

**CARACTERIZACIÓN DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL EN  
ESTUDIANTES DE QUINTO GRADO DURANTE UNA PRÁCTICA  
SOBRE CÉLULA VEGETAL**

**JHON ALEXANDER JARAMILLO USME**

**ASESORAS**

**LUZ STELLA MEJÍA ARISTIZÁBAL**

**LUCILA MEDINA DE RIVAS**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**FACULTAD DE EDUCACION**

**DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES**

**MEDELLIN**

**2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

Hay mucha gente a la que quiero agradecer, de alguna manera todos a quienes conozco hicieron parte de este proyecto, que ahora es realidad.

Primero a mi familia que me apoya y me da fuerza para hacer las cosas bien, junto a ellos Marcel, mi mano derecha durante toda la investigación y a los amigos de siempre, a los que están ahí en las buenas y en las malas, a Clown Box y a mis Asesoras de Trabajo de Grado, a los profesores y a los compañeros de la U., por toda la paciencia que tuvieron conmigo y por esperarme tantas veces

Quiero agradecer, de otro lado, al Centro de Práctica: Institución Normal Superior de Envigado, en ella a todas las personas vinculadas con este proyecto, tanto de Práctica como de Investigación y al más importante: "Pipe", quien soportó las largas horas de preguntas y mi insistencia con la célula vegetal.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. RESUMEN	5
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	6
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL EN EL CAMBIO CONCEPTUAL	11
3.2. RASGOS DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL	16
4. OBJETIVOS	19
4.1. GENERAL	19
4.2. ESPECÍFICOS	19
5. METODOLOGÍA	20
6. RESULTADOS	23
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
8. CONCLUSIONES	37
9. BIBLIOGRAFIA	41
10. ANEXOS	45

## **LISTA DE TABLAS**

	pág
TABLA Nº 1: ESQUEMA GENERAL DE LOS RESULTADOS EVIDENCIADOS EN LA INVESTIGACIÓN	45

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO Nº 1: ESQUEMA GENERAL PARA IDENTIFICAR RASGOS DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL	46
ANEXO Nº 2: ALGUNOS APUNTES TOMADOS DURANTE UNA CLASE DE CIENCIAS NATURALES.	47
ANEXO Nº 3: CUESTIONARIOS PARA EL RECONOCIMIENTO DE IDEAS PREVIAS	48
ANEXO Nº 4: LECTURA SOBRE JUAN Y LA ENSALADA	49
ANEXO 5: ALGUNOS APUNTES TOMADOS DURANTE LA DISCUSION PREVIA A LA PRÁCTICA	50
ANEXO Nº 6: TRANSCRIPCIÓN DE UNA CONVERSACIÓN DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO EN EL JARDÍN	52
ANEXO Nº 7: JUNTO AL MICROSCOPIO	56
ANEXO Nº 8: ENTREVISTA POSTERIOR AL LABORATORIO	57
ANEXO Nº 9: ACTIVIDADES ELEGIDAS PARA TOMA DE DATOS	60

## 1. RESUMEN

En este trabajo se presenta el informe de una investigación tendiente a caracterizar la Ecología Conceptual de un estudiante de quinto grado en la Institución Educativa Normal Superior de Envigado, durante el desarrollo de una práctica de observación de célula vegetal.

La ecología conceptual caracterizada durante la investigación recoge algunos aspectos racionales, sociales y motivacionales que le permitieron al estudiante acercarse a un concepto de célula vegetal más acorde con sus necesidades intelectuales y con la concepción científica de esta en medio de una visión cambiante de las ciencias.

Durante la investigación se cuestionó al estudiante constantemente con el fin de extraer algunas respuestas que evidenciaran la existencia de ciertos componentes de la ecología conceptual para su posterior caracterización.

Todo lo anterior enmarcado en el modelo de enseñanza – aprendizaje de Cambio Conceptual propuesto por Posner et al (1982) y las posteriores ampliaciones y modificaciones realizadas por él mismo y adicionalmente, siguiendo la línea de las investigaciones hechas por Demastes, Good y Peebles (1995) sobre la Ecología Conceptual.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En las últimas décadas han aumentado notablemente los estudios cuyo objetivo es analizar la transformación de las concepciones alternativas en construcciones más acordes con el conocimiento aceptado por la comunidad científica (Posner et al., 1982; Strike y Posner, 1985-1982; Vosniadou, 1994).

Hasta mediados de los noventa las investigaciones se centraron en la descripción de las concepciones de los estudiantes (Viennot, 1977; Driver, 1977; Helm – Novak, 1983) sobre conceptos científicos particulares. Al consultar la base de datos de Pfund y Duit que enlista la mayoría de las investigaciones alrededor de este tema publicadas en revistas de habla inglesa, se encuentran más de 6.000 referencias (García y Flórez, 2004)

En el marco de algunas de estas investigaciones se ha tratado la relación existente entre las concepciones alternativas y el trabajo práctico escolar. La importancia y necesidad de las prácticas en la enseñanza de las Ciencias está sobradamente demostrada: tanto por lo que se refiere a las tareas de laboratorio como por los problemas (Gil et al., 1991) propuestos para su desarrollo.

Muchos de los proyectos curriculares en Ciencias de los años sesenta, pensaron encontrar en los principios de la psicología de Piaget la justificación al énfasis dado al trabajo del laboratorio y a las propuestas del aprendizaje por descubrimiento. Esta década se caracterizó por la aplicación por parte de los educadores, del desarrollo de Piaget a los problemas de investigación y de enseñanza de las Ciencias (Novak, 1983).

El laboratorio ha sido considerado siempre como el lugar donde los estudiantes aprenden los procesos de hacer Ciencia. Sin embargo, hacia 1982 el grupo de Cornell (Posner et al.) concluyó que en la forma como se conduce el trabajo de laboratorio en las escuelas, los estudiantes no adquieren ni interiorizan los conceptos científicos involucrados en el desarrollo experimental, ni avanzan en la construcción del conocimiento. A partir de este momento aparecieron innovaciones en el sentido de redefinir la importancia del laboratorio en el proceso de enseñanza, implementando nuevos instrumentos tales como diagrama "V" o diagrama heurístico "V" (Novak y Gowin, 1984), y la técnica del mapa conceptual, con base en los estudios sobre el desarrollo de los significados en los niños; junto a otras propuestas en procura del desarrollo de procesos metacognitivos que guiaran hacia la comprensión de la naturaleza y la producción del conocimiento.

Como consecuencia de este reconocimiento, actualmente los programas de investigación sobre enseñanza de las ciencias se esfuerzan en la búsqueda de explicaciones a los problemas de la enseñanza y el aprendizaje. Por ejemplo, se busca explicar la forma como ocurre el cambio conceptual (Posner et al., 1982; Strike y Posner 1985, 1992), desde una concepción construida a partir de la experiencia cotidiana hacia otra mas cercana a las concepciones científicas.

Las ideas que actualmente más están influyendo en los programas de investigación en la enseñanza de las Ciencias, son las propuestas por Toulmin (1972), quien utiliza el concepto de evolución para describir la comprensión humana. La propuesta de Cambio Conceptual Radical (que implica reemplazo) (Posner et al., 1982) se ha transformado hacia una visión de Cambio Conceptual Evolucionista (Strike y Posner, 1992) que tiene al concepto de Ecología Conceptual como uno de sus conceptos centrales.

Se recoge cada vez mayor evidencia que indica la relación que existe entre las posturas epistemológicas del estudiante y su habilidad para resolver problemas o para cambiar sus puntos de vista. En la teoría de cambio conceptual (Posner et al., 1982) se le da gran importancia a este factor junto

a otros como las creencias, concepciones del mundo, analogías, entre otros, que forman parte de la Ecología Conceptual de los estudiantes.

Se han encontrado correlaciones significativas entre el éxito académico alcanzado, medido por los logros en los laboratorios escolares y las clases teóricas y las posturas positivistas o constructivistas encontradas en los estudiantes a través de cuestionarios apropiados (Cullen 1983). A pesar de todos los esfuerzos destinados a encontrar más y mejores relaciones entre los factores enumerados de la Ecología Conceptual y el aprendizaje de la Ciencias, se requieren aun, resultados más concluyentes.

Luego de muchas revisiones a investigaciones donde se menciona el tema de la Ecología Conceptual (Strike y Posner, 1982-1983, 1985, 1992; Pozo y Gómez, 1998; Gil, 1993; Marín, 1999; Soto, 1998.) se encontró que a pesar de que se reconoce su importancia, al parecer no se ha profundizado en la caracterización de sus componentes en situaciones educativas determinadas. El problema a considerar es entonces de tipo teórico, pues al comenzar con investigaciones específicas en este aspecto, se podrá entender con mayor claridad como es que la ecología intelectual cumple su labor en el proceso del cambio conceptual (Posner et al., 1982), cambio de

supuestos epistemológicos y ontológicos (Vosniadou, 1994) cambio en las categorías ontológicas (Chi, 1992).

El desarrollo de esta investigación se justifica al atender a la problemática planteada dentro de la agenda de investigación en la teoría de cambio conceptual donde se expone la necesidad de ampliar la conceptualización sobre Ecología Conceptual (Strike y Posner, 1992), y por las pocas investigaciones, tendientes a caracterizar la Ecología Conceptual en un estudiante, y aun más, inmerso en una situación educativa específica como lo es una práctica de laboratorio sobre célula vegetal.

Partiendo de todo lo anterior, se propuso investigar: ¿Cuáles son los componentes de la ecología conceptual que permiten o no la permanencia de los nuevos conceptos trabajados en un laboratorio sobre célula vegetal?

Para lo cual, se debían responder los interrogantes: ¿Cómo se caracterizan esas condiciones ecológicas?, ¿Qué componentes de la Ecología Conceptual era posible identificar en una práctica de laboratorio?

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. LA ECOLOGIA CONCEPTUAL EN EL CAMBIO CONCEPTUAL**

Para comprender el concepto de Ecología Conceptual, se debe considerar el marco teórico general en el que se encuentra. Tanto desde la filosofía de las ciencias como desde el modelo de cambio conceptual en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias.

En el modelo de Cambio Conceptual, la Ecología Conceptual ha tomado mucha relevancia, en la medida en la que se ha revisado su definición y su papel en el proceso de “acomodación” -o cambio de una concepción por otra- y se han agregado nuevos componentes que pueden favorecer o inhibir el desarrollo de algunos conceptos centrales, tales como: anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, conceptos que compiten, conocimientos de otros campos (Posner et al., 1982), ejemplares e imágenes, experiencia pasada (Strike y Posner, 1985), motivación, metas y contexto social e institucional (Strike y Posner, 1992).

Según Soto (2001) el Modelo de cambio conceptual es un modelo didáctico inspirado en principios epistemológicos sobre el aprendizaje de las ciencias;

incorpora cuatro condiciones que permiten de forma *a priori* predecir sobre la posibilidad de que un nuevo conocimiento sea o no reconciliable con el conocimiento existente y de esta manera tomar en consideración el diseño de estrategias dirigidas a propiciar el cambio conceptual correspondiente.

Las visiones filosóficas de ciencia de Thomas Kuhn (1978) e Imre Lakatos (1989) sirvieron a Posner et al. (1982) para proponer un modelo de cambio conceptual según el cual, “el cambio ocurre cuando existe insatisfacción con la concepción que alguien tiene y cuando se encuentra con una nueva concepción (científicamente aceptada) que es inteligible y le parece plausible” (Moreira y Greca, 2003).

La teoría inicial (Posner et al., 1982) fue duramente criticada por hacer demasiado énfasis en el aspecto racional del aprendizaje, subestimando muchos factores que pueden ser parte de una ecología conceptual. (Pintrinch et al., 1993). Bajo esta teoría, la ecología conceptual se definía fundamentalmente como una organización de concepciones que sirven de ambiente intelectual y actitudinal para que el cambio conceptual ocurra (Quintero, 2005)

En la ampliación de 1985, recibe especial atención introduciéndola con un papel principal, generador y retenedor de las concepciones. Y hacia 1992 se

definió como grupo de los artefactos cognitivos que el aprendiz probablemente posee y que deben ser tomados en cuenta por el profesor, y sugieren la clase de cosas o eventos que el profesor podría proporcionar en la instrucción en orden de facilitar el cambio conceptual. En esta última revisión hecha por Strike y Posner, se sugiere que “el problema de comprender el desarrollo cognitivo es el de entender cómo las componentes de la ecología conceptual de un individuo interactúan y se desarrollan y cómo esa ecología conceptual interactúa con la experiencia” (Quintero, 2005).

En un acercamiento a esta última revisión, sería pertinente apuntar las modificaciones hechas por los autores (citados en Moreira y Greca, 2003) respecto a la teoría de cambio conceptual inicial:

1. Un espectro más amplio de factores debe ser considerado al intentar describir la ecología conceptual del aprendiz. La idea de ecología conceptual debe tener en cuenta más factores que sólo los epistemológicos sugeridos por la historia y filosofía de la ciencia. Factores personales, sociales e institucionales deben también ser considerados.

2. Las concepciones científicas y las concepciones alternativas no son solamente objetos sobre los cuales actúa la ecología conceptual del aprendiz

sino que son también partes de esa ecología. Deben ser vistas como interactuando con las otras componentes.

3. Concepciones y preconcepciones pueden existir en distintos modos de representación y diferentes grados de articulación. Pueden incluso no existir pero fácilmente parecer que existen porque son generadas, en la instrucción o en una investigación, por otros elementos de una ecología conceptual.

4. Una visión desenvolvimientista de ecología conceptual es necesaria, pues en el estudio del cambio conceptual, debemos notar que todos los elementos tienen historias desenvolvimientistas y esas historias no pueden ser entendidas en separado de su interacción con otros elementos de la ecología conceptual del aprendiz.

5. Una visión interaccionista de ecología conceptual es necesaria. Pues existen patrones cambiantes de influencia mutua entre los varios componentes de una ecología conceptual en evolución.

La consideración de que el cambio conceptual no ocurre de forma radical sino de forma evolutiva, parte de las ideas de Stephen Toulmin, otro referente epistemológico del modelo de Cambio Conceptual, para quien la cuestión básica para comprender el conocimiento humano es cómo se puede

conciliar *"la necesidad de disponer de un punto de vista imparcial para analizar, comprender y evaluar el conocimiento, con el hecho, constatado, tanto desde una perspectiva histórica como psico-socio-antropológica, de la enorme diversidad conceptual de nuestra especie y de la variedad de normas racionales aceptadas en los diferentes medios sociales, culturales e históricos"*; lo que tendría su correlato en el conocimiento escolar: *"¿cómo podemos compaginar al mismo tiempo una posición imparcial para analizar, comprender y dirigir el conocimiento escolar con la evidencia de la ingente diversidad de formas de conocer y de pensar que han existido, existen y existirán en el mundo?"* (Porlán, 1993)

En la filosofía de la ciencia de Toulmin (1972) propone el concepto de ecología intelectual, en el que considera que las teorías científicas evolucionan por presión selectiva de las poblaciones conceptuales, y establece una analogía entre la evolución biológica y la construcción del conocimiento científico. Las ideas científicas constituyen poblaciones conceptuales en desarrollo histórico y las teorías científicas cambiarían por evolución selectiva de las poblaciones conceptuales. Partiendo de los problemas no resueltos, se producirían unas exigencias intelectuales o unas prácticas específicas, que llevarían a una presión selectiva sobre las poblaciones conceptuales y, finalmente, a un desarrollo por innovación y

selección, en el que coexistirían conceptos de las viejas y nuevas teorías (Batista y Porlán, 1999).

### **3.2. COMPONENTES DE LA ECOLOGIA CONCEPTUAL**

Como ya se había comentado previamente la Ecología Conceptual esta constituida por componentes (o rasgos), propuestos entre 1982 y 1992 a la luz del modelo de cambio conceptual de Posner y Strike. Según Soto (2003), estos son:

1. Anomalías. Se trata de aspectos que se salen del marco de explicación de los conocimientos del sujeto.
2. Analogías y metáforas. Son esenciales para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles.
3. Ejemplares e imágenes. Ejemplos prototípicos, experimentos mentales, imágenes u objetos articulados artificialmente y aquellos procedimientos que influyen la intuición de una persona sobre lo que es razonable.
4. La experiencia pasada. Concepciones que parecen contradecir una experiencia pasada probablemente no se aceptarían.
5. Compromisos epistemológicos.

- a. Ideas exploratorias. Muchos campos tienen algunas visiones concernientes con temas específicos que constituyen explicaciones satisfactorias del mismo.
- b. Visiones generales acerca del conocimiento. Algunos estándares que identifican el conocimiento científico, como la elegancia, la economía y la parsimonia, parecen ser independientes de los contenidos específicos.

#### 6. Creencias y conceptos metafísicos

- a. Creencias metafísicas sobre la ciencia. Las creencias sobre el orden, la simetría y la no aleatoriedad del universo son importantes a menudo en el trabajo científico y pueden dar como resultado puntos de vista epistemológicos que pueden hacer que se admita o se rechace un (os) tipo (s) concreto (s) de explicación (es).
- b. Concepciones metafísicas de la ciencia. Conceptos científicos específicos tienen a menudo una cualidad metafísica al ser creencias acerca de la naturaleza última del universo y ser inmunes a la refutación empírica directa.

#### 7. Otros conocimientos.

- a. Conocimientos en otros campos. Las nuevas ideas deben ser compatibles con otras ideas que la gente cree como verdaderas.

- b. Concepciones que compiten. Una condición para la selección de un concepto es que debe aparecer como más prometedor que sus competidores.

Adicional a estos componentes, Demastes, Good y Peebles (1995), determinan que “las ecologías conceptuales varían de individuo a individuo, dependiendo de la estructura conceptual, los compromisos epistemológicos, las orientaciones científicas y religiosas, visión del mundo y la aceptación de una nueva teoría; alternativamente la ecología conceptual sufre transformaciones con el proceso de maduración del individuo.

A partir de esta observación los investigadores proponen “seis facetas que, *al parecer*, complementan el marco conceptual que Posner y cols(1982) han propuesto para conceptualizar la ecología conceptual, a saber: a) las concepciones previas; b) las orientaciones científicas, c) la epistemología científica, d) las visiones sobre el mundo biológico; e) las orientaciones religiosas; y f) la teoría evolutiva aceptada por el aprendiz.” (Soto, 2001). Referidas a la enseñanza y aprendizaje de la temática de Evolución Biológica y con posible aplicación a otras temáticas.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Identificar cuáles son las condiciones “ecológicas” que se evidencian en un estudiante y que permiten la permanencia o no de los nuevos conceptos trabajados en una práctica laboratorio sobre célula vegetal.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

-Diseñar una estrategia de investigación que permita la caracterización de la Ecología Conceptual en un individuo.

- Aplicar instrumentos para recoger información sobre la Ecología Conceptual.

- Analizar la información recolectada a través del instrumento con miras a determinar las condiciones ecológicas que se presentan durante el estudio de caso.

## **5. METODOLOGÍA**

Esta investigación cualitativa se desarrolló bajo los preceptos de un estudio de caso de tipo descriptivo y está fundamentada metodológicamente en la propuesta de Stake (1998) sobre investigaciones con estudio de caso.

La investigación se desarrolló con Felipe, un estudiante de grado quinto de la Institución Educativa Normal Superior de Envigado, durante el mes de octubre del año 2005.

A lo largo de tres etapas, cada una con momentos específicos en los que se dio una interacción directa con el estudiante en diferentes espacios y actividades educativas.

En la primera etapa denominada de acercamiento y diagnóstico, se buscó identificar el ambiente educativo (familiar y escolar) en el que se desenvuelve el estudiante. Lo encontrado se anotó en una lista de observaciones (anexo 2) y le dio paso a la realización de dos actividades que indagaban directamente por concepciones previas sobre el concepto de célula y, haciendo énfasis en la de tipo vegetal, permitía visualizar algunos rasgos de la Ecología Conceptual (ver anexos 3 y 4).

En la segunda etapa, se observó al estudiante durante la realización de una práctica de sobre célula vegetal con otros compañeros e individualmente; se grabó en cinta magnetofónica sus apreciaciones sobre el concepto de célula vegetal y el modo como se relacionaba con otros. La experiencia tuvo tres momentos: el primero fue previo a la salida del aula de clase (ver anexo 5); el segundo, en una de las zonas verdes (jardín) de la institución, donde se pretendía ampliar la caracterización de la ecología conceptual, mirando la relación que el estudiante establecía entre sus conceptos de célula y las estructuras vegetales (ver anexo 6). Y en un tercer momento, se realizó un trabajo práctico en el aula de laboratorio de la institución educativa (ver anexo 7).

Durante la tercera etapa se realizó una entrevista (anexo 8), a través de la cual se pretendió recolectar la información, tendiente a identificar otros rasgos de la Ecología Conceptual, que no habían sido caracterizados.

A medida que ese recolectaba la información, se relacionaban los rasgos de la Ecología Conceptual en el Esquema General para la Identificación de Componentes de la ecología conceptual (un instrumento desarrollado por el investigador donde además de identificar los componentes propuestos por Posner y Strke en 1982, 1985, 1992, se sumaron algunos de la propuesta de Demastes, Good y Peebles en 1995) (Anexo 1).

Por último se sintetizaron las observaciones y los datos extractados durante la interacción con el estudiante, acoplándolos a categorías específicas en el marco de las condiciones ecológicas para construir el presente informe, dándole respuesta a las preguntas de investigación.

## 6. RESULTADOS

Con el fin de mostrar los resultados de forma más comprensible, se elaboró un esquema general, que indica: cuáles y en que parte de la investigación, de acuerdo con el cronograma de actividades, fueron encontrados los componentes de la ecología conceptual y que evidencia lo sustenta.

Los componentes identificados fueron: anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, conceptos que compiten, conocimientos de otros campos, ejemplares e imágenes, experiencia pasada, motivación, metas y contexto social e institucional

Los códigos A1, A2, A3, A4, A5 y A6, significan: Actividad N° 1, Actividad N° 2, y así sucesivamente (ver anexo 9).

**Tabla N° 1: Esquema general de los resultados evidenciados en la investigación**

COMPONENTE	EVIDENCIA
<b>Anomalías</b>	A4: El hecho de que veamos las células vegetales en las hojas más fácilmente que en los tallos o raíces es porque: "Tienen más poquitas (...)", "No son más pequeñas (...)", "O pueden ser también muchas" La característica que más identifica a las células vegetales es "el

	<p>citoplasma y las animales no tienen”, “que son verdes” (cambiando de opinión)</p> <p>Al observar con la lupa no ve las células, refuerza la idea del instrumento necesario</p> <p>“No porque hay plantas de diferentes colores”, “formas y colores”</p> <p>Lo que le da el color a las plantas son las “células”, “la fotosíntesis”</p> <p>A5: Lo de adentro no se ven porque “las partes de afuera de la célula lo tapan”</p> <p>A6: Es un órgano del cuerpo muy importante. Hay cuatro tipos de células: animal, la vegetal y la...vegetal otra vez.</p>
<b>Metáforas y analogías</b>	
<b>Ejemplares e imágenes</b>	<p>A2: Forma semiovalada. No identifica estructuras, y propone otras que no están asociadas al modelo de célula vegetal presentada en los libros.</p> <p>A5: la célula vegetal la define “es como ovaladita y la animal es como redondita.</p> <p>La célula tiene “un tamaño más pequeñita que un balón”</p> <p>Del tamaño de un huevo o algo así. Un huevo es una célula pero mas grandecito.</p> <p>A6: Al preguntarle: ¿Pero te acuerdas es de la imagen? El responde: - Sí. Las células tienen todo tipo de tamaño: grandes, medianos, pequeños. Puede ser del tamaño de un granito de azúcar. Ese sería “El más grande”. Y el mas pequeño “ni siquiera lo podemos tocar, es como invisible, sería del tamaño de una harinita de harina”</p>
<b>Compromisos epistemológicos</b>	<p>A1: No refuta, ni formula preguntas al respecto de lo que dice el profesor. Puede ser por varias cuestiones: porque es primera vez que escucha sobre el tema, porque está razonando otras cosas, o porque considera que lo que su profesor le dice es verdad y no hay que decir nada al respecto</p> <p>A2: “Los médicos muy expertos” son quienes estudian las células</p> <p>A3: Le digo investigando y haciendo experimentos que sirvan para determinar si hay células en la ensalada o no.</p> <p>Doctores muy inteligentes que sepan si hay o no células en la ensalada</p>

	<p>Menciona salidas a posibles dificultades en la comprobación. Soluciona las anomalías por diferentes alternativas propuestas por escrito.</p> <p>A4: Hay células vegetales y animales en el jardín. Para poder ver las células es necesario ir al aula de laboratorio e instrumentos como el microscopio o una lupa.</p> <p>A6: Reconoce la existencia de un posible método.</p>
<b>Creencias y conceptos metafísicos</b>	<p>A4: Las plantas son verdes porque son naturales</p> <p>A5: “Uno no tiene con los ojos la especialidad que tiene el microscopio para ver la célula”.</p> <p>A6: La célula más pequeña “ni siquiera la podemos tocar, es como invisible”</p>
<b>Experiencia pasada</b>	<p>A1: “la primera vez que me la enseñaron fue en el grado transición”</p> <p>A5: “Yo he visto que es con esos vidriecitos”.</p> <p>Aparecen en una propaganda, que dicen es que una pantallita donde se muestra y se puede graficar el cuerpo humano</p> <p>A6: Nosotros habíamos visto (<i>en el texto</i>), la que yo dibujé...la que vimos... que era la... que tenía otro nombre pues.</p> <p>Como en el cuento que usted nos puso, que si la ensalada tenía células.</p>
<b>Otros conocimientos</b>	<p>A4: Concepciones que compiten: la clorofila (conocimiento nuevo) es lo que le da el color verde a las hojas de las plantas y se encuentra en la “savia bruta y savia elaborada” o en los “plastidios” (nuevo concepto).</p> <p>“Nosotros venimos del mono y que del mono nos convertimos evolucionando”</p> <p>A5: Necesitamos para ver células microscopio o hay unos aparatos que muestran en la televisión, que aparecen en una propaganda</p> <p>Todos tenemos células.</p> <p>Tienen células además de nosotros, “los micos, los perros, los gatos”, “los insectos ...los peces”...las plantas. El tipo de célula depende del reino</p> <p>A6: La célula vegetal tiene citoplasma, núcleo y el núcleo puede estar ubicado arriba, abajo, norte, sur, en cualquier parte; pero la célula también tiene una pared.</p>
<b>Visiones sobre el mundo biológico</b>	<p>A2 Las células sirven “para ayudarnos a vivir”</p> <p>A4: Tanto nosotros como las plantas tenemos células.</p>

	<p>Las células vegetales están en la “manga”, en los arbustos “y en las matas y en todas partes”</p> <p>A5: Aquí en la manga, vamos a encontrar todo tipo de célula. Las células están en los seres vivos.</p> <p>A6 Todos tenemos células. Que la vegetal es la que tienen las plantas y la animal es de los animales. Tenemos demasiadas en todas partes.</p> <p>Si nosotros nacemos sin una parte del cuerpo no nacemos vivos. ...partes que nos hagan a nosotros vivir, el corazón, el estómago, ya el cerebro, que nos hace vivir, porque uno sin cerebro no puede recordar quien es la mamá y el papá.</p>
<b>Concepciones previas</b>	<p>A1: No es claro si la temática le interesa realmente. Su no participación no es signo de que le resulte importante la teorización sobre el tema, ni tampoco la actividad en clase.</p> <p>A2: “Las células están en la cabeza”. Al preguntársele qué tipos de células conoce responde: “Células madres, las mías (refiriéndose a las células) salieron del estómago de mi mamá.”</p> <p>A3: Hay células en la ensalada.</p>
<b>Orientaciones religiosas</b>	<p>A4: “Dios creó al mono”</p>
<b>Motivación</b>	<p>A1: Se construyen las definiciones de conceptos en comunidad. Pero el estudiante permanece en silencio, no participa ni argumenta.</p> <p>A2: Considera a las células como una parte del cuerpo muy importante; y relaciona el nombre del concepto con esta importancia.</p> <p>A3: Le digo investigando y haciendo experimentos, habría que ir a la biblioteca</p> <p>A4: ¿Cuándo vamos a ir al laboratorio?</p>
<b>Metas</b>	<p>A3: Saber si hay o no hay células en la ensalada</p>
<b>Contexto social e institucional</b>	<p>A1: Se construyen las definiciones de conceptos en comunidad. Pero el estudiante permanece en silencio, no participa ni argumenta.</p> <p>A3: “Yo le diría si yo fuera su amigo”, “Le pediría a una persona adulta”, “Yo les cuento a los doctores”, “Cuáles personas creen que hay células”</p>

## **7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Lejos de los desaciertos en las respuestas o de las actitudes incorrectas, los análisis realizados a continuación pretenden extraer elementos básicos que estructuran la Ecología Conceptual del estudiante.

Para una mejor comprensión de los análisis, éstos se realizaron componente por componente, aclarando previamente que la interacción entre ellos fue constante durante todas las actividades realizadas por el estudiante en el transcurso de la investigación.

### **ANOMALÍAS**

Las anomalías comienzan a presentarse en el momento de comenzar las actividades prácticas y el estudiante es confrontado por el profesor y sus compañeros.

No logra explicar desde su modelo de célula vegetal, por qué éstas se ven más fácilmente en las hojas que en el tallo o las raíces. Pero más que tener un modelo inapropiado, desconoce el funcionamiento de los instrumentos de laboratorio que le permitirían estructurar una explicación más clara.

En la actividad N° 4 no logra determinar si es el citoplasma o el color lo que identifica a las células vegetales, y tal como lo determinaron Chinn y Brewer, en 1998 (citados por Soto, 2001), el estudiante adoptó “una explicación alternativa para responder a los datos que son anómalos en el marco de sus teorías previas”.

Cuando relacionó la célula vegetal con el color verde y encontró plantas no verdes, entonces “aceptó los datos y realizó cambios periféricos en la teoría actual”.

En este punto vuelve a toparse con un dato anómalo a sus ideas y explica el color desde las células y luego cambia a la fotosíntesis, sin poder argumentar esta afirmación, ya entonces detecta que los nuevos datos son incompatibles con sus creencias.

Al observar por el microscopio y no encontrar lo que tenía esquematizado en su estructura conceptual sobre célula vegetal. Se le pregunta por la mitocondria, los ribosomas y demás, argumentó que “las partes de afuera de la célula lo tapaban, adoptando una posición alternativa de nuevo en la actividad N° 6, luego de afirmar que la “célula es un órgano del cuerpo en cierta medida”, reconoce que esa información no es compatible con su nuevo modelo y adiciona a esto más datos que también resultan incompatibles, al

decir: “hay cuatro tipos de células”, menciona 3, siendo una de ellas repetidas al intentar reinterpretar los datos anómalos que han surgido en su discurso.

## **METÁFORAS Y ANALOGÍAS**

No se evidenció claramente este componente durante el transcurso de la investigación. Al parecer el estudiante aun no ha desarrollado la capacidad de estructurar analogías o metáforas en su discurso.

## **EJEMPLARES E IMÁGENES**

Al realizar un dibujo de célula no identifica estructuras, intenta copiar la imagen que observó en el libro de texto. Utiliza la forma (representación gráfica) para explicar la diferencia entre célula animal y vegetal.

Los ejemplares fueron usados principalmente para explicar el tamaño de las células vegetales. Relacionó la célula con un “balón”, con un “huevo”, con un “grano de azúcar” y después con una “harinita de harina”; evidenciándose pues, como fue disminuyendo el objeto que le sirvió como ejemplar de referencia.

## **COMPROMISOS EPISTEMOLÓGICOS**

El estudiante, desde las actividades de acercamiento y diagnóstico de ideas previas, es puesto en una situación utópica donde debe solucionarle un problema a un niño llamado “Juan” (anexo 4). Establece, en su solución, que en una comprobación de una suposición (hipótesis) pueden aparecer dificultades y en su respuesta propone estrategias que van desde investigar por sí mismo, “ir a la biblioteca”, hasta hacer una encuesta para ver “quién gana”, mostrando la forma como asume las anomalías; evidenciando así una visión de construcción social del conocimiento, involucrándose a sí mismo en este proceso.

En principio restringe el estudio de las células a “médicos muy expertos”. Luego reconoce que el conocimiento sobre el tema no es acabado y que se construye y comunica.

Da importancia al papel del laboratorio en investigaciones científicas y en su formación escolar, pues le puede confirmar si existen o no células (en el ejemplo de la ensalada)

## **CREENCIAS Y CONCEPTOS METAFÍSICOS**

Cuando el estudiante afirma que “las plantas son verdes porque son naturales” está recurriendo a un principio fundador de las cosas; es una respuesta recurrente pero que evidencia una creencia metafísica pseudo-científica sobre el orden “natural” de las cosas.

La concepción metafísica sobre el tamaño de la célula, donde afirma que “ni siquiera la podemos tocar, es como invisible”, está asociado, al parecer, al conocimiento empírico y al desconocimiento de las unidades de medida, según esta frase, el estudiante pone a la célula en la misma categoría ontológica metafísica, en la cual la ciencia ubica conceptos como la energía a la fuerza por ejemplo.

## **EXPERIENCIA PASADA**

En este componente se encontró que las intervenciones realizadas a lo largo de la investigación, generaron en el estudiante elementos que se incorporaron en su ecología.

Además se evidenció que su experiencia pasada está íntimamente relacionada con los medios de comunicación y con la primera vez que le

enseñaron el término, en el “grado de transición”. No hace referencia a alguna situación específica de aula donde se trató el tema, aparte de las suscitadas por esta investigación.

## **OTROS CONOCIMIENTOS**

Para argumentar en algunas situaciones, utiliza conocimientos de Evolución, Tecnología y Taxonomía, que a pesar de estar en un desarrollo inicial y de situarse en el campo de las Ciencias, resulta interesante para determinar la existencia del conocimiento de otros campos que sin duda ayudan a hacer compatibles las ideas nuevas, como sucedió en esta investigación.

En las concepciones que compiten están “la ubicación de la clorofila en la célula y a nivel de la planta”, la dificultad está en la comprensión estructural: quién contiene a quién y dónde lo contiene. Luego de seleccionar la opción de la clorofila en los cloroplastos, se le facilitó comprender otros niveles estructurales.

## **VISIONES SOBRE EL MUNDO BIOLÓGICO**

Establece su propio cuerpo y el de todos los seres humanos como parámetro para considerar la existencia de las células, luego ubica a los seres humanos

dentro del grupo de los seres vivos, claro está, si tienen, y lo dijo explícitamente: "... las partes que nos hacen vivir"; y le da a los seres vivos la característica de estar estructurados por células en todas sus partes.

Al final aclara que las plantas, al igual que nosotros, son seres vivos, por lo tanto tienen células, lo que pasa es "que la vegetal es la que tienen las plantas y la animal es de los animales".

### **CONCEPCIONES PREVIAS**

Se identificaron en las actividades de acercamiento y diagnóstico. Las células que existen son las células madres y no identifica otros tipos. Ubica a las células en la cabeza y propone que se originaron en el estómago de su mamá.

Evidenciando que en su estructura conceptual sobre la célula vegetal, al parecer, no existe la categoría "célula vegetal", sin embargo, afirma que hay células en la ensalada, como conclusión al problema de "Juan" (Anexo N° 4)

## **ORIENTACIONES RELIGIOSAS**

Este componente se evidencia inmediatamente en el discurso del estudiante, en el tratamiento de explicaciones referidas a la evolución humana, temática que se articuló en el discurso del estudiante durante la discusión de los tipos de célula diciendo: “Dios creo al mono”, considerando por un momento la existencia de “Adán y Eva” también.

## **MOTIVACIÓN**

En la primera fase, pareció apático a las propuestas y al trabajo. Ya durante etapa de práctica abrió las puertas a la indagación sobre el tema. Se mostró, entre otras cosas, interesado, incluso pidió ser llevado al aula de laboratorio. Tanto por la metodología como por la teoría, en le sentido de considerar la célula como una parte muy importante del cuerpo.

Respecto a la célula vegetal no evidencia actitud especial alguna. Se reconoce como parte del todo (en términos de entorno natural).

Le motivan la investigación y el conocimiento y así lo evidenció en el trabajo realizado.

## **METAS**

El poder explicar la existencia o no de células en la ensalada, al parecer, fue la meta esencial del estudiante durante el trabajo. Hasta la última actividad argumentó que realmente había células en la ensalada de Juan. Las metas planteadas por el estudiante y por el investigador se cruzaron de tal forma que evidenciaron algunas características dentro de la ecología conceptual que sufrieron pequeños cambios y terminaron por permitir aparentemente la permanencia de algunos nuevos conceptos sobre célula vegetal.

## **CONTEXTO SOCIAL E INSTITUCIONAL**

Desde el primer día de la investigación se quiso conocer este componente.

Se observó que:

- En el aula se construye la definición de los conceptos
- El estudiante se siente partícipe de la construcción, a pesar de que no participa con el grupo en general.

El contexto de la investigación brinda la oportunidad del desarrollo de actitudes hacia las Ciencias.

Este componente que se muestra tan exterior e indiferente a los procesos de acomodación, al parecer es uno de los que más influye en el aprendizaje del concepto célula vegetal y posiblemente de otros no determinados en esta investigación.

## CONCLUSIONES

El concepto de célula vegetal, teniendo un referente en la realidad observable y diferenciable de los demás, al parecer, no presenta ninguna dificultad en su definición.

La dificultad, se encuentra un poco más acentuada en la comprensión de su estructura (componentes, organelos) y sus funciones (fisiología). Haciendo la claridad que el tratamiento del concepto célula vegetal se restringió a la categoría ontológica material (Chi, 1992), sin hacer hincapié en sus funciones, pretendiendo pues mantener la observación sobre la estructura y evitando provisionalmente cualquier posible cambio en la asignación de este concepto a otras categorías ontológicas como: procesos o abstracciones.

La visión del mundo biológico que posee el estudiante se restringe a la similitud que puede encontrar entre éste y su propio cuerpo, así la evidencia de que existen las células está en él, antes que en cualquier otra entidad de la naturaleza. Cuando se le pidió al estudiante que “abstrajera la mente” no fue con el fin de que le asignara el concepto célula vegetal a otra categoría ontológica, se hizo en procura de que reconociera la existencia de las células en la estructura de las plantas, a pesar de que no las pudiese observar de forma tangible y diferenciada en ese momento. Por lo que, al parecer, existe

también la tendencia a mantener el modelo de célula en representaciones iconográficas de libros de texto, sin considerar sus referentes en la naturaleza.

El espacio de laboratorio donde sucedió la experiencia observacional y donde el estudiante se particularizó y socializó en un grupo cerrado, permitió interacciones de tipo educativo que jugaron un papel muy importante en la identificación de algunos componentes de la ecología conceptual.

Sería arriesgado plantear un origen a todas las anomalías que aparecieron al enfrentar a un estudiante a la práctica en busca del aprendizaje de un concepto, teniendo en cuenta que las bases teóricas sobre dicho concepto, propias del estudiante, son mínimas.

Ante la aparición de anomalías, el estudiante las reconoció y adoptó una explicación alternativa a estas, explicación que por lo regular también resultó anómala, dado que el estudiante traía consigo un constructo sobre el concepto célula y en principio no era capaz de restringir dicho concepto hasta el nivel específico de célula vegetal. Posteriormente, logro diferenciarlo, aunque casi obligatoriamente utilizando su comparación con la animal. Cuando emitió su discurso y cuando recurrió a representaciones gráficas, enfatizaban en la forma ovalada o redonda tanto de una como de otra.

Sin entrar en la discusión epistemológica de si primero es la teoría y luego la práctica o viceversa, cabe anotar que hubo un acercamiento teórico previo al concepto de célula vegetal desde representaciones lingüísticas, hasta las representaciones gráficas y al igual que con el “microscopio”, tan representado en el aula de clase cotidiana, adquirió un significado más claro al cargar esta representación como ya se dijo: lingüística e iconográfica, con una nueva representación de objeto real y táctil, que posiblemente permanecerá en la estructura conceptual del estudiante.

La actividad en el jardín sin la utilización de ningún instrumento de microscopía, acompañada de la posterior observación de la célula en el aula de laboratorio con el microscopio, permitió mirar la relación existente entre la concepción de célula vegetal del estudiante y su concepción de las estructuras de la naturaleza. Es decir, ayudó a comprender un poco más cómo los esquemas teóricos supuestamente desarrollados en un proceso de aprendizaje en el aula son evidenciados en la comprensión del mundo de la vida.

Para terminar es importante resaltar las consideraciones del estudiante sobre la existencia de diferentes métodos para comprobar suposiciones (hipótesis), y sobre la construcción del conocimiento en comunidad, donde su opinión es tomada en cuenta y forma parte del proceso. Desde su punto de vista, el

laboratorio es esencial en su aprendizaje, tanto como cualquier otro medio para obtener información al respecto.

De acuerdo con lo anterior, la ecología conceptual caracterizada durante la investigación recoge algunos aspectos racionales, sociales y motivacionales que le han permitido al estudiante acercarse a un constructo del concepto de célula vegetal más acorde con sus necesidades intelectuales y con la concepción científica de esta en medio de una visión cambiante de las ciencias.

La investigación generó entre muchos otros cuestionamientos: la necesidad de realizar un estudio mas detallado de cada componente de la Ecología Conceptual para determinar una posible jerarquización de los mismos o posibles patrones de la forma como intervienen en los procesos de aprendizaje. La realización de investigaciones sobre la Ecología Conceptual en docentes es vista desde este trabajo como un campo propicio para futuras investigaciones educativas encaminadas a comprender los procesos de estructuración del conocimiento y con ello mejorar los procesos de enseñanza vigentes en el medio educativo.

## BIBLIOGRAFÍA

BATISTA Y PORLÁN, La Epistemología Evolucionista de Stephen Toulmin y la Enseñanza de las Ciencias. Investigación en la Escuela. Núm. 39. 1999.

CHI, M. (1992). Conceptual change within and cross ontological categories: examples from learning and discovery in science. En <http://www.tandf.co.uk/journals>

CULLEN (1983). Concept Learning and Problem Solving. The Use of Entropy in College Teaching. PhD Thesis. Cornell University

DEMASTES, S., GOOD, R. Y PEEBLES, P. (1995) Students' Conceptual Ecologies and the Process of Conceptual Change in Evolution. Science Education, 79(6), 637- 666.

GARCÍA, F. (2000). Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona N° 64.

GARCÍA y FLOREZ (2004). Investigación en enseñanza de las ciencias: de las investigaciones representativas a las representaciones múltiples. Ethos educativo 30. México mayo-agosto. 2004

GIL, et al., (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori.

GIL D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las ciencias, 11 (2) pp 197-112

HELM - NOVAK, (1983). Proceeding of internacional Seminar on missconceptions. Cornell University.

KUHN, T. (1978).la estructura de las revoluciones científicas. México FCE, 1980.

QUINTERO, G. (2005). Influencia de la ecología conceptual en las explicaciones que dan los estudiantes al realizar ejercicios de balanceo de

ecuaciones químicas. Monografía para optar al título de pregrado en Ciencias Naturales. Universidad de Antioquia. Medellín.

MARÍN, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del campo conceptual. Enseñanza de las ciencias 17 (1), pp 80-92

MOREIRA y GRECA (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. Ciência e Educação, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315.

NOVAK y GOWIN, (1984). Learning How to Learn. Cornell University Press

PINTRICH et al. (1993). Beyond conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, en Review of educational Research. S. I. pp 63 (2) 167-169

PORLÁN, R. Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. Sevilla: Díada, 1993.

POSNER et al (1982). Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. Tomado de Science Education 66 (2): 221-227

POZO y GÓMEZ (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata

SOTO, C. (1998). El cambio conceptual: una teoría en evolución. Revista Educación y Pedagogía, vol. X, (21), mayo-agosto.

SOTO, C. (2001) Consideraciones sobre la relación historia y enseñanza de las ciencias. Grupo GECEM, Universidad de Antioquia, Medellín. En: <http://www.ticat.ua.es>

SOTO, C. (2003). Cambio conceptual y educación en ciencias. En: A. Zambrano, Educación y formación del pensamiento científico. Universidad del Valle. Bogotá, 111-136 .

STAKE, R. (1998). Investigación con estudio de casos. Madrid: Ediciones Morata.

TOULMIN, S. (1972). La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza. 1977

VOSNIADOU (1994). Capturing and modelling the porches of conceptual change, en Learning and Instruction. S 1., 1994, pp 4. 45-116

## ANEXO Nº 1: ESQUEMA GENERAL PARA IDENTIFICAR RASGOS DE LA ECOLOGÍA CONCEPTUAL

COMPONENTE	EVIDENCIA
Anomalías	
Metáforas y analogías	
Ejemplares e imágenes	
Compromisos epistemológicos	
Creencias y conceptos metafísicos	
Experiencia pasada	
Otros conocimientos	
Visiones sobre el mundo biológico	
Concepciones previas	
Orientaciones religiosas	
Motivación	
Metas	
Contexto social e institucional	

## **ANEXO Nº 2: ALGUNOS APUNTES TOMADOS DURANTE UNA CLASE DE CIENCIAS NATURALES.**

### **DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL AULA Y DE LA POBLACIÓN.**

El estudiante comparte el aula con 40 compañeros y un profesor por lo regular durante 5 horas diarias aproximadamente 5 días a la semana. El promedio de edad de la población es entre los 9 y los 11 años. El siguiente perfil fue elaborado en clase de Ciencias Naturales días previos a la práctica de laboratorio, durante la explicación del tema “célula vegetal”.

### **AMBIENTE EDUCATIVO ESCOLAR**

En el aula de clase y en general en la Institución se maneja un lema que explica la orientación formativa que se pretende implementar: “Excelencia académica y sana convivencia”.

Durante la instrucción conceptual sobre la célula vegetal, el estudiante dispuso de un libro de texto en el cual se trataba el tema, desde una visión sistémica de la naturaleza, acompañado de un discurso elaborado por el profesor donde esencialmente se esbozaron los siguientes aspectos:

- “Las células existen”
- “Nosotros (los seres humanos) tenemos células”
- “Nosotros tenemos células animales”
- “Existen dos tipos de células: las animales y las vegetales”
- “Las plantas están constituidas por células también”

Lanzar algunas preguntas al público. Felipe no participa, ni tampoco discute sobre el tema en un subdiálogo (conversación paralela al discurso de aula), con el compañero más cercano. A pesar de ello, al parecer se muestra receptivo y cómodo en su posición pasiva dentro de la dinámica externa del aula.

El clima del aula es muy social y afectivo, priman las situaciones donde se socializa e intenta construir una definición de conceptos, en este caso una definición básica de célula, ampliando la construcción hasta la clasificación y diferenciación entre animal y vegetal.

En diálogo abierto con la profesora que dicta el área de Ciencias Naturales y Tecnología, se estableció que el estudiante no participa en discusiones generales de grupo, sin embargo en grupos más reducidos se muestra

colaborador y elabora discursos cortos procurando ser muy explicativo. Al parecer escucha atentamente los aportes de los demás pero en las evaluaciones escritas no resuelve claramente las cuestiones que se le presentan; al preguntársele directamente algo en el aula, durante una sesión, elude la pregunta y pocas veces pregunta por algo que al parecer no entiende.

### **AMBIENTE EDUCATIVO FAMILIAR**

En diálogo abierto con el estudiante se logró identificar que sus padres no estudian, trabajan durante el día y en horario de oficina, en oficios varios. No se logró obtener referencias académicas definidas. Ambos estudiaron hasta el grado once.

Dice que le ayudan con algunas tareas y no ha recibido de sus padres un mal concepto acerca de la escuela, los profesores, las Ciencias Naturales o aspectos generales referentes a su proceso escolar.

**ANEXO Nº 3: CUESTIONARIOS PARA EL RECONOCIMIENTO DE IDEAS PREVIAS**

**CUESTIONARIO Nº 1**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

1. ¿Donde están las células? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿Qué tipo de células conoces? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Por qué se llaman células? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Qué crees que las originó? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. ¿Cómo supiste de su existencia? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿Quién estudia las células? \_\_\_\_\_

7. ¿Para qué sirven? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Dibuja una célula



## ANEXO 5: ALGUNOS APUNTES TOMADOS DURANTE LA DISCUSION PREVIA A LA PRÁCTICA

No desarrollamos una actividad dentro del aula de laboratorio sino que vamos al jardín y hacemos una actividad de laboratorio sin microscopio pero con lupas, toma de nota y descripciones observacionales generales.

El estudiante relaciona la idea de laboratorio como un sitio cerrado, complicado, donde todo es muy exacto.

Se le dijo al estudiante “esta aula en la que estás es un laboratorio y también se pueden desarrollar actividades que te acercan al conocimiento de formas válidas. Por ejemplo, si yo quiero conocer la forma en la que piensa una compañera tuya (...) puedo empezar a mirarla, a hablar con ella y de esa forma conocer qué es lo que piensa, quiere y siente; como cuando uno va donde el doctor, lo primero que él hace no es mirarte por dentro para ver qué es lo que tienes, él pregunta: ¿qué sientes?”

A continuación se presenta una discusión sobre el tema de célula

P= Profesor

E= Estudiantes

P: - En una imagen ampliada (*mientras se dibuja en el tablero el diagrama estructural de una célula, comenzando por la silueta externa*)

P: - Entonces les pregunto: ¿qué creen que hay aquí adentro?

E: - (...) (*no hay respuesta*)

P: - ¿Qué tal si dibujo esto acá? (*dibujando un óvalo en el interior del diagrama inicial*)

E: - ¡Es un ribosoma!

P: - Y ¿por qué no es un cloroplasto?

E: - Ah... también

P: - Entonces, ¿cómo los diferenciarían?

E: - Ah... no se sabe

(*En este espacio se habla sobre la tinción y diferentes procesos de laboratorios de microbiología que permitieron descubrir a los organelos, llegando a la conclusión de que para poder ver a los ribosomas se hace necesario un proceso de tinción, mientras que los cloroplastos no necesitan de esto*)

P: - ¿Cuántos creen que hay de éstos y para qué sirven? (*señalando lo que acaba de dibujar*)

E: - Diez, cuatro, cinco...

P: - Luego lo veremos (*dibujando una estructura semicircular cerca del centro del diagrama*)

E: - ¡Ese es el núcleo!

P: - Y ¿por qué dicen eso?

E: - Porque está en el centro

P: - El núcleo puede estar acá ¿no? (borra la estructura semicircular que acaba de hacer y la dibuja en otra parte alejada del centro)

E: - ¡No! ¿Eso puede ser así?

P: - Discutan en grupo y argumenten su respuesta.

P: - La actividad de hoy es muy sencilla. Nosotros tenemos la concepción de laboratorio como un lugar cerrado, donde hay muchos objetos de vidrio y embases con cosas. Pero resulta que los laboratorios en Ciencias Naturales no son solamente eso. Les dije que este salón podía ser un laboratorio y también les hablaba de que el laboratorio se puede hacer en espacios abiertos. (...) ustedes deben tener en cuenta son las condiciones o las variables que se manejan en un laboratorio. Por ejemplo, en un laboratorio de Química (...) tienen que manejar variables tales como: temperatura, (...) variables, es decir, condiciones que pueden cambiar, que ustedes como estudiantes o como científicos, si ese fuera el caso, pueden controlar.

P: - Por ejemplo, para la variable temperatura, ¿Cómo la podría manejar?

E: - En la nevera

P: - Si yo quiero que la temperatura sea elevada ¿Qué hago?

E: - La pongo a calentar

P: - Pero si yo quiero que la temperatura sea baja (...)

P: - Por favor, van a llevar lo siguiente: una hoja de cuaderno, (...) y segundo, todo lo que necesiten para escribir, si tienen colores, lleven colores (*al salir del salón se dividió el trabajo observacional en subgrupos de tres estudiantes*)

## ANEXO Nº 6: TRANSCRIPCIÓN DE UNA CONVERSACIÓN DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO EN EL JARDÍN

P= Profesor

E= Todos los estudiantes

E1= Felipe

E2= Estudiante 2

E3= Estudiante 3

P. - ¿Qué tipo de células tendrá aquel arbusto que hay allí?

E1: - Vegetales

E2: - Vegetales (*luego de escuchar a E1*)

P: - Células vegetales ¿Cierto? En las plantas.

E: - Sí

P: - ¿Dónde puedo ver esas células más fácilmente? ¿En las hojas, en el tallo?

E: En las hojas

P: ¿Y en las raíces?

E1: - Eh... (*duda*)

E2: - De pronto

P: - Pero el hecho de que nosotros veamos las células vegetales en las hojas más fácilmente (...) y no así en las raíces o el tallo, ¿Será porque tienen más poquitas o por qué será?

E1: - Porque tienen más poquitas

E2: - Más poquitas

E3: - Porque son más chiquitas

E1: - Porque son más pequeñas

P: - O ¿Será que son otro tipo de células?

E1: - O pueden ser también muchas

P: - ¿Pero todas no dejan de ser vegetales?

E: - Sí

P: - ¿Cuál es la característica que más puede identificar a las células vegetales?

E2: - Los lisosomas

E3: - Lisosomas

P: - ¿Ustedes creen? Y qué otra cosa

E1: - El citoplasma

P: - Claro, y ¿Las de los animales no tienen citoplasma?

E: - Sí

E1: - Las vegetales también

E2: - ¡Acertaste!, ¡Excelente factor!

E1: - Qué es verde – refiriéndose a la célula vegetal –  
E2: - Morada...  
P: - Mirá esa planta de allí, ¿De qué color son sus hojas?  
E1: - Tiene hojas verdes  
P: - Y esa otra de allí, ¿De qué color son sus hojas?  
E1: - Naranjadas  
P: - Bueno, pero si todas las células vegetales son de color verde, entonces eso no es una planta, esa tiene hojas moradas con pintas naranjadas  
E1: - No porque hay plantas de diferentes colores  
E2: - Colores  
E1: - Formas y colores  
E2: - Que cambian  
P: - Entonces ¿qué es lo que le da color a las plantas verdes?  
E1: - ¡La célula!  
P: - ¿La célula?  
E1: - ¡Ah, no, no, no, no, no!  
E2: - La fotosíntesis  
E1: - ¡Eso, eso!, la fotosíntesis  
P: - ¿Entonces? (*Moviendo la cabeza en forma negativa*)  
E1: - ¿No?, ¿Entonces?  
E2: - Los lisosomas  
E1: - Esos son, porque son naturales  
P: - Vengan yo les cuento: resulta que lo que les da el color verde a las hojas de las plantas es algo que se llama clorofila, ¿Sí o no?  
E: - Sí (*como si se hubiesen acordado*)  
P: - ¿Y se encuentra en qué estructura de la célula?  
E2: - Esa rayita que hay ahí  
E1: - Nervadura  
P: - No  
E3: - Tallo  
P: - No  
E1: - En las raíces  
E2: - En la savia... elaborada  
E3: - Bruta  
E1: - Savia bruta... Savia elaborada  
P: - Pregunté por la estructura en la célula que contienen la clorofila  
P: - Es que se llama cloro...  
E2: - En los cloroplastos  
E3: - Electrónica  
P: - Entonces resulta que algunas tienen clorofila y otros tienen otro tipo de sustancia que las hacen ver rojas. Tanto la clorofila como esas otras sustancias se almacenan en estructuras llamadas plastidios en general. Por lo que los cloroplastos son un tipo de...

E1: - Plastidios

P: - ¿Que me puede diferenciar una célula vegetal de una célula animal?

E2: - Que, que... una

E3: - Que es verde

E1: - Que la célula vegetal tiene más que la animal

E2: - Que una tiene núcleo y la otra no

E2: - Profe, yo sé cual es la diferencia: que la célula animal tiene más, mas... esas cositas (*sonríe*) más citoplasma... tienen más algo y la humana tiene menos

P: - ¿Y la humana? ¿Por qué vinculaste a las células humanas?

E2: - Nosotros somos animales

P: - Y ¿Por qué crees que somos animales?

E2: - Porque nosotros salimos del mono

E3: - Porque Dios nos creó

E1: - Las dos cosas. Nosotros venimos del mono o Dios nos creo

E2: - No, yo vine de mi mamá

E3: - El mono llegó, entonces nosotros evolucionamos

E2: - Es que hay uno, que se parece a chimpancé

E1: - La verdad, mire, es que a mí me dicen que nosotros venimos del mono, que porque Dios creó al mono y que del mono nos convertimos evolucionando.

E2, E3: - Eso es chisme, eso es chisme

E2: - Es que la mamá le grita a uno, ¡se me vino, se me vino! Entonces la llevan al hospital y le dicen a uno: - abra los pies... puje, puje y sale uno. Cómo así que viene de un mono, "oín" a esta; si yo vine de mi mamá.

P: - ¿Usted viene de dónde?

E3: - De Adán y Eva

E1: - Si

E2: - Adán y Eva parecían chimpancés

P: - Escuchen, existen muchas teorías y algunas se confunden, unas con otras, hay unas que se anulan con otra (...)

E1: - Profe ¿Cuándo vamos a ir a ver células vegetales y animales en el laboratorio?

P: - *Felipe*, aquí en este jardín hay células animales y células vegetales

E1: - Sisas (*es decir, sí*)

P: - ¿Cuál es la diferencia de ver las células vegetales y animales en el laboratorio y verlas acá?

E1: - Que en el laboratorio se ven más, más grandes y acá no se ven

P: - ¿Qué es lo que se necesita entonces para verlas más grandes allá y por qué aquí no se puede hacer eso?

E1: - Un microscopio

P: - ¿Qué otra cosa se podría utilizar?

E1: - Una lupa

P: - ¿Usted no sería capaz de abstraer la mente y ver en las hojas, sin necesidad de que estén las cosas ahí, pensar la estructura de la hoja de forma que usted pueda ver las células.

E1: - No

P: - No es capaz de abstraer la mente hasta allá?

E1: - No

P: - ¿No es capaz de acordarse de lo que vio en el libro y verlo ahí...?

*(Llegan otros estudiantes que se habían alejado)*

P: - ¿Ustedes observaron las células vegetales allá?

E2: - Sí, sí, eso se ve

P: - Y ¿Dónde estaban?

E3: - En la tierra

E2: - En la tierra

P: - ¿Las células vegetales estaban en la tierra?

E1: - En la "manga"

E3: - No, en la "manga" *(refiriéndose a la hierba)*

P: - ¿Dónde más?

E1: - En los arbustos

E2: - En el paisaje

E2, E3: En los arbustos, en los árboles, en los animales

E1: - Y en las matas y en todas partes

P: - Quedan invitados a que disfruten un poquito más de lo que tiene el colegio, a que miren un poquito más allá y van a descubrir que con eso de alguna manera están haciendo ciencia, con sus compañeros están encontrando elementos importantes que más adelante les van a permitir encontrar cosas interesantes donde antes no las había y gracias, espero que les haya gustado la sesión de hoy (...)

## ANEXO Nº 7: JUNTO AL MICROSCOPIO

P= Profesor

E1= Felipe

E1: - (...) Y la célula tiene núcleo y citoplasma

P: - ¿Qué es lo que necesitamos para ver células?

E1: - Un microscopio, o hay unos aparatos que muestran en la televisión, que aparecen en una propaganda, que dicen es que una pantallita donde se muestra y se puede graficar el cuerpo humano, o sea los huesos, se pueden mostrar partes del cuerpo si uno quiere meter la cabeza y mostrar, así se ve en el televisorcito que si esa es la célula uno la puede señalar.

P: - Sí, ¿pero eso nos mostrará cosas muy grandes?, ¿la célula más o menos qué tamaño tiene?

E1: - La célula tiene un tamaño más pequeña que un balón

P: - ¿Más pequeña que un balón, más o menos cuánto?

E1: - Por ahí del tamaño, así... *(Señalando con sus manos abiertas, tomando algo del tamaño de una pelota de tennis de campo)*

P: - ¿Cómo un huevo o algo así?

E1: - Sí

P: - ¿Un huevo es una célula?

E1: - Pero más grandecito, más o menos

P: - ¿Entonces vos decís que un huevo es una célula, cierto?. Averigua y luego me decís, Listo?

P: - ¿Sabes que es esto? *(luego de tomar una hojita de elodea en la mano)*, Hacemos un montaje en el microscopio con esta hojita. ¿Sabes que en un montaje?

E1: - No, pero yo he visto que es con esos vidriecitos.

P: - Esto es una hojita de elodea, una planta acuática. ¿Ves? Son muy delgaditas y nos dejan ver las células muy fácil. *(P pone en el portaobjetos la hojita con una gota de agua e invita a E1 que coloque el cubreobjetos)* (...)

P: - ¿Por qué crees que las células no se alcanzarán a ver?

E1: - Uno no tiene con los ojos la especialidad que tiene el microscopio para ver la célula

P: - ¿Por qué crees que no se ven las "cositas de adentro" o sea los organelos: ribosomas, mitocondria, nada de eso.

E1: - Porque las partes de afuera de la célula lo tapan.

P: - ¿Para usted que es la célula vegetal?

E1: - Es lo que tienen los animales...eh... las plantas. Es como ovaladita y la animal es como redondita.

## ANEXO Nº 8: ENTREVISTA POSTERIOR AL LABORATORIO

P= Profesor

E1= Felipe

P: - ¿Qué es la célula vegetal?

E1: - (...) (Silencio). Se me olvidó, ¡ah, ya me acordé! Es un órgano del cuerpo muy importante

P: - Y ahora me dijiste que se te había olvidado

E1: - ¿Puedo decir una cosa?

P: - Claro

E1: - Que la célula tiene cuatro tipos de células: animal, la vegetal y la...

P: - Y la...

E1: - Y hay otra vegetal también

P: - Otra vegetal... es decir, que hay dos tipos de vegetales

E1: - Pues la que nosotros habíamos visto (*en el texto*), la que yo dibujé...la que vimos... que era la... que tenía otro nombre pues, pero no me acuerdo del siguiente nombre, tenían un nombre primero y una...

P: - ¿Pero te acuerdas es de la imagen?

E1: - Sí

P: - Vamos a revisar: tú dices que todos tenemos células, ¿entonces el hecho de tener células quiere decir que nosotros estamos vivos?

E1: - Sí, que si nosotros nacemos sin una parte del cuerpo no nacemos vivos

P: - Entonces, la gente que nace sin un pie, sin una oreja, sin una mano, ¿ellos qué?

E1: - Pero las partes que nos hagan a nosotros vivir, el corazón, el estómago, ya el cerebro, que nos hace vivir, porque uno sin cerebro no puede recordar quien es la mamá y el papá.

P: - Entonces, el cerebro tiene células, el corazón también tiene células; ah bueno, entonces ¿por qué la otra vez, por qué respondió que las células estaban en la cabeza, en el estómago?

E1: - Ah... (*Encoge los hombros*)

P: - Pero entonces ya eso cambió, ¿cierto? ¿Las células están en todo el cuerpo, ya entiendes eso?

E1: - Sí

P: - Eso en el caso de nosotros pero, ¿que otros seres vivos también tienen células? Porque ahora dijiste que todos los seres vivos tiene células. Dé ejemplos

E1: - Los micos, los perros, los gatos

P: - Cuando nosotros hablamos de seres vivos, ¿quienes son los seres vivos?

E1: - Todos nosotros

P: - Hasta ahora hemos hablado de animales  
E1: - Todos los que existimos, los humanos...  
P: - ¿Qué otros tipos de seres vivos?  
E1: - Los insectos... los peces  
P: - También, pero también son animales, entonces busquemos otros  
E1: - No hay  
P: - ¿Te acuerdas de los reinos de la naturaleza, o no?  
E1: - ¡Ah yo ya sé!, las plantas!  
P: - ¡Eso! (*y se continúa hablando sobre los reinos*)  
P: - Hasta ahora has dicho animales que tienen células, entonces, ¿Los vegetales también tendrán células?  
E1: - Como en el cuento que usted nos puso, que si la ensalada tenía células, entonces ¿Será que eso tiene células, los vegetales las tendrán?  
E1: - Sí  
P: - Entonces si nosotros salimos aquí a la manga, vamos a encontrar...  
E1:- Todo tipo de célula  
P: - Si vamos a ir a buscar células vegetales, vamos a encontrarlas, pero dónde están esas células exactamente.  
E1: - Yo pienso que pueden estar en las hojas y en el tallo  
P: - Y ¿Dónde más pueden estar?  
E1: - En la raíz  
P: - Entonces las vegetales, al igual que nosotros ¿Tienen células en todas partes?  
E1: - Las células están unidas  
P: - Algunas están unidas y forma un organismo... un organismo único, como un vegetal por ejemplo. Todas esas células diferenciadas cada una, por todas son diferentes...  
E1: - Sí  
P: - Tienen unas diferencias estructurales y de función y van a formar individuos completos: planta  
E1: - Todos los seres vivos  
P: - Cuando yo le hago la pregunta ¿dónde están las células? ¿Usted qué me respondería?  
E1: - En los seres vivos  
P: - ¿Qué es lo que necesitamos para poder ver las células?  
E1: - Es que hay muchos tipos, pero uno las puede ver en todas partes, en los insectos, pero uno las puede ver con un microscopio, con una máquina muy especializada para eso.  
P: - ¿Qué es la célula?  
E1: - La célula es una parte muy importante que tenemos  
P: - ¿Será que uno tiene una sola célula?  
E1: - Tiene demasiadas en todas partes  
P: - ¿Qué tipos de células crees que hay? La...

E1: - Las de los vegetales, las de los hongos, eh...

P: - ¿O sea que el tipo de célula depende del reino?

E1: - Sí, y también hay animal y vegetal

P: - Decías que existen dos: animal y vegetal, ¿Cómo las diferencias?

E1: - Que la vegetal es la que tienen las plantas y la animal es de los animales

P: - ¿O sea que yo en un animal no puedo encontrar células vegetales?

E1: - Sí

P: - ¿Tú podrías diferenciar una célula animal de una vegetal inmediatamente, qué tendrías que hacer?

E1: - Pues analizar

P: - ¿Cómo las analizarías?

E1: - Investigando cada una de ellas

P: - ¿Cómo investigarías?

E1: - Primero investigo en libros, lo que entienda lo escribo en un papelito después busco en un computador o le pregunto a una persona adulta, qué se puede investigar de la célula. Entonces reúno toda esa información y lo que entienda de todo lo que escribí eso saco de la "análisis" que hice.

E1: - La célula vegetal tiene citoplasma, núcleo y el núcleo puede estar ubicado arriba, abajo, norte, sur, en cualquier parte; pero la célula también tiene una pared

P: - ¿Qué me puede decir respecto al tamaño de la célula?

E1: - Que las células tienen todo tipo de tamaño: grandes, medianos, pequeños.

P: - Muéstrame de qué tamaño sería una célula

E1: - Puede ser del tamaño de un granito de azúcar

P: - Ese sería el más grande o el más pequeño

E1: - El más grande

P: - ¿Y el más pequeño?

E1: - No, ni siquiera lo podemos tocar, es como invisible, sería del tamaño de una harinilla de harina

## ANEXO Nº 9: ACTIVIDADES ELEGIDAS PARA TOMA DE DATOS

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
1	- Toma de apuntes en clase de ciencias naturales (Anexo 2) - Diálogo con la profesora (Anexo 2) - Diálogo con el estudiante (Anexo 2)
2	- Desarrollo de cuestionario Nº 1 (Anexo 3)
3	- Desarrollo de la lectura: "Juan y la ensalada" (Anexo 4)
4	- Práctica de laboratorio en el jardín
5	- Práctica en el aula laboratorio con microscopio
6	- Entrevista post laboratorio.