoría se derivan categorías secundarias a su vez. Tanto las categorías como las subcategorías y las categorías secundarias fueron debidamente organizadas en una red sistémica, dado que esta herramienta facilita la visualización de los datos.

En un segundo momento o fase, se aplicó la entrevista, la cual consistió en darles a observar 4 esquemas de célula (microfotografía animal, tridimensional animal, plana vegetal, tridimensional vegetal), luego se les realizó preguntas relacionadas a las imágenes que mostraban los textos (ver anexo # 5). La entrevista fue debidamente grabada y a su vez transcripta utilizando numeración línea por línea de una manera inmediata, lo que permitió ser enriquecida con el recuerdo de los tonos y gestos que utilizaron los informantes.

En la transcripción de la entrevista con la finalidad de plasmar en papel copia exacta de lo que la muestra expresó, se manejó la siguiente simbología propuesta por Tezanos en el 2000:

... Los tres puntos suspensivos, indican que hubo un lapso de tiempo.

/ / Estos signos se utilizan cuando se incluye una actitud y no es verbal, por ejemplo: / levanto los hombros/.

() El paréntesis es utilizado en ocasiones que el transcriptor realizó su opinión.

“-----” Las comillas combinadas con subrayado, indican que los datos fueron transcritos casi textuales.

“ ” Las comillas, indican que los datos fueron transcritos a manera textual.

Para este segundo momento también se tuvo en cuenta la organización de datos, de modo que surgieron dos categorías denominadas respectivamente, *modelo de célula* y *percepción frente a las células de los textos*, de la primera se derivan tres subcategorías, la *tridimensional*, la *plana* y la *microfotografía electrónica*, las cuales agrupan aspectos que perciben los niños de éstas.

La segunda categoría agrupa las creencias o concepciones que poseen los niños de los modelos de célula que les fueron presentados. Igualmente como en el primer momento, estos datos fueron conglomerados en una red sistémica, donde permitieron la realización de un respectivo análisis.

En un tercer momento o fase, se aplicó nuevamente el cuestionario aplicado en el primer momento de la investigación, en otras palabras, el cuestionario se aplicó al inicio y al final de la investigación (el mismo en ambas ocasiones, lo que permitió comparar las respuestas y así evidenciar si hubo o no evolución en las representaciones externas que posee el objeto de estudio sobre el concepto de célula).

En el tercer momento de la investigación se encuentran resultados similares a los obtenidos en el primer instrumento aplicado, pero, se hallan algunas características diferentes que por cuestiones de facilitar el análisis, se buscó otra forma de nombrar las categorías, de ahí fue que surgieron dos categorías, la

lingüística y la *pictórica*; de la primera fueron derivadas dos subcategorías, la *estructural* y la *funcional*, sus nombres fueron debidos a las respuestas dadas por los estudiantes ya que se enfatizaron verbalmente en describir elementos de la célula, tales como, la forma, el tamaño, etc. El origen de la segunda subcategoría, fue debido a que los niños, mostraban relaciones específicas con las funciones que puede tener una célula.

De la segunda categoría, la *pictórica*, se derivó tan sólo una subcategoría, la cual recibió su nombre por los esquemas que los estudiantes realizaron, la nominación como tal fue, *estructural*, ya que a manera de dibujos los niños solo dieron cuenta de la parte física de la célula, es decir, de sus organelas y de la distribución de algunas, pero, acá ya no se halló ninguna relación de tipo funcional, por lo tanto no fue necesario hallar otras subcategorías.

Por otro lado, la investigación realizó una revisión en el año 2005 de las imágenes presentadas en 22 textos escolares de los grados quinto y sexto, elaborados a partir de 1990.

Dicha revisión dio cuenta de una categorización inductiva, es decir, que las categorías surgen de los propios textos analizados. Como categoría principal se adopta un pequeño apartado de la clasificación realizada por Otero en (2002) y es la categoría de *ilustrar-facilitar*, dado que las imágenes de célula que contienen los 22 textos de educación básica en ciencias naturales, al parecer son mostradas para facilitar e ilustrar la comprensión del texto. De esta categoría se derivan tres modalidades, la primera se nombra *facilitadora*, la cual comprende a su vez una modalidad secundaria llamada: *poseen un tipo de imagen (microfotografía)*. La segunda modalidad llamada *medio facilitadora* contiene a la modalidad secundaria denominada: *poseen tres tipos de imágenes (plana, tridimensional y microfotografía)*. Por último se presenta a la modalidad *No-facilitadora* que comprende a tres modalidades secundarias llamadas: *poseen dos tipos de imágenes (plana y tridimensional)*, *un tipo de imagen (plana)* y *un tipo de imagen (prototipo)*. Estas categorías o modalidades son sistematizadas en

un cuadro que deja ver tanto el nombre del texto como el año y el autor del mismo (ver anexo # 5).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Gracias a la herramienta de análisis de datos (red sistémica) utilizada en los tres instrumentos aplicados, se hizo posible tener una perspectiva global de las representaciones arrojadas por los estudiantes, sobre el concepto de la célula.

El análisis realizado permitió estudiar las representaciones externas desde muchos puntos de vista. La estructura de la red sistémica logra mostrar la dependencia e independencia entre las ideas, valores y sentimientos que son expuestos por la muestra, dichas expresiones fueron analizadas detalladamente y con gran cautela ya que detrás de una frase se logra encontrar un significado no directamente expresado por las palabras.

En Las respuestas dadas por los estudiantes se vislumbraron representaciones externas categorizadas como: *modelo estructural*, *modelo estructural-funcional* y *modelo antropomórfico*. Estos modelos relativos a la célula se relacionan con los criterios y categorías definidas en la red sistémica que sirvió para llevar a cabo este análisis de las producciones esquemáticas y verbalizaciones obtenidas del alumnado.

El ***modelo estructural*** consiste en las representaciones que agrupan un conjunto finito de elementos, es decir, entidades físicas (orgánulos) (Rodríguez y Moreira, 2003); el ***modelo estructural-funcional*** hace referencia a las representaciones que agrupan tanto un conjunto finito de elementos como a la adjudicación de que la célula realiza funciones en los seres vivos; el ***modelo antropomórfico*** reseña que los seres vivos solo son los humanos y animales, excluyéndose las plantas, lo que puede indicar que los que se encuentren en dicho modelo, estén en el estadio donde denominan vivo a todo lo que tiene actividad, donde relacionan dicha actividad con el funcionamiento del ser humano, según lo planteado por Piaget (1933) citado en Castaño y Leudo (1998).

Para obtener un mejor acercamiento a los modelos representados, se muestran las diferentes categorías obtenidas por medio de la organización de los datos arrojados en el primer instrumento aplicado a la muestra, en una red sistémica. Por lo tanto se da cuenta de cada una de estas categorías para así develar detalles específicos que muestran relaciones merecedoras de ser agrupadas en los 3 grandes modelos anteriormente mencionados, el *estructural*, el *estructural funcional* y el *antropomórfico*.

Una de las categorías que se presentan es **el modelo**, de la cual se derivan tres subcategorías la ***invariable, tridimensional y diferencial***; la primera, adquiere esta connotación por lo que los niños representan siempre en sus dibujos a la célula con una parte esférica en posición central y elementos desde el centro hacia los bordes externos. En otras palabras en el instrumento del cuestionario se les pide la realización de dos dibujos y en ambos dibujan la misma célula con las características ya explicitas.

La subcategoría ***tridimensional***, es llamada así porque un integrante de la muestra fue el único que represento a la célula desde una esquematización tridimensional.

Pasando a la subcategoría llamada ***diferencial***, se encontró que tanto A, B, C y D reconocen que hay diferencias entre una célula animal y una vegetal, develado esto en su expresión: “la célula vegetal es de color verde” y plasmaban de igual manera lo que habían dicho lingüísticamente, en pictórico. Otra evidencia por lo cual se denomino a esta categoría diferencial, fue que en la parte del escrito del cuestionario uno de los educandos (C) escribió: “la célula animal es diferente porque no tiene cloroplastos Célula vegetal es diferente porque tiene cloroplastos”. Esto al parecer denota que para el alumnado lo que es relevante guarda relación básicamente con lo estructural de la célula, dejando de lado en términos de conceptos tanto en el escrito como en el dibujo, conceptos que tengan que ver con el dinamismo que caracteriza a una célula; para ello recurren a conceptos generales antes que a los conceptos científicos específicos del

funcionamiento celular y de su relación con su estructura. (Rodríguez y Moreira, 2003)

Continuando con la subcategoría *diferencial*, se observa en los alumnos que al referirse a las diferentes organelas tanto para la célula animal como para la vegetal aluden a lo siguiente: “si hay diferencias célula animal mitocondrias, ribosomas, reticulo endoplasmaico, lisosomas, aparato de golgi”, “vegetal mitocondrias, ribosomas, Aparato de golgi, reticulo indoplasmatico, lisomas, cloroplasto, vacuolas”; al dibujar no plasman lo que expresan en palabras tan solo colocan bolitas. (Ver anexo # 6) lo que al parecer demuestra que los niños constantemente pueden variar su concepción respecto a las organelas de la célula animal y vegetal, es decir, posiblemente no tengan claro cuales son las organelas que intervienen en una célula animal y cuales en una vegetal, y mucho menos comprenden su funcionalidad. Sin embargo esto no se puede afirmar ya que es posible que haya otras razones, una de éstas puede haber sido el tiempo, el cual se prestaba para limitar el dibujo y no plasmar en él algo más específico (organelas dibujadas, etc.).

A lo largo de este análisis se haya una categoría denominada **descripción** de la cual se derivan dos subcategorías, una **física** y una **biológica**, la primera deja al descubierto el tamaño de la célula donde los estudiantes describen: “estremadamente chica (microscopica)”, “muy pero muy pequeña”, “yo me la imagino muy chiquita”; esto devela cierta influencia de su escolaridad, ya que regularmente el profesorado define la célula como la unidad mínima estructural y funcional de los seres vivos, a su vez les dicen que solo es visible al microscopio; lo anterior no se refleja solo en los docentes, sino, que también en los textos escolares.

Dentro de la subcategoría **física** se haya la descripción de la forma celular, aquí los niños dicen: “como bastones, discos etc. en forma de un huevo. (con un centro)” (ver anexo # 9), “babosa, redonda las vegetales de color verde también obaladas, asquerosas” (ver anexo # 6); se vislumbro una concepción variable de

la forma celular, ya que le adjudican diversos tipos de forma a la misma. Lo anterior se evidencia solo en la parte lingüística, ya que al realizar pictóricamente lo que es una célula, en los puntos del cuestionario que se les pide representarla, siempre la dibujan de la misma forma, en otras palabras, presentan un modelo invariable en las representaciones pictóricas, de modo que al parecer los estudiantes poseen un prototipo de la célula, es posible que esto se deba a la metodología utilizada por algunos educadores para introducir el concepto de célula, la cual posiblemente puede consistir en mostrar imágenes de textos o de carteles, que en ocasiones pueden transmitir errores (Pérez, et al., 1999), o que tan sólo muestren un solo tipo de representación pictórica de la célula.

Prosiguiendo con el análisis se encuentra la *descripción física del color*, donde plasmaron a manera de escritura la siguiente descripción: “las vegetales de color verde” “por ejemplo si a uno le sacan muestra de sangre son mas de 3 células que le sacan a uno”; en estas expresiones se logra detectar aparentemente, que los estudiantes están permeados por un realismo ingenuo, donde es real solo lo que palpamos, vemos y sentimos, por lo que posiblemente los niños le asignan respectivamente dicho color a la célula, asociándolo con lo que hasta el momento han podido percibir.

La otra subcategoría es la **biológica**, emergente de la respuesta dada al siguiente planteamiento: encierra en un circulo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el por qué de tu elección. Los datos arrojados son: “corazón porque hace parte de los seres vivos y todos tenemos”; “árbol porque es un ser vivo”; “bebe porque es un ser vivo”; estas descripciones muestran que los estudiantes son conocedores de que todo ser vivo posee células. Luego se evidencia que las describen biológicamente desde el punto de vista del crecimiento, ya que dicen: “uñas porque crecen en los dedos de un ser vivo”, “Árbol porque las necesita para sacar las hoja y sus flores y haci poder crecer”, “bebe las necesita para vivir y crecer”; “uñas porque necesitan celulas para crecer”.

La descripción **biológica** de la cual se viene hablando en el párrafo anterior devela que los estudiantes implícitamente comprenden que las células cumplen funciones. Uno de los aportes explícitos rescatables es cuando, al dar una explicación del por qué creen que el humano esta conformado por células, responden “porque las celulas trabajan en el cuerpo humano” aquí ya están ampliando un poco la visión dado que entra en el juego un nuevo papel que involucra a la célula no sólo desde lo estructural, sino, también desde lo funcional. Pero se haya durante el camino algo que al parecer puede retroceder lo que se acaba de relatar, es decir que al parecer no hay mucho avance, dado que hubo una ultima categorización denominada seres no-vivos, por lo que los niños al realizar la elección de los dibujos que creían estar compuestos por células, algunos no señalaron al árbol. Esto puede mostrar que hay cierta posibilidad de que algunos niños se encuentren inmersos dentro del estadio antropomórfico planteado por Piaget, donde relacionan los seres vivos con la funcionalidad o actividad de los humanos, excluyendo de este grupo lo que no posee movimiento, ya que, el movimiento es una de las varias actividades realizada por los humanos al igual que por los animales, en este caso los niños excluirían el árbol dado que no realiza desplazamientos de un lugar a otro por si sólo, es decir no consideran el árbol como un ser vivo, o posiblemente no tengan claro la relación que hay entre célula y ser vivo. (Ver anexo # 8)

En el análisis de la entrevista realizada en el segundo momento de la investigación, se hallaron 2 categorías, la primera contiene los tres **modelos de célula** presentados a los niños, en esta segunda intervención por medio de los textos escolares, el primer modelo, es decir, la primer subcategoría derivada de la primera categoría se denomino **tridimensional** ya que la figura más representativa para los estudiantes era de ésta forma, se logra evidenciar que los niños la han visto a lo largo de su estadía escolar mediante los textos y dibujos realizados por sus maestras, para dar fe de estas afirmaciones, se trae al escenario palabras textuales arrojadas en la entrevista por el objeto de estudio:

–“Yo las vi el año pasado con la profesora Nubia...en carteles y en libros...y también las veía en cuarto y en tercero” /señala célula plana y tridimensional/

Esta subcategoría **tridimensional** también contiene aspectos que denotan la percepción de una estructura celular más real que el modelo plano. El objeto de estudio al parecer tiene en claro que una representación es algo que semeja a lo real, pero que no es tal cual, sino, que tiene aproximaciones a lo que puede llegar a ser. De ahí, que ellos consideraron la célula tridimensional como la que mejor representaba una célula de sus cuerpos ya que mostraba detalladamente sus organelas y así podían tener una percepción de cómo es una célula realmente y no escogieron la microfotografía electrónica dado que esta no permitía visualizar perfectamente las organelas de la célula, pero ellos eran conscientes de que esta era como la que poseen ellos en sus cuerpos.

En la segunda subcategoría, **modelo plano**, se devela particularidades semejantes a las expuestas en la subcategoría anterior, con una diferencia enmarcada en cuanto a sus organelas, pues los resultados al parecer permiten descifrar que para la muestra es más entendible la forma plana de la célula dado que muestra mas partes de la misma, esto se puede ver en sus respuestas dadas en la entrevista:

-“Ésta” /señala la célula plana/ “muestra más...las partes y todo.”

–“Que esta” /señala célula vegetal plana/ “muestra más partes... que...que muestraaa...donde están los cloroplasto, las vacuolas y acá”

Presumiblemente lo dicho anteriormente se deba a que algunos niños tienden a buscar lo más fácil de un concepto y por esto acogen o mantienen en su estructura cognitiva, el modelo que le permita esta viabilidad en el aprendizaje, además este modelo plano se le ha expuesto a los estudiantes constantemente de una manera continua en la formación académica, por lo tanto la atribución dada por éstos a la representación plana de la célula también posiblemente se

debió a su permeabilidad recibida durante la construcción del conocimiento escolar.

La tercera subcategoría, **Microfotografía electrónica**, como ya se había explicado en donde se hablaba de la subcategoría tridimensional, agrupa aspectos denotativos de desconocimiento hacia una imagen de esta clase (fotográfica), pero a la vez se evidencia que los niños son conscientes de que ésta es la forma que poseen los humanos; ellos siempre acudían en la entrevista al término humano al referirse a este modelo, ya que el color de esta microfotografía era rosa y como en el instrumento aplicado en el primer momento se evidencio que la muestra le atribuía como característica fundamental el color rosa a las células animales y el verde a las vegetales, entonces probablemente por esto es que hacían uso de esta terminología.

La segunda categoría, denominada **percepciones frente a las células de los textos** es la que permite comprobar que sí puede haber una evolución conceptual, ya que los niños a pesar que muestran en sus representaciones externas, que permanecen con el modelo plano (ver anexos # 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) e incluso la muestra (D) que en un primer momento poseía un modelo tridimensional en su representación pictórica (ver anexo # 6) y luego pasando por un intermedio en el que se le dio una pequeña exposición de las múltiples representaciones pictóricas que puede contener un texto escolar, la niña en el tercer momento, develo la adquisición de un modelo plano (ver anexo # 10), lo que a simple vista significaría un retroceso y no una evolución conceptual, pero que más adelante se aclarara lo dicho según el marco teórico investigado. En esta categoría es evidente que el objeto de estudio tiene claro que lo que les muestran los textos son representaciones y no es la célula realmente, lo cual se puede notificar con sus respuestas:

– “ En verdad...pues...realmente si muestra las partes y todo más o menos como es pero...en verdad en verdad no...pues...eso es como dibujado...como la representación pero si tiene todas esas partes y es así

pero...pues pero no en verdad es así si me entiende” /piensa y mira al investigador/ “no la muestra exactamente.”

–“No yo creo que eso es como una representación como lo más parecido que tiene una célula realmente, pero yo no creo que eso sea...lo la lo real.” (Lo dice muy segura).

Los resultados arrojados en esta entrevista (segundo momento) permitieron corroborar que posiblemente la mayoría de los textos escolares traen imágenes tanto tridimensionales como planas en un mismo libro, lo cual se soporta con lo encontrado en la revisión bibliográfica realizada en el año del 2005 a 22 textos de quinto y sexto elaborados a partir de 1990 (Ver anexo # 5).

No obstante, parece desprenderse también de los resultados que las situaciones (estrategias propuestas por los docentes) ofrecidas a los estudiantes no fueron significativas para ellos o, al menos, lo suficientemente eficaces como para que ellos reestructuraran su concepto de célula en el sentido deseado; por lo que posiblemente los docentes tal vez enseñaron el modelo de la microfotográfica electrónica y por lo mencionado anteriormente la muestra no lo recuerde.

Para (Vergnaud, 1993 citado en Rodríguez y et.al, 2002) las situaciones ejercen un papel esencial en los procesos de conceptualización de lo real; son éstas las que conforman la conceptualización y, por tanto, el aprendizaje. La comprensión y la conceptualización de célula está demandando, pues, nuevas situaciones que posibiliten en el alumnado ese proceso; se derivan, pues, importantes consecuencias pedagógicas, ya que la docencia debe procurar que esas situaciones sean más eficaces.

Prosiguiendo con el análisis, se observó que la tercera red sistémica (ver anexo # 3) obtenida de la aplicación del tercer y último instrumento, el cual poseía las mismas preguntas que contenía el instrumento aplicado en el primer momento, arrojó categorías diferentes, pero que en el fondo poseen familiaridad con las arrojadas en la primera red sistémica. Las nuevas categorías que surgieron

fueron la *lingüística* y la *pictórica*, de la primera se desprenden dos subcategorías, una hace referencia a lo *estructural*, esta recibe este nombre porque allí se agrupan todos los aspectos físicos de la célula, en otras palabras son las descripciones físicas de ésta; la otra subcategoría se denomina *funcional* por que allí se agrupan aspectos que aluden a que la célula realiza funciones.

De la primera subcategoría que arroja la categoría lingüística, se desprenden 3 categorías secundarias, *tamaño, forma y color*.

Tamaño: Se nombra de esta forma ya que el objeto de estudio visualiza a la célula como algo muy pequeño esto se evidencia cuando los niños escriben, “me la imagino muy pequeña”, “pequeña”, “yo pienso de que es una partícula muy pequeña”. Lo anterior posiblemente se deba a que en clases los docentes en sus expresiones utilizan siempre este vocabulario cotidiano, para lograr un entendimiento mejor. Vale anotar que esta característica también estuvo presente en la primera red sistémica.

Forma: Toma este nombre ya que los niños describen de una manera particular a la célula: “es una partícula”, “es la unidad estructural...”, “con un núcleo”, “como una pequeña gota de sangre”. Estas descripciones dadas, posiblemente se deban a que el concepto de célula no es cotidiano sino que se ha introducido a lo largo de la escolaridad, donde se tiende a escoger textos con imágenes llamativas para una mayor motivación y un mejor entendimiento de algunos conceptos (Otero, et.al, 2002), además se ha evidenciado según la revisión bibliográfica realizada en el 2005 por quien investiga (Ver anexo # 5), que de 22 textos escolares de grado 5 y 6, un 70% mostraba la representación de las células en forma circular y semicircular con su núcleo en el centro de esta figura, de lo cual podría decirse que estos libros exhiben un modelo nucleocentrico de la célula, cabe anotar que en estos textos no se reseña que la figura expuesta es una representación, sino, que aparece reseñada como si fuera la célula realmente, pero esto se analizará mejor más adelante. Lo que los niños nos dejan al descubierto, probablemente se deba a la influencia de estas imágenes.

Color: esta categoría secundaria también se halló presente en el primer instrumento aplicado, y toma esta connotación debido a que los estudiantes poseen una constante insistencia desde el primer momento hasta el último momento, en que la célula vegetal es de color verde y la animal de color rosado, esto se puede ver en sus escritos: “que una es verde y la otra rosada”, “puede ser de color verde si es vegetal”, “con un núcleo que se ve como rojo, esta es la animal”. Estos son modos de representar que dan cuenta de una permanencia o invariabilidad en este aspecto, esto presumiblemente se deba a que las imágenes de estas células en algunos textos presentan el tipo de pigmentación que la muestra le adjudica a las células, además algunos docentes ofrecen solo montajes de elodea y de sangre, lo cual puede influir en esta percepción visual que muestran los niños.

La **subcategoría funcional** aglomera aspectos relacionados con la funcionalidad que cumplen las células, de ahí que expresan lo siguiente cuando en la pregunta 3 se les pide que elijan los dibujos que crean conformados por células: “uñas pues porque crecen y tienen vida gracias a las células”, “corazón por que el corazón tiene sangre y la funciona por todo el cuerpo y en la sangre hay células”. La siguiente expresión la da un niño en la primera pregunta, cuando se le pide que describa como se imagina una célula, él realiza una breve descripción y al final termina escribiendo: “es la unidad estructural y funcional de todo ser vivo”. En estas expresiones se observa que la primera se presentó en el primer instrumento y en la misma niña y por el estilo se hallan respuestas que predominan después de pasado un largo tiempo, lo cual al parecer indica que hay incorporación conceptual en el proceso de aprendizaje celular y que están dando mayor relevancia a ciertos conceptos que van incorporando como invariantes; según esto, se podría considerar que efectivamente el proceso de explicación de contenido científico es lento y requiere ayuda (Moreira, 2002; citado en Rodríguez y Moreira, 2003).

Prosiguiendo con el análisis, se halla la categoría denominada **pictóricas** por lo que reúne aspectos obtenidos de los dibujos realizados por los niños. De aquí se deriva la subcategoría **estructural** de la cual surge una categoría secundaria que se le llama **forma** debido a que sus representaciones en dibujo solo dan cuenta de la distribución de organelas, específicamente del núcleo ya que es el que se logra percibir de manera explícita en todos los niños, cada niño (A,B,C,D) en su respectivo orden representa una forma amorfa, semicircular y tridimensional, amorfa y tridimensional, y circular (ver anexos # 13, 12, 11, 10). La particularidad de sus representaciones externas, en este caso las pictóricas, permiten decir que solo plasman lo estructural dejando de lado la parte funcional que si la hacían evidente en la categoría **lingüística**, es preciso aclarar que tanto en el primer instrumento como en este último, el 50% de la muestra represento la estructura celular de igual manera en ambos instrumentos y el otro 50% cambia su forma, específicamente (C y D), el primero paso de una forma semicircular a una forma amorfa y tridimensional y el segundo paso de una forma tridimensional a una forma circular plana, pero ambos conservaron el modelo nucleocéntrico. Es evidente una exteriorización de explicaciones que echan de mano de un mayor número de conceptos generales, los cuales actuarían como elementos importantes y necesarios para la comprensión de lo que es una célula, pero, a la vez podrían actuar como un obstáculo epistemológico (Rodríguez y Moreira, 2002) donde operaría a modo de freno a la hora de incorporar e interiorizar aspectos funcionales de la célula o su integración con las estructuras que los realizan y soportan.

Posteriormente se da paso al análisis en general de los tres momentos, con la finalidad de fusionar los resultados arrojados en la investigación y a su vez realizar una comparación.

Se deduce, como inferencia, de lo que estas personas exteriorizan en escritos, dibujos y verbalmente, la elaboración de representaciones externas de célula que se generan en el momento, para hacerle frente a la demanda solicitada. Tanto en una como en otra fecha (2005 y 2006, cuestionario, entrevista y nuevamente

cuestionario) estos niños han ejecutado una representación externa a manera de hacerle frente al requerimiento hecho de pensar en ese concepto biológico como mundo real, ante la imposibilidad de aprehenderla directamente.

Las investigaciones (Kosslyn, 1986, 1996; Johnson-Laird, 1983, 1996; citadas en Otero y et.al, 2002) muestran que el sistema cognitivo desarrolla un proceso interpretativo de las imágenes externas, que comienza con la percepción, pero "mirar" una imagen, no implica que será "almacenada" directamente en nuestra mente. Para interpretar y entender el discurso visual y verbal (imágenes y palabras), se construye una representación mental en la memoria de trabajo, a partir de la interacción entre representaciones internas y externas se desarrolla un proceso interpretativo de naturaleza estratégica. De aquí que, probablemente por esto en los niños prevaleció el modelo de célula plana tanto en sus representaciones verbales como en las pictóricas, dejando en claro que lo dicho presentaba mayor dominancia en las representaciones pictóricas.

Se logró observar que el objeto de estudio entiende y razona que hay muchas maneras de representar una célula, dada su diversidad, pero que usa una forma típica en sus representaciones, lo cual, fueron modos de actuar semejantes en todos los registros y dieron cuenta de algo subyacente que condiciona su respuesta.

Por otro lado estos esquemas expuestos en los textos escolares, al parecer, son usados con la finalidad de motivar y mostrar estética, enfatizando en aspectos perceptivos e ignorando las dificultades de la representación interna del conocimiento que no tiene relación directa con la representación externa (Otero y et.al, 2002).

Adicionalmente a lo anterior y para que exista una mejor comprensión de lo mencionado, se presentan las categorías emergentes del análisis realizado a los 22 textos escolares del área de las ciencias naturales (ver anexo # 5)

La categoría principal denominada **ilustrar-facilitar** alude a los textos que contienen imágenes con la finalidad de ilustrar o facilitar la comprensión del escrito, haciéndolo más accesible al lector. En esta categorización, se califica como *facilitadores* a los textos que sí explican las imágenes, mientras los que no lo hacen son considerados más "oscuros", en la medida en que no colaboran ni orientan la construcción del discurso visual (Otero y et. al, 2002). De lo anterior se definen tres modalidades:

Facilitador: incluye a los textos que contienen epígrafes correctos en las imágenes, es decir, toman la precaución de aludir en el epígrafe o rotulo si es un modelo de célula o si realmente es una microfotografía de la misma, donde estarían dando a conocer al lector las diferencias que hay entre una representación o modelo y la realidad como tal.

Dentro de la modalidad **facilitador** se incluye la modalidad secundaria denominada de la siguiente forma por el tipo de imágenes que predominaban en el texto:

Poseen 1 tipo de imagen (microfotográfica): en esta modalidad secundaria sólo se identificó un texto escolar, ya que era el único que poseía un epígrafe correcto por lo que correspondía a la imagen mostrada. Para ser más específicos, la imagen presentada era una microfotografía de una célula animal y su epígrafe decía exactamente lo mismo, esto es importante para la comprensión de lo que la imagen desee expresar, ya que si no se explican las imágenes desde sus epígrafes, se les consideraría evidentes, transparentes, o auto-explicativas de por sí, como si ellas fueran "directamente cognoscibles" (Otero y et. al, 2002) y dificultarían la codificación adecuada en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Medio-facilitador: incluye a los textos que contienen varias imágenes, pero, que sólo una contiene el epígrafe adecuado y las otras lo poseen incorrecto.

Dentro de la modalidad **medio facilitador** se incluye la modalidad secundaria nombrada de la siguiente forma por el tipo de imágenes que predominaban en el texto:

poseen 3 tipos de imágenes (plana, tridimensional y microfotográfica): En esta modalidad secundaria sólo se identificó un texto escolar, dado que, abarcaba las características prevaletientes, es decir, poseía imágenes planas que ni siquiera tenían epígrafe y tampoco eran relacionadas en alguna parte del texto, al parecer sólo estaban de “adorno”; también presentaban imágenes de tipo tridimensional pero con un epígrafe incorrecto, por lo que decía: “estructura celular”, “célula animal” y al mismo tiempo poseía microfotografías, las cuales eran connotadas en sus epígrafes de una manera adecuada.

Lo anterior permite en ocasiones realizar una codificación adecuada de las imágenes, ya que al menos una de las tantas imágenes, esta explicada y relacionada con el texto adecuadamente, pero, a la vez deja la posibilidad de que algunos estudiantes realicen interpretaciones inadecuadas, por lo que, el resto de las imágenes (plana y tridimensional) muestran que su epígrafe las cataloga como “célula animal y célula vegetal” sin hacer una aclaración pertinente de que dichas imágenes son representaciones o modelos de célula más no las células como tal, y si a esto le agregamos que el contenido informativo de la imagen es polisémico, es decir, con pluralidad de significados, queda un interrogante grande para predecir cuál va a ser la interpretación que sobre una ilustración va a realizar el educando.

No-facilitador: incluye a los textos que poseen todos los epígrafes de las imágenes incorrectos, además dichas imágenes no son explicadas detalladamente en el texto escrito.

En este sentido los epígrafes de esta modalidad cometen atropellos, ya que, en el epígrafe no se hace explícita la relación que guarda éste con la imagen; dicha relación quedaría en manos del lector, o tendría que ser objeto de tratamiento didáctico.

Dentro de la modalidad **no-facilitador** se incluyen tres modalidades secundarias, la primera es nombrada de la siguiente manera por el tipo de imágenes que predominaban en el texto:

Poseen dos tipos de imagen (plana y tridimensional): En esta modalidad secundaria se identificaron 5 textos escolares, los cuales muestran sus epígrafes inadecuados y en algunos ni se relaciona la imagen en el texto escrito. De esta manera, se espera que se promulgue la advertencia al profesorado de la existencia de ciertas arbitrariedades que a veces encontramos en algunos textos (Perales y Valladares, 2002), para que puedan desenmascararlas con sus alumnos en el trabajo de aula.

La segunda modalidad secundaria es llamada de la siguiente forma por el tipo de imágenes que predominaban en el texto:

Poseen un tipo de imagen (prototipo): en esta modalidad secundaria se encontraron 11 textos escolares, reciben tal connotación debido a que las imágenes son tridimensionales pero figuran como un prototipo ya que es la que más prevalece en los textos y también es la que colocan con mayor frecuencia a realizar en las clases de ciencias naturales, mediante el corte de una bola de icopor donde se colocan las diferentes partes de la célula

Adicionalmente, también posee sus epígrafes erróneos, ya que, siendo un modelo o representación de la célula, se coloca que es la célula como tal. Lo anterior no implica ir en contra de las representaciones que se hacen a la célula, sino a la poca aclaración de las mismas.

Por lo tanto lo más adecuado es poder explicar y hacer entender al estudiante que lo que están observando no es una célula real sino la representación de la misma mediante los epígrafes correctos.

La tercera y última modalidad secundaria es denominada de la siguiente forma por el tipo de imágenes que predominaban en el texto:

Poseen un tipo de imagen (plana): en esta modalidad secundaria se hallaron cuatro textos escolares, caracterizados por presentar sólo imágenes planas,

donde al parecer son considerados como los menos facilitadores de este grupo, ya que, no solo muestran sus epígrafes inadecuadamente sino que también adoptan una imagen menos real en comparación con la tridimensional y la tridimensional prototípica.

En este sentido, cabe anotar que todas las modalidades secundarias pertenecientes a la modalidad de **No-facilitador** presentaban un modelo nucleocéntrico, es decir, tenían el núcleo siempre en el centro y sus organelas regularmente aparecían ocupando la misma posición en la imagen, obteniendo con esto que los alumnos manifiesten una concepción de modelo estático, llegando a fortalecer esto, con la afirmación que algunos docentes realizan, diciendo que la célula más grande es un “huevo frito” (Rodrigues, 2002; Díaz y Jiménez, 1993,1996), sin llegar aclarar que es una analogía, la cual por cierto no es muy adecuada ya que no tiene mucha relación con la célula.

DISCUSIÓN

El proceso de aprendizaje de los conceptos científicos en la línea del cambio conceptual requiere de una intervención adecuada y en el momento preciso. Donde se debe empezar por cambiar la metodología tradicional, dado que, presenta en una de sus características el limitarse solo a seguir un texto escolar, sin llegar a realizar una transposición didáctica del contenido en el texto, por lo tanto la invitación es, conocer una metodología de tipo constructivista, que permita la incorporación del docente en el mundo de la investigación.

En este sentido, es relevante comenzar por promulgar la importancia que tiene en la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos científicos, el conocer las concepciones alternativas de los estudiantes, debido a esto, se han llevado a cabo la realización de un número considerable de investigaciones en educación al respecto, lo cual es destacable en el campo educativo, pero, es recomendable no quedarse sólo en indagaciones de este tipo, ya que, se pueden dar pasos más allá, en otras palabras, indagar por la ecología conceptual del alumnado, lo cual ya se ha venido investigando ultimadamente como lo hace este estudio, específicamente en uno de sus factores, los ejemplares e imágenes.

De ahí que, en el análisis exhaustivo de esta investigación, se concluya que algunos textos escolares de ciencias naturales pueden traer algunas arbitrariedades, ya que, el 90% de los textos escolares revisados poseían algunos epígrafes inadecuados, por lo tanto la recomendación que sugiere este trabajo es que se lleve al aula de clase la realización de críticas tanto de los estudiantes como de los profesores hacia los textos escolares, por medio de los debates, donde a su vez la actividad, estaría jalonando la competencia argumentativa.

Adicionalmente, en el ámbito de las imágenes de la célula que contienen los textos escolares, se considera pertinente que el docente muestre una gama de sistemas representacionales, para así, el estudiante tenga de donde escoger, en otras palabras, lo que se quiere dar a entender, es que no todos los estudiantes

aprenden del mismo modo, además, el presentar un objeto desde diferentes representaciones facilita el aprendizaje de los mismos.

En este sentido, es posible pensar que los estudiantes logran retener información de las representaciones mostradas en los textos, donde a su vez la relacionan con otras cosas, según lo arrojado en este estudio. Eso puede no ser malo, lo importante es saber como canalizar eso que los niños tienen y que expresan con el lenguaje o con las representaciones externas, es decir, como podrían ser mejor utilizadas dichas representaciones que traen los textos, para así conseguir que los estudiantes aprendan las representaciones que la biología ha construido respecto a la célula.

Resulta también fundamental dar cuenta que el objeto de estudio en algunos aspectos debela un verdadero aprendizaje, dado que, hay permanencia de alguna información científica, como lo es la célula asociada al ser vivo, la célula como componente pequeño o micro y la célula como parte estructural de los seres vivos; pero al mismo tiempo, en otros asuntos se muestra un ir y volver a las ideas del conocimiento común, lo que da pie para mostrar que en el aprendizaje al igual que en la ciencia también hay a veces avances y hay a veces retrocesos.

Finalmente se concluye que se requiere de una ampliación de este estudio para decir que las imágenes presentadas en los textos posibilitan la evolución de las representaciones externas que posee el objeto de estudio sobre el concepto de célula, en relación a que los niños adquieran representaciones más acordes con las representaciones que utilizan los biólogos en relación con el modelo de célula. Sin embargo es posible decir que, las representaciones de los textos escolares tienen algunas influencias desde este estudio, por ejemplo la asociación con las formas circulares, geométricas, planas y tridimensionales; la asociación con el color verde en las células vegetales y el rosado en las animales y la asociación con la cantidad de orgánulos en ambas células.

Vale anotar que los anteriores aspectos se encontraban presentes en el texto utilizado para la intervención del segundo momento de la investigación, y a su vez resulta relevante mostrar un caso específico, donde en el dibujo de la célula animal se observaban 3 mitocondrias con su respectiva nominación y en el dibujo de la célula vegetal se observaban aproximadamente 10 mitocondrias, las cuales no estaban nominadas, pero que por su forma, tal vez algunos de los niños la consideraron como tal, lo cual se reflejó en el último instrumento aplicado.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que en la muestra estudiada permanecieron algunas de las representaciones presentes en el texto trabajado con ellos, las cuales fueron expresadas de manera coherente, donde se alcanza a evidenciar la evolución en las representaciones externas sobre el concepto de célula dado que se encontró mayor relación entre la representación lingüística y la pictórica en el último instrumento que la relación presentada en el primer instrumento. Sin embargo no se podría garantizar que permanezca dicha evolución representacional, pero, se podría arriesgar a decir que si el objeto de estudio sigue con entusiasmo y de una manera disciplinada investigando y ahondando en el tema, posiblemente, permanezca e incluso mejore la evolución conceptual en sus representaciones externas sobre el concepto de célula.

Adicionalmente, se encontró que la muestra posee representaciones externas permanentes de tipo analógico, las cuales incluyen los dibujos, según Duval (2004) citado en Henao (2006). De donde surgen tres modelos básicamente, el estructural, el estructural-funcional y el antropomórfico, en un primer momento, dado que finalizando la investigación, es decir en un tercer momento, solo permanece el modelo estructural y el estructural-funcional.

Por su parte, el modelo antropomórfico no permanece, posiblemente porque en el primer momento algunos estudiantes se hallaron afectados por un gran limitante como lo es el tiempo, ya que, al realizar el trabajo apresuradamente cometieron este error, mientras que, en el tercer momento se contó con un poco

más de tiempo, lo que posiblemente ayudo a una mayor concentración, de ahí que presumiblemente se deba la desaparición de dicho modelo.

Con respecto a lo anterior, se ve entonces que el mayor limitante fue el tiempo, debido a que la muestra fue tomada del centro de práctica y sólo era posible el trabajo con ella en los momentos de la misma, caso que obstaculizo un poco el desarrollo de la investigación, dado que, en ocasiones la investigadora podía dedicar mayor tiempo, pero, los estudiantes no estaban en el plantel o se encontraban ocupados en otras actividades.

Para finalizar la discusión, se trae al papel algunos interrogantes que surgieron al culminar la investigación, de ahí que, puedan llegar a ser planteamientos relevantes para futuras investigaciones.

1. ¿Los textos escolares de ciencias naturales presentan una relación coherente entre las representaciones pictóricas y las representaciones lingüísticas?
2. ¿Qué tipo de representación, la pictórica o la lingüística, contribuye de manera favorable en el aprendizaje de los estudiantes de la básica primaria y cual en el aprendizaje de los estudiantes universitarios?, ¿Cuáles son las características de las representaciones externas de los textos que contribuyen favorablemente al aprendizaje?
3. ¿Las imágenes que presentan los textos universitarios poseen un epígrafe adecuado?
4. ¿Cómo están utilizando los docentes las representaciones que traen los textos escolares?

De acuerdo con esta ultima inquietud vale resaltar el lugar importante que ocupa el docente en el desarrollo del proceso del aprendizaje, ya que si, en algunas ocasiones los textos pueden influenciar como sucede en este estudio, el éxito de

que se logre una evolución conceptual en los estudiantes, depende en gran parte de la estrategia utilizada por el docente. De ahí la importancia de seguir indagando en la temática

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, Martha. Et.al. (2002). Conciencia ciencias naturales y educación ambiental. Editorial Norma S.A.
- ALZATE, M.V. (1999). ¿Como Leer un Texto Escolar? Texto, Paratexto e imágenes. *Revista de Ciencias Humanas (Pereira) Vol. 6 (20)*, 114-122
- CAICEDO, Humberto. Et.al. (2000). Entorno sexto ciencias y educación ambiental. Editorial Educar Editores.
- CÁRDENAS, Fidel. Et.al. (2002). Ciencias tecnología y sociedad. Editorial MC. Graw Hill.
- CARRILLO, Esteban. Et.al. (2004). Contextos naturales sexto. Editorial Santillana.
- CASTAÑO y LEUDO. (1998). Las nociones de los niños acerca de lo vivo. Implicaciones didácticas. *Revista de la facultad de ciencia y tecnología. Universidad pedagógica nacional. 4*, 49-57
- CASTRO, Nydia. Et.al. (1997). Ciencia en construcción Quinto. Editorial Oxford University Press-Harla de Colombia.
- CASTRO, Nydia. Et.al. (1997). Ciencia en construcción sexto. Editorial Oxford University Press-Harla de Colombia.
- CASTRO, Nydia. Et.al. (2002). Expedición ciencias naturales y educación ambiental. Editorial Norma S.A.
- CEPEDA, J; ZABALA, C y BELTRAN, Hector. (2000). Tu y la naturaleza. Editorial Migema Ediciones Ltda.

- DÍAZ, J. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 14 (2) ,183-194.
- DÍAZ, J. y JIMÉNEZ, M.P. (1993). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias, N° Extra (IV Congreso)*, 161-162
- FAJARDO CARDONA y HERNÁNDEZ GARCÍA. (1991). El mundo y las ciencias. Editorial Pime editores S.A.
- FINLEY, F. N.; STEWART, J. y YARROCH, W. L. (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*, 66 (4), 531-538
- FLOREZ, F. Et al. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education* vol. 25 (2), 226-256
- FONSECA, Flor Y MÉNDEZ, José. (1997). Ciencias sexto, vida, ambiente y naturaleza. Editorial MC. Graw Hill.
- FOUREZ, G. (1994). La construcción del conocimiento científico. Ed. NARCEA. Madrid
- GARDEAZABAL, León. (2002). Mundo vivo quinto ciencias naturales y educación ambiental. Editorial Norma S.A.
- GONZÁLEZ, Liliana. (2002). Competencias ciencias naturales. Editorial Voluntad S.A.

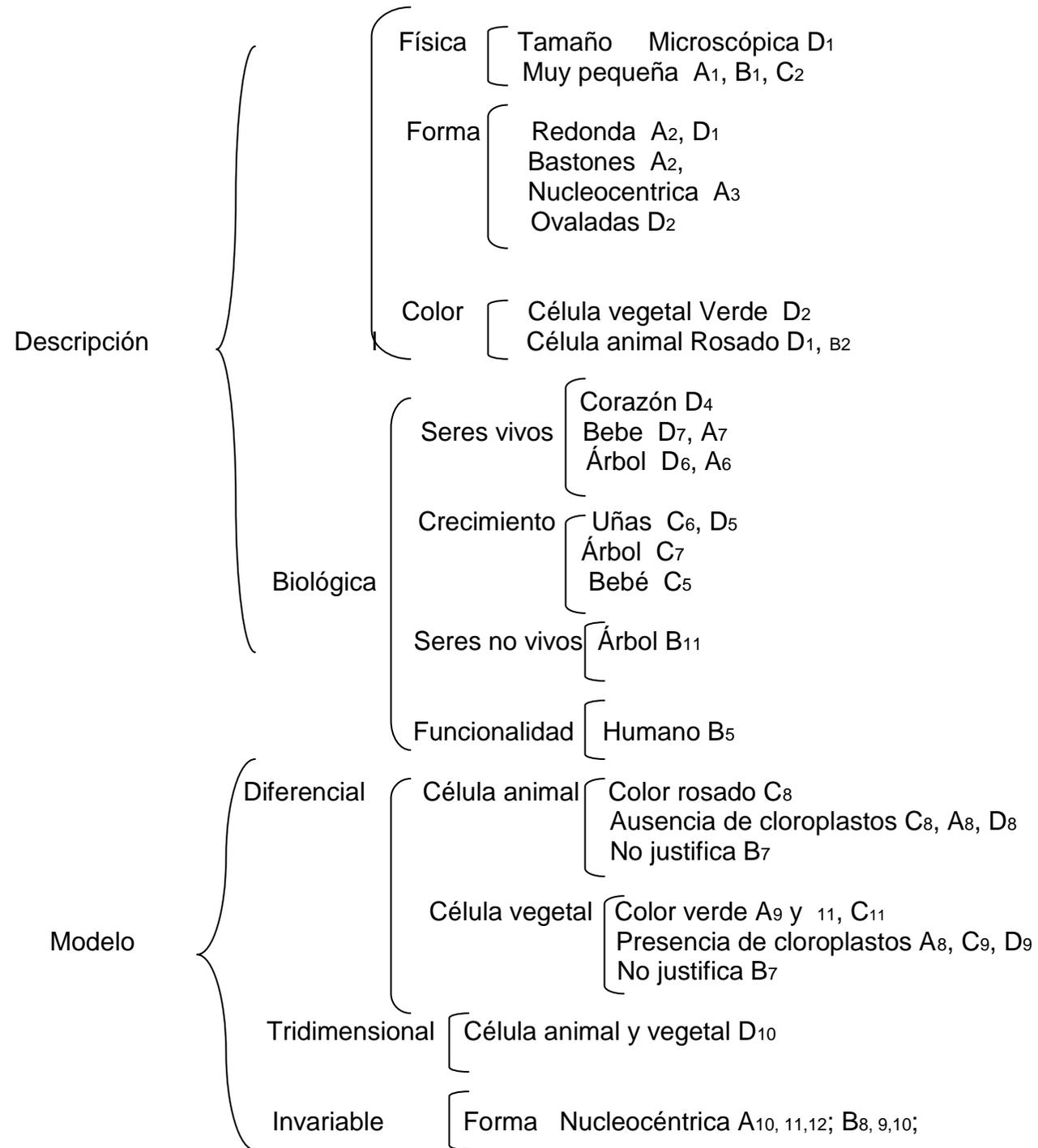
- HENAO, B. (2006). Las representaciones como legado cultural, en: Hacia la construcción de una ecología representacional: una aproximación al aprendizaje como enculturación desde la perspectiva de Stephin Toulmin. Tesis en proceso de construcción.
- IBARRA, J. (1993). Investigaciones sexto. Editorial Voluntad S.A
- IBARRA, Jorge. (1990). Biólogos ciencias naturales y de la salud. Editorial Voluntad S.A.
- JIMÉNEZ, A; Maria y DÍAZ, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 21 (3), 359-370
- Manuel y GRAU, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*, 7, 53-63
- MEJÍA, L. (2006). Una aproximación a la comprensión del aprendizaje como cambio conceptual. Tesis de maestría.
- MELO, Yolanda y BECHARA, Beatriz. (1990). Ciencias naturales sexto. Editorial Santillana.
- MONCAYO, G.A; CAICEDO, H y SOTO, G. (1997). Ciencias sexto naturaleza y salud. Editorial Educar Editores.
- MOREIRA, M.A. (2004). La teoría de los campos conceptuales de Vernaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Porto Alegre: Instituto de física de de UFRGS/ Rodríguez, L; Moreira, A. (2003). Una aproximación cognitiva al aprendizaje del concepto “célula”: un estudio de caso. 117-131

- OTERO, R; MOREIRA, M.A; GRECA, LL. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 7 (2) agosto
- PARGA, Diana. (2003). Inteligencia científica. Editorial Voluntad S.A.
- PARGA, Diana. (1997). Cosmos ciencias naturales y educación para la salud. Editorial Voluntad S.A.
- PÉREZ, E; LLORENTE, L; AMAYA, A. (1999), las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las ciencias revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol.17 (2) junio
- PORLAN, R; et al. Compiladores. (1997). Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias/ Posner, G; et.al. (1979). Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. 89-111
- RIVERA, D.A. (2003). El aprendizaje de la célula en la escuela: ¿concepto o definición?. *TEA: Tecnc episteme y didaxis revista de la facultad de ciencia y tecnología. Numero extra. 255-256*
- RODRÍGUEZ, M.L; MOREIRA, M.A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de célula. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias;* Vol 7 (1) marzo
- ROLDAN, Gabriel. Et.al. (1994). Descubrir sexto. Editorial Norma S.A.
- RUIZ, Julián. (1993). Hola ciencias sexto. Editorial Susaeta.
- SANCHEZ, Clara. Et.al. (1999). Tierra sexto ciencias naturales y educación ambiental. Editorial Libros & Libros S.A.

- SOTO, C. (1998), El cambio conceptual: una teoría en evolución. Revista *Educación y Pedagogía*, Vol. 10 N° 21
- SOTO, C. (2003)), Educación y Formación del Pensamiento Científico. Cátedra Icfes “Agustín Nieto Caballero”, Cambio Conceptual y Educación en Ciencias. Arfo Editores e Impresores Ltda.
- TAMAYO, O. (2001). Evolución conceptual en clases de ciencias. Algunos aportes desde la filosofía de la ciencia, la ciencia cognitiva y el lenguaje, en: Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración. Tesis doctoral.
- TEZANOS, A. (2000). Una etnografía de la etnografía. Aproximaciones metodológicas para la enseñanza del enfoque cualitativo-interpretativo para la investigación social. Editorial Antropos Ltda. Santa fe de Bogota. Pag. 97
- TOULMIN, S. (1977). La Comprensión Humana.
- VEGA. (2001). Tenerife tiene seguro de sol (y de luna): Representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las ciencias revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 19 (1), 31-44 marzo
- WANDERSEE, J. MINTZES, J. y NOVAK, J. (1994) “Research on alternative conceptions in science”, en D. Gabel (Ed) Hand book of research on science teaching and learning. NSTA.S.1, 177-210

ANEXOS
Anexo # 1

Representaciones externas sobre el concepto de célula en el primer momento



Anexo # 2

Representaciones externas sobre el concepto de célula en el segundo momento a partir de la exhibición de imágenes halladas en textos escolares

Modelo de célula

Tridimensional

Vista durante la escolaridad en libros y carteles A_{2,4}; B₁₄; C_{12,13}; D_{8,9}
La perciben más real A₂₉; B₄₉; C_{45,46};
Representa las del cuerpo humano A_{76,77,79}; B_{92,93}; C_{89,90}; D_{86,87}

Plana

Vista durante la escolaridad en libros y carteles A_{2,5} A₅; B_{15,16}; C_{12,13}; D_{8,9}
La perciben menos real pero con más capacidad de Agrupar organelas A_{29,30}; B_{47,48}; C_{44,45}; D_{39,41}

Microfotografía Electrónica

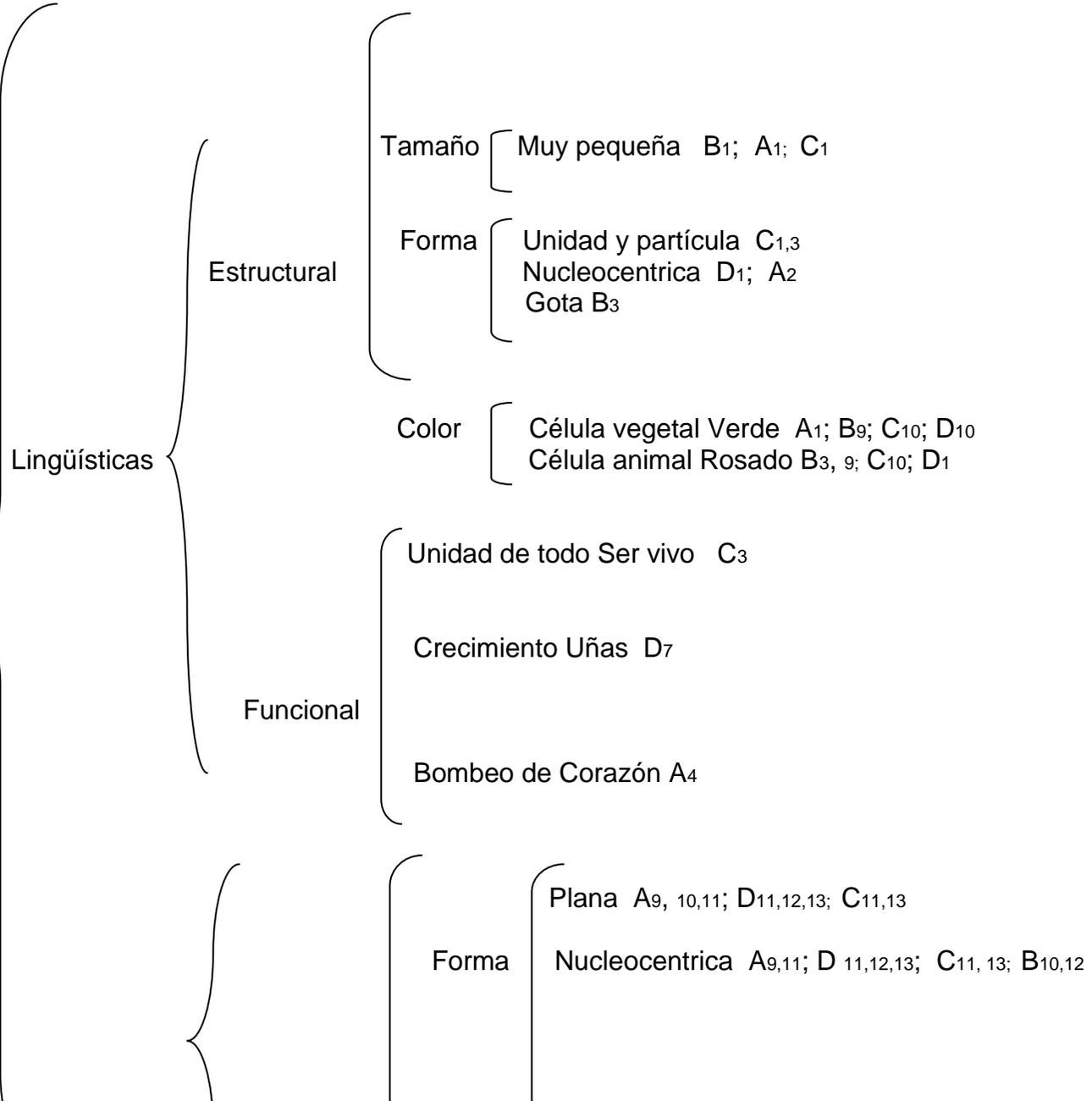
Nunca la habían visto A₂₁; B₁₈; C₂₂; D₂₃
La perciben como las del cuerpo humano A_{75,76}; C_{88,89}

Percepción frente a las células de los textos

Son una representación A_{57,59}; B_{66,68}; C_{63,65}; D_{60,61}

Anexo # 3

Representaciones externas
sobre el concepto de célula en
el tercer y último momento



Estructural

Amorfa A_{9,10,11}; C_{11,13}

Pictóricas

Circular D_{11,12,13}; B_{10,12}

Tridimensional C₁₂; B₁

Anexo # 4

TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTA

Antes de que comenzara la entrevista se les dijo a los niños que observarían 4 imágenes de célula, entre las 3 primeras se encontraba una célula animal y una vegetal, ambas tridimensionales, igualmente observaron una microfotografía electrónica, ambas imágenes fueron halladas en el texto (Tierra 6º, 1999) y en el texto (descubrir 6º, 1994) observaron una célula vegetal plana.

Prosiguiendo, se preguntó a los 4 niños quienes son el objeto de estudio:

1. Investigador -¿Alguna vez habías visto estas imágenes antes? ¿Dónde? en libros, revistas, televisión, etc. ¿Cuándo?
2. A –“Si, en... en el, el año pasado las vi, con la profesora y también en libros”
3. Investigador – ¿Cuál de estas imágenes exactamente viste?
4. A –“Esta” /señala la célula animal/, “esta” /señala la célula vegetal/ “y esta”
5. /señala la célula vegetal plana/
6. Investigador – ¿Cuándo?
7. A – “En quinto”
8. D –“Yo las he visto en carteles así la célula vegetal /señala la plana/ y la animal
9. y también he visto en libros así de la del ser del cuerpo humano.”
10. Investigador – ¿Cuándo?
11. D –“uhh el año pasado.” /levanto su mano/ (aludiendo tiempo pasado)

12. C –“Yo las vi el año pasado con la profesora Nubia...en carteles y en
13.libros...y también las veía en cuarto y en tercero” /señala plana y tridimensional/
14. B –“Yo las había visto el año pasado con la profesora...Nubia, esta”
15. /señala la célula vegetal/, “esta” /señala la célula animal/ “y esta”/señala la
16. célula vegetal plana/
17. Investigador - ¿habían visto esta? /señala la microfotografía electrónica/
18. B –“No...” /Piensa/ “no”.
19. A –“Es lo mismo, pero es mas real.”
20. Investigador -¿pero la habían visto así?
21. A – “Así No.”
- 22.C – “Yo no.”
23. D –“No, había visto algo como en caricatura, pero así no.”
24. A – “Como más dibujado” (lo dice, ayudando a la explicación de D).
25. Investigador -¿Qué diferencias encuentran entre estas dos células? /señala
26. célula vegetal tridimensional y célula vegetal plana/ tengan presente que 27.
ambas son vegetales.
28. A -/piensa/ “que diferencias... que esta está más...pues esta” /señala
29. célula tridimensional/ “está como más real, esta” /señala célula plana/
30. “muestra más...las partes y todo.”
31. Investigador -¿Cuál esta más real? (Pregunta con la respuesta que A

32. realiza para ver su seguridad).

33. A –“Esta muestra más... (Continua explicando la célula plana y no atendió

34. a la pregunta realizada por el investigador en medio de su intervención)

35. pues dibujada pero muestra más las partes...aquí se ve como más....pues

36. no tan... (Parece que duda) yo la había visto bien así /señala célula vegetal

37. plana/ pero así no /señala célula vegetal tridimensional/.”

38. D – “Pues que en...en una se ve como más real y se ven como la la

39. la...más cosas de la célula vegetal.”

40. Investigador – ¿En cuál?

41. D –“En la...en esta “/señala célula plana/ “y en la otra pues es como más

42. tipo caricatura”. /Hace alusión a la célula vegetal tridimensional/.

43. C –“Yo la diferencias les veo es...la estructura celular y que acá”/señala

44. célula vegetal plana/ “tiene más...como es...que se llama

45. esto...umm...cloroplastos que acá...y acá” /señala célula vegetal

46. tridimensional/ “está más real que en esta” /señala célula vegetal plana/.

47. B –“Que esta” /señala célula vegetal plana/ “muestra más partes...

48. que...que muestraaa...donde están los cloroplasto, las vacuolas y acá”

49. /señala célula vegetal tridimensional/ “está más real pero na...pero muestra

50. nada más dos partes... que acá” /señala célula vegetal plana/ (gesticula

51. seguridad en lo que esta señalando y diciendo)...”nada más muestra dos

52. partes.” (Retoma de nuevo una idea anterior, al parecer quiere explicar

53. más, pero se queda allí).

54. Investigador - ¿Creen que las células realmente son así? ¿Porque?

55. A – “ En verdad...pues...realmente si muestra las partes y todo más o

56. menos como es pero...en verdad en verdad no...pues...eso es como
57. dibujado...como la representación pero si tiene todas esas partes y es así
58. pero...pues pero no en verdad es así si me entiende” /piensa y mira al
59. investigador/ “no la muestra exactamente.”
60. D –“No yo creo que eso es como una representación como lo más parecido
61. que tiene una célula realmente, pero yo no creo que eso sea...lo la lo real.”
62. (Lo dice muy segura).
63. C –“Pues yo no pienso que sean así específicamente...”
64. Investigador – ¿Porque?
65. C – “Pues...porque tienen diferentes...tienen diferentes tamaños y formas”
66. B – “No creo que sean así en la vida real porque...pues una célula
67. asíii...así tann...así tan bien estructurada pues o sea...así de esas formas
68. no creo que hayan...pero le hacen un gran parecido a las células
69. vegetales.” (Se noto un poco apenado en ocasiones que parecía no hilar su
70. idea).
71. Investigador – ¿Cuál de las imágenes de célula que han observado, creen
72. que representa mejor una célula del cuerpo de ustedes?
73. A –“Esta”
74. Investigador -¿cuál? ¿La de la microfotografía?
75. A – “A que represente...o sea que...que en verdad la que la muestra más
76. real es esta /señala microfotografía electrónica/ pero la que más representa
77. es esa /señala célula animal tridimensional/.

78. Investigador – ¿La que la muestra más que?

79. A –“Representada en sus partes es esa “/señala célula animal

80. tridimensional/.

81. D –“heee la como la mas real es como la que dice Aura...la que parece así

82. como con....”(estaba retrocediendo a la anterior pregunta y no responde a

83. la actual)

84. Investigador - ¿Cuál de las imágenes cree usted que representa mejor una

85. célula de su cuerpo?

86. D –“huí esta “ /señala célula animal tridimensional/ “por que tiene como más

87. las cosas como en colores entonces uno así las diferencia más fácil.”

88. C – “Yo pienso que la que se parece más a la de nosotros es esta” /señala

89. microfotografía electrónica/, “pero esta” /señala célula animal

90. tridimensional/ “muestra...pues especifica...muestra más las partes de la

91. célula para distinguirla mejor.”

92. B –“Esta” /señala célula animal tridimensional/ “representa más al al

93. cuerpo de nosotros porqueee tiene muchas partes umm también explica

94. explicaaa como son las partes y...y tienen...mucha diferencia...pues

95. sí.....ummm” /piensa/ “se... se diferencian mucho en las partes.”

Anexo # 5

CATEGORIA	NOMBRE DEL LIBRO	GRADO	AÑO	EDITORIAL
No-facilitador (posee 2 tipos de imágenes: plana y tridimensional)	Conciencia Ciencias Naturales y Edu. Ambiental	6º	2002	Norma S.A.
	Inteligencia científica	5º	2003	Voluntad S.A.
	Tu y la naturaleza	5º	2000	Migema ediciones Ltda.
	Hola ciencias	6º	1993	Susaeta
	Descubrir sexto	6º	1994	Norma S.A.
No-facilitador (posee 1 tipo de imagen: plana)	Ciencias sexto naturaleza y salud	6º	1997	Educator editores
	Ciencias Naturales	6º	1990	Santillana
	Tierra un planeta verde	5º	1990	Libros & Libros S.A.
	Entorno sexto Ciencias y Edu. Ambiental	6º	2000	Educator editores
No-facilitador (posee 1 tipo de imagen: Prototipo)	Investiguemos sexto	6º	1993	Voluntad S.A.
	Competencias ciencias naturales	5º	2002	Voluntad S.A.
	Expedición ciencias naturales y Edu, ambiental	5º	2002	Norma SÁ.
	Biólogos ciencias naturales y de la salud	5º	1990	Voluntad S.A.
	El mundo y las ciencias	5º	1991	Pime editores S.A.
	Cosmos ciencias naturales y Edu. Para la salud	5º	1997	Voluntad S.A.
	Contextos naturales sexto	6º	2004	Santillana
	Ciencias sexto vida, ambiente y naturaleza	6º	1997	MC. Graw Hill
	Ciencia en construcción	6º	1997	Oxford University Press-Harla de Colombia
	Ciencia en construcción	5º	1997	Oxford University Press-Harla de Colombia
	Ciencias tecnología y sociedad	6º	2002	MC. Graw Hill
Medio facilitador (posee 3 tipos de imágenes: plana, tridimensional y microfotografía)	Tierra sexto ciencias naturales y Edu. ambiental	6º	1999	Libros & Libros S.A.
Facilitador (posee 1 tipo de imagen: microfotografía)	Mundo vivo quinto	5º	2002	Norma S.A.

Anexo # 6

D

Nombres y apellidos Andrea Cuartas González #11 Sep 21 12:00 Grado 5º D

1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.
 Extremadamente chica (microscópica), rosadita, babosa, redonda,
Las vegetales de color verde también obaladas, Asquerosa,
Con muchos organelos por dentro etc.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



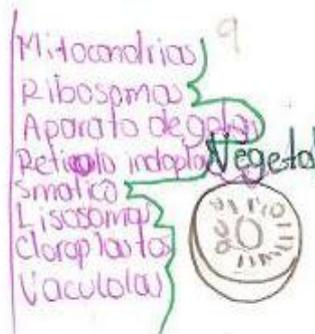
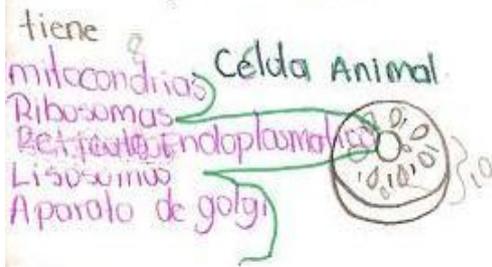
3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.

MUESO Corazón Cuchara Uñas Árbol Bebe Piedras

- 4 Corazón porque hace parte de los seres vivos y todos tenemos
- 5 uñas porque crecen en los dedos de un ser vivo
- 6 Árbol porque es un ser vivo
- 7 Bebe porque es un ser vivo

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una célula vegetal?
 Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.

Si hay diferencias



Anexo # 7

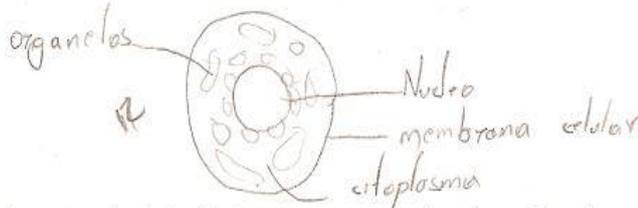
C

Nombres y apellidos Andrés Felipe Rodríguez Carolina #40 Grado 5-D

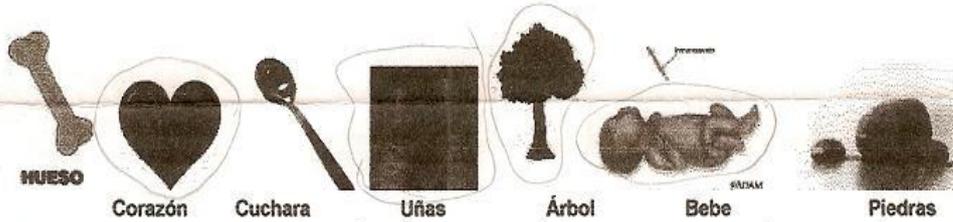
1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

1 Yo creo que una célula es una unidad de vida muy pequeña que está conformada por un núcleo, un citoplasma, varios organelos y una membrana celular.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



4 Corazón porque necesita las células para poder transportar la sangre
 5 Bebe las necesita para vivir y crecer
 6 Uñas porque necesitan células para crecer
 7 Árbol porque las necesita para sacar las hojas y sus flores y así poder crecer

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una célula vegetal? Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.

8 Si Célula Animal Es diferente porque no tiene cloroplasto y es diferente en su color

Célula vegetal Es diferente porque tiene cloroplastos y es de otro color

9

Anexo # 8

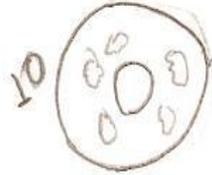
B

Nombres y apellidos Andrés Felipe Restrepo Agudelo Grado 5º D

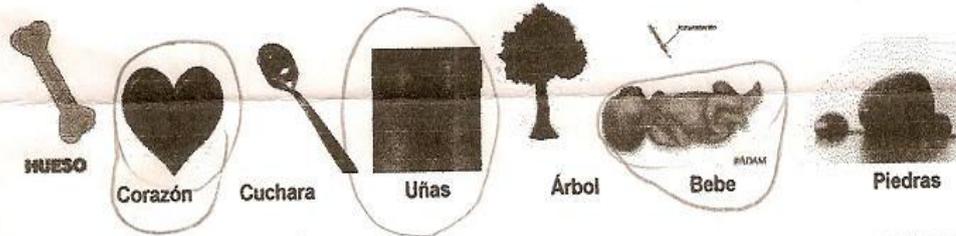
1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

1 yo me la imagino muy chiquita por
 2 ejemplo si a uno le sacan muestra de sangre
 3 son mas de 3 células que le sacan a uno.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



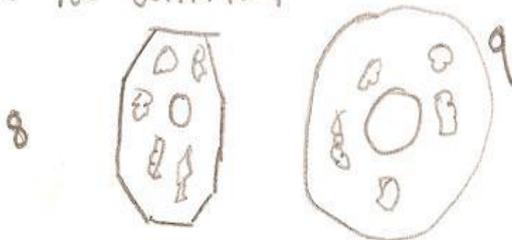
3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



4 por que el corazón tiene sangre.
 5 por que las células trabajan en el cuerpo humano
 6 por que las uñas son pegadas de los dedos

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una célula vegetal?
 Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.

7 por que la célula vegetal no es la misma que la animal



Anexo # 9

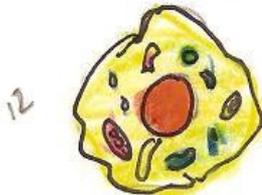
A

Nombres y apellidos Ara Custina Salazar Cordova Grado 5º

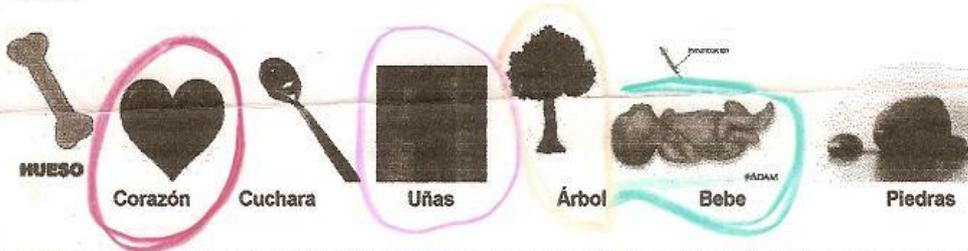
1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

- 1 muy pero muy pequeña con formas al rededor
- 2 como bastones, discos etc
- 3 -En forma de huevo. (con un centro)

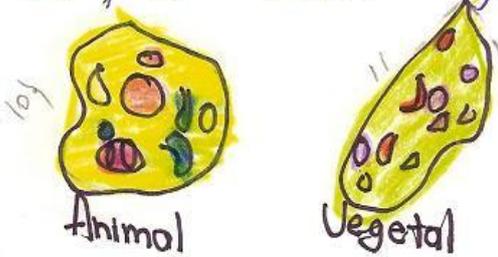
2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



- El corazón:
- 4 En el corazón hay células por que hay sangre y en la sangre hay células.
- Uñas
- 5 Los seres vivos están conformados por células y otras partes, por eso cuando cortamos las uñas salen millones de células.
- 6 Árbol: porque los seres vivos tienen células y el árbol es un ser vivo.
- 7 Bebe: Todos los seres vivos estamos conformados por células.
- 4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una célula vegetal?
Si encuentras algunas diferencias mencionalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.
- 8 (p) Si porque en la célula (animal hay) vegetal hay cloroplastos y la célula vegetal es de color verde.
- 9



Anexo # 10

D

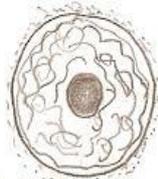
Nombres y apellidos Andrea Cuartas González grado 6^aA

1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

- 1) Con un núcleo que se ve como rojo sin
- 2) puntos totalmente plano y al rededor con muchos
- 3) carne y como tripa en el citoplasma.
- 4) de color rojo y en la membrana como
- 5) con puntitos y rímaxi, esta es la animal.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.

13



3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



- 6) Corazón Porque esta compuesto de sangre y la sangre tiene células, además es una parte importante de un ser vivo.
- 7) Uñas: Pues porque crecen y tienen vida gracias a las células.
- 8) Árbol: Porque es un ser vivo y todos los seres vivos tienen células.
- 9) bebe: Pues porque es un ser humano y es un ser vivo.

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una vegetal?

Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.

- 10) Si. Pues porque son de diferente color y la célula vegetal tiene algunas cosas que la animal no, como los cloroplastos.



Anexo # 11

C

Nombres y apellidos Andrés Felipe Rodríguez Cardona grado 6-E

1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

1. Yo pienso de que es una partícula, muy
2. pequeña y que se encuentra entre nosotros, es
3. la unidad estructural y funcional de todo ser
4. vivo

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



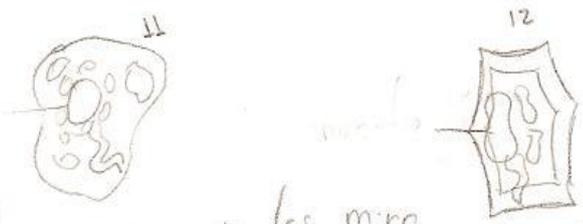
3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



El hueso y tiene células, las uñas están compuestas por células, el corazón tiene células, un bebé tiene células y un árbol tiene células vegetales.

- 5 Hueso: El hueso tiene células en su interior (animales)
- 6 Corazón: Tiene células en su interior (animales)
- 7 Uñas: Están formadas por células (animales)
- 8 Bebe: Se forma con células y tiene células (animales)
- 9 árbol: Tiene células en sus hojas y en su interior (vegetales)

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una vegetal?
Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.



10 La diferencia que yo les miro es que la célula vegetal tiene más mitocondrias que la célula animal y que una es verde y la otra rosada.

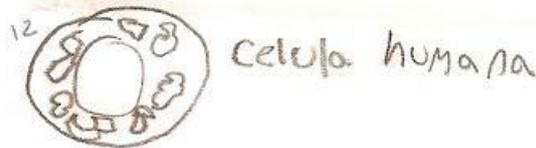
B

Nombres y apellidos Andrés Felipe Restrepo grado 6ºE

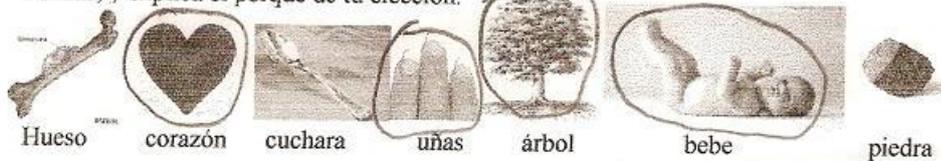
1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

1 una célula me la imagino muy pequeña como
 2 el tamaño de una pequeña parte de una uña
 3 o como una pequeña gota de sangre o mas
 4 pequenita.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.

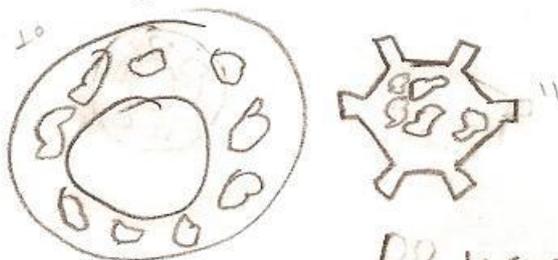


3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



- 5 El corazón por que es parte del cuerpo y el cuerpo tiene demasiadas células.
- 6 Las uñas por que ellas conforman parte de las manos.
- 7 El bebe por que es un humano y el humano tiene demasiadas células.
- 8 El árbol por que toda planta tiene células.

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una vegetal?
 Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.



La diferencia es que una es verde y la otra no y los humanos no pueden cosechar su propio alimento.

Anexo # 13

A

Nombres v

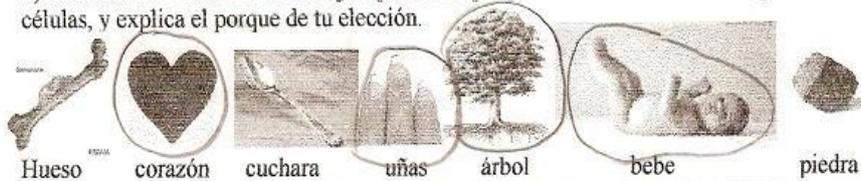
1) Describe con tus palabras como te imaginas una célula.

1) orgánulo, puede ser de color verde si es vegetal,
 2) con núcleo, con mitocondria, las paredes celulares
 3) y todas sus partes.

2) Realiza un dibujo como tu creas que sea una célula.



3) Encierra en un círculo los dibujos que creas que puedan estar conformados por células, y explica el porque de tu elección.



4) Corazón: Por que el corazón tiene sangre y la fuerza por todo el cuerpo y en la sangre hay células

5) Uñas: Cuando nos cortamos las uñas (base) si observamos con un microscopio hay millones de células

6) Arbol: Tiene células vegetales en sus hojas

7) Bebe: Todo ser vivo tiene células, pueden ser unicelulares o multicelulares este es multicelular

4) Crees que hay diferencia entre una célula animal y una vegetal?
 Si encuentras algunas diferencias menciónalas y luego dibuja una célula animal y una célula vegetal.

8. Diferencias: las bacterias, el color verde
 animal vegetal

