

**LA REPRODUCCIÓN EN AVES:
UNA PROPUESTA DE AULA PARA ESTUDIANTES DE GRADO
SÉPTIMO**

ANA YURI IDÁRRAGA LOAIZA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL
NIVEL BÁSICO
BOGOTÁ, COLOMBIA
2015**

**LA REPRODUCCIÓN EN AVES:
UNA PROPUESTA DE AULA PARA ESTUDIANTES DE GRADO
SÉPTIMO**

ANA YURI IDÁRRAGA LOAIZA

**Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Especialista en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico**

Asesora:

Gladys Jiménez Gómez

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL
NIVEL BÁSICO
BOGOTÁ, COLOMBIA
2015**

Agradecimientos

En primer lugar doy gracias a Dios por darme la fortaleza y la paciencia para culminar mis estudios de Especialización.

Doy gracias a mi amada familia, mi hija Sarita, quien también hizo parte de esta experiencia y se dejó cautivar por los propósitos que como maestra le llevaba a mis estudiantes, a mi Esposo por su paciencia, apoyo y las palabras de aliento durante esta etapa de nuestras vidas, a mis Padres y Hermano por su incondicional respaldo y ayuda en las situaciones difíciles y en los logros alcanzados, y como no agradecer a la Profesora Gladys por su gran colaboración en su asesoría, su inquebrantable rigor, a mis queridos estudiantes que recibieron con agrado y entusiasmo las enseñanzas que les pude brindar, profesores, amigos, colegas y compañeros de postgrado, sus palabras cálidas fueron motivación en la terminación de éste trabajo de grado.

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional, Centro de documentación, Departamento de Física.
Título del documento	La Reproducción en Aves: Una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo.
Autora	IDÁRRAGA LOAIZA, ANA YURI
Directora	GLADYS JIMÉNEZ GÓMEZ
Publicación	Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., 2015, 94 p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras clave	Enseñanza de las Ciencias Naturales en Básica, Propuesta de Aula, Reproducción, Organización, Estructuras, Comportamiento, Problemas de estudio.

2. Descripción
<p>El siguiente Trabajo de Grado pone de manifiesto las preocupaciones que surgen en el maestro en cuanto a su papel dentro de la escuela, el sentido de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en Básica y cómo puede configurarse La Reproducción como problema de estudio en el aula. Se presenta como pregunta de investigación: ¿Qué reflexiones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en básica secundaria se derivan de la construcción de la reproducción en aves como un problema de estudio en el aula?</p> <p>Se propone una propuesta de aula para estudiantes de grado séptimo del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre, de carácter religioso y privado. Los objetivos se encaminan a abordar la reproducción en aves como objeto de estudio en el aula con estudiantes de grado séptimo del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre y desde ella derivar reflexiones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en básica, para lograrlo de diseña, implementa y sistematiza una propuesta de aula llamada: <i>“Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos”</i>, con ella se pretende analizar cómo los niños aprenden en clase de ciencias, y cómo se puede hacer un ejercicio de reflexión sobre la propia práctica docente para poder transformarla de tal manera que tenga sentido para los estudiantes y el maestro.</p> <p>Los referentes teóricos retoman aspectos legales en torno a la Enseñanza de las Ciencias en Colombia como son los Lineamientos Curriculares y Los Estándares Básicos de Competencias, aspectos relacionados con la concepción de ciencia como “actividad”, el rol del maestro de Ciencias y los propósitos de la Enseñanza de las Ciencias. Por otra parte se retoma la reproducción como problema de estudio, para ello se hace referencia a los “Problemas de conocimiento” (Grupo Eco-perspectivas), y se hace una revisión de la reproducción a nivel histórico y disciplinar, haciendo especial énfasis en la idea de organización que propone Francis Jacob (1984).</p> <p>Las reflexiones pedagógicas tienen estrecha relación en cómo el maestro puede fortalecer sus prácticas cuando se concibe como un profesional que investiga en su aula de clase, como las ciencias son una actividad colectiva que es posible realizar en el aula, y los estudiantes y</p>

maestro pueden establecer relaciones complejas en donde todos son sujetos activos que conocen y al mismo tiempo son objeto de estudio. La reproducción permite ser una estrategia que acerque a los estudiantes a la comprensión de los seres vivos como entidades complejas, interesantes y cognoscibles.

3. Fuentes

Se cuenta con 28 citas bibliográficas entre textos, artículos de revistas y publicaciones en internet. A continuación se numeran las más relevantes.

- Arcá, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula, los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós Ibérica.
- Ilse J., Lothar R., & Senglaub, K. (1989). *Historia de la biología, Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona, España: Editorial Labor S.A.
- Jacob, F. (1984). *La lógica de lo viviente*. Barcelona, España: Salvat.
- Maturana, H. & Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.
- Segura, D. (2000). *Constructivismo ¿Construir qué?* Bogotá, Colombia: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D., Molina, A., (1991). Las ciencias naturales en la escuela. *Investigación en la escuela* (14). Recuperado de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/14/R14_2.pdf
- Valencia, S., Méndez, O. & Jiménez, G. (2014) La respiración: De soplo vital a problema de conocimiento. *Módulo I: La comprensión de lo vivo*. Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales: Universidad Pedagógica Nacional.
- Valencia, S., Méndez, O. & Jiménez, G. (2008) ¿Enseñanza de las ciencias por disciplinas o interdisciplinariedad en la escuela? *TEA Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Volumen (23) pp 78 - 88
- Valencia, S., Méndez, O., Orozco, J., Jiménez, G., y Garzón, P. (2003) Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *TEA Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Volumen (14) pp 109-120.

4. Contenidos

Los capítulos y/o partes que tiene el trabajo de grado son nombrados a continuación con sus intenciones básicas.

El Contexto problemático y la Formulación del problema presentan un marco de referencia sobre las principales preocupaciones e intenciones que llevan a la autora a realizar este trabajo de grado, recogen aspectos sobre el sentido de la Enseñanza de las Ciencias, el Rol del Maestro y porqué hacer de la Reproducción un problema de estudio en el aula.

Los Objetivos, presentan un objetivo general y dos objetivos específicos basados en la búsqueda

de reflexiones pedagógicas en torno a las prácticas del maestro y el diseño, implementación y sistematización de una propuesta de aula sobre reproducción en aves para estudiantes de grado séptimo.

Marco teórico contempla aspectos como: La enseñanza de las ciencias naturales (referentes legales en Colombia, la caracterización de Ciencia para poder comprender su enseñanza, el rol del maestro y los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales. En segundo lugar está La reproducción como problema de conocimiento, y una revisión histórica y disciplinar de la reproducción.

En la Metodología se describe el tipo de investigación en la que se inscribe este trabajo, y se propone la ruta metodológica de la propuesta de aula.

Las Consideraciones finales comprenden la sistematización de experiencias escolares y las conclusiones finales a las que se llega finalizado el trabajo, y las referencias bibliográficas citadas.

5. Metodología

Este trabajo vincula un tipo de investigación cualitativa, en dónde es relevante encontrar el significado y la comprensión de la práctica social, a través de ordenar y relacionar lógicamente la información que la práctica nos suministra y que hemos registrado (Bustingorry, Sánchez & Ibáñez, 2006).

La sistematización es aquí utilizada como una herramienta asociada a los métodos cualitativos de investigación social que permite recoger, organizar y valorar las experiencias educativas (Jara, 2013), en ella se valora la ruta metodológica que contempla cinco fases, desde las cuales se pretende hacer un acercamiento a las aves desde sus características generales, su comportamiento, su dimorfismo sexual, estructuras reproductivas, mecanismos como el cortejo, la cópula y la fecundación, la formación del huevo, la puesta e incubación de los huevos, la anidación, formación y nacimiento de los polluelos.

En la sistematización de experiencias se muestra cómo los estudiantes desde sus testimonios y dibujos comprenden la reproducción en aves desde el comportamiento, las estructuras y funciones, la temporalidad de los seres vivos, y cómo hacen uso de hipótesis, descripciones, entre otras, cuando explican los procesos reproductivos.

6. Conclusiones

A continuación se muestran algunas de las reflexiones finales que se proponen en el documento.

La reproducción se presenta como un entramado de procesos, secuencias, estructuras, ciclos y comportamientos que pueden ser interesantes para el estudiante y genera comprensiones en torno a las condiciones necesarias previas a la concepción de un ser vivo.

La lectura y análisis de los testimonios de los estudiantes en sus bitácoras permite reconocer una construcción colectiva de conocimiento muy significativa no solo en torno a las elaboraciones

que se hacen sobre la reproducción sino de otras particularidades propias de los seres vivos, y además de los compromisos y actitudes que se tejen a lo largo de las experiencias constituyendo una historicidad del conocimiento en el aula.

El diseño, implementación y sistematización de una propuesta de aula exige al maestro una preparación continua de sus saberes y una transformación de sus prácticas en la medida en que se reconoce como posibilitador de espacios de construcción de conocimiento en su aula, en la cual es capaz de identificar las potencialidades que surgen en las relaciones que se dan entre los actores (estudiantes y maestro), y a su vez es experiencia de aprendizaje para él mismo.

A través de la sistematización de las experiencias el docente puede interpretar críticamente los pros y los contras de su proceder en el aula, generando una reestructuración de lo que él cree importante debe ofrecerse en la enseñanza de las ciencias, para dinamizar sus prácticas pedagógicas que adquieren un sentido renovado y atienden a unas necesidades propias de los estudiantes como son el contexto en el que están inmersos, sus rangos de edad y las problemáticas a las cuales se enfrentan.

El papel que asume el docente en la enseñanza de las ciencias debe estar mediado por el aporte de sus prácticas en la construcción de conocimiento y actitudes científicas en sus estudiantes, y en segundo lugar la capacidad de autoevaluarse y constituirse como intelectual de la educación, cómo docente que es capaz de investigar en el campo de la educación, que tiene el poder y la facultad de intervenir con propiedad en las problemáticas que surgen en el aula, por su conocimiento íntimo del acontecer con referencia a los modos de actuar y pensar de sus estudiantes, además la posibilidad de proponer estrategias que mejoren la enseñanza en un contexto social en donde además el maestro es un sujeto activo con unas ideologías e intereses personales que trascienden su práctica.

Elaborado por	IDÁRRAGA LOAIZA, Ana Yuri
Revisado por	JIMÉNEZ GÓMEZ, Gladys VALENCIA VARGAS, Steiner

Fecha de elaboración del resumen	05	03	2015
---	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

CONTEXTO PROBLEMÁTICO	11
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
MARCO TEÓRICO	21
LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES	21
La enseñanza de las ciencias en Colombia	21
Caracterizar la <i>ciencia</i> para poder comprender su enseñanza	26
Propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales	29
LA REPRODUCCIÓN COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO	36
Comprender los mecanismos por los cuales los organismos se reproducen es comprender la complejidad de lo vivo	41
<i>Una mirada histórica</i>	43
<i>La organización permite comprender la reproducción</i>	50
METODOLOGÍA	55
DISEÑO DE LA PROPUESTA DE AULA	58
CONSIDERACIONES FINALES: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS	67
FORMAS DE COMPRENDER LA REPRODUCCIÓN	68
OTRAS FORMAS DE COMPRENDER LOS SERES VIVOS	77
ALGUNOS RECURSOS UTILIZADOS EN LAS FORMAS DE EXPLICAR	81
CONCLUSIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. FASES METODOLÓGICAS</i>	62
<i>Tabla 2. DESDE EL COMPORTAMIENTO</i>	68
<i>Tabla 3. DESDE LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES</i>	69
<i>Tabla 4. DESDE LA ORGANIZACIÓN</i>	71
<i>Tabla 5. DESDE LA CLASIFICACIÓN</i>	73
<i>Tabla 6. DESDE LAS CONDICIONES</i>	74
<i>Tabla 7. DESDE LOS MECANISMOS</i>	75
<i>Tabla 8. DESDE LA DIMENSIÓN TEMPORAL</i>	77
<i>Tabla 9. DESDE LAS RELACIONES</i>	80
<i>Tabla 10. DESDE LA COMPARACIÓN</i>	81
<i>Tabla 11. DESDE LA DESCRIPCIÓN</i>	83
<i>Tabla 12. DESDE LA PROPOSICIÓN DE HIPÓTESIS</i>	84
<i>Tabla 13. NUEVOS APRENDIZAJES Y COMPROMISOS</i>	86

CONTEXTO PROBLEMÁTICO

La mirada introspectiva del docente sobre sus prácticas pedagógicas es el primer paso para lograr cambios significativos en la educación de sus estudiantes, población que demanda una mayor atención y preocupación en los centros educativos de nuestro país. El programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico de la Universidad Pedagógica Nacional posibilita la reflexión particular del ejercicio docente, llevando a que éste se cuestione sobre cómo se enseña la ciencia en la escuela, como también sobre el papel fundamental del maestro en una institución educativa de carácter religioso, privado y con una población estudiantil mixta, como el Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre, Institución que se interesa por comprender las ciencias como una actividad social que se construye y se transforma desde la escuela.

Una perspectiva de enseñanza que considere a las ciencias como actividad social, reconoce al docente y estudiantes como sujetos que interactúan, cuestionan, proponen y construyen conocimiento, acciones que, desde luego, no se desligan de las experiencias propias y del contexto actual de la sociedad a la que pertenecen.

En el proceso educativo son importantes los procesos sociales e individuales ya que en la individualidad de los sujetos se apropia o se reflejan los rasgos, valores, ideales de la sociedad, mientras en lo colectivo se amalgaman las individualidades, es por ello que es importante pensar en que la colectividad prima a la individualidad y favorece el aprendizaje en el aula. Son necesarias las estrategias en el aula que favorezcan el fortalecimiento de relaciones colectivas en busca de un ambiente propicio para la construcción de saberes que den sentido al aprendizaje de nuestros estudiantes; y en la búsqueda de tales estrategias surge este trabajo de grado que busca poner en marcha una serie de actividades de aula innovadoras y posibilitadoras de estos espacios en las ciencias naturales y el establecimiento de la reproducción como problema de estudio. Todo esto requiere una documentación exhaustiva por parte de la docente, el cuestionamiento de su proceder y la puesta en marcha de una ruta metodológica que contemple aspectos pedagógicos y didácticos acordes a la enseñanza de las ciencias.

Por ello es importante preguntarnos ¿qué esperamos de la enseñanza de las ciencias?, es claro que las ciencias deben aportarle significativamente a la juventud, ya que en ella se deposita la confianza de poder mejorar el desarrollo y producción del país. En los lineamientos curriculares la función de la enseñanza de las ciencias enfatiza que debe dirigirse, entre otros a los procesos de construcción más que a los métodos de transmisión de resultados y a explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad (MEN, 1998). Con ello se quiere que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza armónica con la preservación de la vida en el planeta” (MEN, 1998). Bajo esta concepción la enseñanza de las ciencias se constituye como una herramienta valiosa que forma a la persona como un sujeto crítico en construcción, lo que permite, a su vez, que este pueda hacer frente a la sociedad respondiendo a los retos y oportunidades que esta le plantea.

En la última década el MEN ha sostenido que en educación lo importante no es que los estudiantes se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y apliquen este saber para solucionar nuevos problemas en situaciones cotidianas. Una manera de llevar a cabo esta labor es desarrollando en los educandos habilidades y actitudes científicas para explorar fenómenos y para resolver problemas (MEN, 2004); sin embargo, vale la pena aclarar que lo anterior no refiere una relativización de los conocimientos fundamentales que debe ofrecer la escuela, ya que en los estándares básicos de competencias se enuncian los contenidos mínimos que deben aprender los niños en cada grado. Proponer la formación en habilidades, por una parte, y la comprensión de ciertos conocimientos mínimos, por otra, abre una brecha entre la manera de enseñar y lo que se pretende que los estudiantes aprendan. Es un hecho que año tras año las instituciones educativas se plantean la meta de enseñar la totalidad de los contenidos propuestos en el plan de estudios para responder a los estándares básicos de competencias, pero, en muchas ocasiones dejan de lado el fin mismo de la enseñanza de las ciencias enunciado en un principio: “la construcción del aprendizaje – aprender para la vida – desarrollar el potencial creativo – formación de ciudadanos críticos y éticos” y cayendo en el error de “acumular contenidos, entendidos como mera información”.

Lo anterior conlleva preguntarse sobre cómo fortalecer las prácticas pedagógicas, dado que el maestro actual debe ser un profesional que se caracterice por su espíritu de investigación y formación continua, ya que esto le permite comprender mejor el comportamiento y las necesidades de la juventud hoy día. Conocer la población de estudiantes que tiene a cargo el maestro puede ser la primera pauta para establecer la planeación de sus clases, las actividades a realizar, la manera de evaluar, entre otras, demandando flexibilidad acorde a las exigencias que el grupo plantee (como la edad, la cantidad de estudiantes, el estrato socioeconómico, las problemáticas sociales, la infraestructura del colegio, el entorno).

Realizar una propuesta de aula como lo propone este trabajo de grado implica entonces un acercamiento cuidadoso al grupo de estudiantes que se va a intervenir, con el fin de escoger las actividades que se pueden llevar a cabo en principio. El curso con el que se trabaja tiene un total de 31 estudiantes (14 niñas y 17 niños) que oscilan entre 11 y 14 años de edad. Es importante destacar que en estas edades (adolescencia) se manifiestan cambios importantes en la vida de los estudiantes a nivel corporal y mental, en el que la curiosidad frente a su cuerpo y la manera de relacionarse con los demás es su centro de atención. En este grupo de estudiantes se resalta el interés constante por preguntarse sobre aspectos de la vida y la búsqueda de respuestas que satisfagan su curiosidad. Los aportes activos y las abstracciones a las que pueden llegar en las clases han sido precursores del interés personal por descubrir cómo ellos pueden plantear sus ideas y sus explicaciones en torno a la reproducción, integrando sus experiencias básicas e interactuando con las actividades que el docente puede poner a su disposición en el aula, ofreciendo otras perspectivas, conocimientos, situaciones que enriquezcan la experiencia del niño y le permitan mirar lo humano con referencia a otros seres de la naturaleza, como es el caso de las aves, que despliegan una variedad de características y comportamientos respecto a la reproducción.

La propuesta de aula se convierte de esta manera en herramienta pedagógica que encausa tales curiosidades, intereses y preocupaciones de los estudiantes y los enfrenta con la *reproducción* ya no como contenido estático o mera información en la clase de ciencias, sino como punto de partida para comprender la existencia de los seres vivos y encontrar que su estudio puede ser interesante, problemático e inacabado. Además, dicha propuesta permite analizar cómo maestros

y estudiantes se favorecen mutuamente participando en sus propios procesos de conocimiento, reconocer al otro como fuente de saber, comprender la naturaleza para situarse críticamente en ella configura un espacio de aprendizaje dinámico y lleno de sentido en el cual todos son sujetos activos.

Ahora bien, abordar la reproducción en grado séptimo –tomando en concreto la reproducción en aves– comporta un problema de conocimiento, ya que tal situación de estudio proporciona un acercamiento a la comprensión de lo vivo, donde pueden explorarse, a su vez, otras preguntas orientadoras que abren la posibilidad a la reflexión de este como entidad natural compleja, que establece relaciones con otros seres y con la naturaleza, que es dinámico y que se adapta¹. Preguntas como ¿cuáles son los mecanismos que tienen las aves para reproducirse?, ¿qué condiciones son necesarias para que haya reproducción?, ¿cómo diferenciar un macho y una hembra a partir de sus características físicas o de comportamiento?, ¿cómo son las estructuras reproductivas de las aves?, o ¿cómo abordar la enseñanza de la reproducción desde lo macroscópico hasta lo microscópico? ponen a la docente y estudiantes en el rol de constructores de conocimiento en el aula de clase.

Es así como cada participante de la clase integra a su discurso nuevas explicaciones, hechos y términos que enriquecen su lenguaje y cobran sentido, porque para ellos la reproducción se convierte en una situación accesible en la que son partícipes por pertenecer a este mundo natural², de manera que las experiencias básicas se transforman adquiriendo renovados y valiosos significados. En este ambiente de enseñanza resulta indispensable que el maestro se pregunte acerca del proceso de aprendizaje de sus estudiantes y cómo estos convierten en experiencias significativas sus vivencias dentro del aula de clase, ya que en tal cuestionamiento es posible contemplar las relación entre el estudiante y el conocimiento como una actividad que se construye (Valencia, Méndez, Orozco, Jiménez & Garzón, 2003), en donde el sentido de esta

¹ Los problemas de conocimiento es una categoría propuesta por el grupo de investigación Eco-perspectivas del departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional en la formulación, diseño e implementación de propuestas de enseñanza de las ciencias para la Educación Básica. Para mayor ampliación ver Artículo: Valencia, S. M. (2003). Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *TEA*.

² El mundo natural aquí se reconoce no aislado del sujeto, sino en donde el sujeto es parte de él, lo interviene, lo modifica, y es a la vez, modificado por él. Con respecto a esto el contexto social actual también hace parte de ese mundo, como es un ambiente ciudadano y virtual.

construcción, desde el punto de vista epistemológico, consiste en reconocer que cada individuo asigna unas representaciones al “mundo que conoce” y que dichas representaciones pueden ser alteradas a partir de las relaciones que se establecen con las vivencias, con los otros, con la información o con los fenómenos que se estudian. El individuo, además de ser sujeto cognoscente, es objeto por conocer, con esto se argumenta el papel activo del estudiante como sujeto *social* y la relevancia de asumir el aula como sistema de relaciones complejas que le aporta en gran medida a un aprendizaje en comunidad.

En todo caso hay que tener presente que cuando en el aula de clase se estudia la reproducción surgen dificultades pedagógicas y didácticas para el maestro, toda vez que tal temática abarca un concepto amplio que, naturalmente, no es evidente en la experiencia cotidiana. Si bien pueden reconocerse comportamientos, características, diferencias en estructuras, rituales de cortejo, apareamiento, entre otras, hay otros procesos que escapan de nuestra vista como la fecundación, la división celular, la producción de células sexuales, el desarrollo de embriones, la producción de hormonas, entre otros. La comprensión de cómo suceden estos procesos nos lleva a pensar en aspectos como el tiempo, las estructuras especializadas, las relaciones que se dan entre dichas estructuras, y los mecanismos inmersos en aquello que llamamos reproducción. De esta manera podemos afirmar que la complejidad del proceso reproductivo justifica que su definición no se limite a la de “engendrar y producir otros seres de sus mismos caracteres biológicos” (RAE, 2015).

Desde esta concepción surge la oportunidad de abordar la reproducción como un estudio inacabado que se configura como problema de conocimiento, posibilitando la idea, diseño, implementación, sistematización y evaluación de una propuesta de aula que contemple estos aspectos, en donde a partir de la observación de varias especies de aves como las codornices en crianza doméstica, la presentación de información cuidadosamente seleccionada y la interacción grupal podamos acercarnos a ciertas características reproductivas de las aves desde la propia experiencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La propuesta de aula será implementada con estudiantes de séptimo grado del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre, institución educativa de carácter privado ubicado en la Calle 23C No. 69B-01, Localidad 9 (Fontibón) de la ciudad de Bogotá, D.C. Esta institución educativa pertenece a la Orden de Agustinos Recoletos³, fundamentada en la filosofía e identidad de San Agustín.

El colegio tiene como objetivo estratégico “Consolidar un sistema de calidad que propicie la investigación y excelencia académica”⁴, objetivo que guía en gran medida los procesos de Gestión de calidad y de organización interna de la institución. Siguiendo esta línea, el área de Ciencias Naturales y educación ambiental propone “contribuir a la formación integral del estudiante a partir de la comprensión de las particularidades y los alcances del conocimiento científico, que le permitan fomentar una actitud crítica y analítica frente a la explicación de fenómenos, plantear sus propias preguntas, diseñar su procedimiento y desarrollar las competencias actitudinales propias de las ciencias enfocadas a la formación de ciudadanos”⁵, objetivo que pone de manifiesto el compromiso por abordar la enseñanza de las ciencias como proceso fundamental en la formación de los ciudadanos, es decir, enfocada al desarrollo integral del individuo.

Teniendo en cuenta los intereses pedagógicos del colegio y partiendo de los intereses personales en los que el maestro tenga la posibilidad de constituirse como un profesional que se autoevalúe constantemente, que sea investigador de la acción educativa y que se constituya como protagonista esencial de la sociedad, potenciar en los estudiantes valores y habilidades propias de las Ciencias Naturales se convierte para ellos en un recurso que abre las puertas al mundo natural

³ Los Agustinos Recoletos son una comunidad religiosa que llegó a Colombia a finales del siglo XVI, su espiritualidad se centra en la “comunidad”, fundamentada en la vida y obra de San Agustín de Hipona, una vida de mayor perfección y una experiencia de interioridad en la vida comunitaria. La Orden Agustiniانا tiene una larga historia educativa y ha desarrollado su actividad en los más diversos ámbitos sociales. Su espíritu y estilo de educar siguen vivos y sintonizan con la sociedad actual y con las demandas del hombre de hoy.

⁴ Tomado del Manual de convivencia 2014 del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre, Objetivos estratégicos.

⁵ Tomado del Plan de área de Ciencias Naturales, Gestión académica.

que puede ser afrontado con una mirada curiosa en búsqueda de nuevas interpretaciones y respuestas. Desde allí, la naturaleza se transforma en un valioso insumo en el estudio de los seres vivos.

Los problemas de conocimiento se presentan como una oportunidad para plantear en el aula situaciones de estudio como la reproducción. Cabe aclarar que el concepto “problema” abordado en este trabajo no corresponde al planteado desde otras perspectivas pedagógicas como la denominada “resolución de problemas”, en donde este

...puede ser definido desde el grado de dificultad que presente al individuo o desde el camino utilizado para su solución, desde el primer criterio una situación puede convertirse en problema “solamente cuando ha sido reconocido como tal, es decir cuando corresponden a una duda carente de respuesta” a “una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta”, lo que implica que esta “situación no es familiar para el alumno y presenta la novedad como característica fundamental”.

[Un problema] es una situación que “requiere que el sujeto analice unos hechos y desarrolle razonadamente una estrategia que le permita obtener unos datos (números o no), procesar estos datos (relacionarlos entre sí y con los hechos), interpretarlos y llegar a una conclusión (respuesta), siendo este análisis y razonamiento basado en la comprensión del tema o del campo al que pertenece la situación (García, 2003, pp. 45-45).

La acepción de “problema” descrita anteriormente sugiere solamente un método desde lo cognitivo para resolver una situación de estudio determinada previamente; en contraste, los problemas de conocimiento permiten *construir* el problema, en donde se valoran los criterios de actuación (configuración de subjetividades en el maestro y en los estudiantes) y se da gran importancia al contexto cultural, concibiendo la enseñanza de las Ciencias Naturales desde una perspectiva compleja en la que convergen, en primer lugar, las relaciones entre las imágenes de ciencia y conocimiento; en segundo lugar, la forma como se concibe la escuela y su papel en la sociedad, y las estrategias que se implementan en el aula para la construcción de explicaciones del mundo natural y social, con unos referentes teóricos desde lo epistemológico, lo pedagógico y lo didáctico (Valencia *et al.*, 2003).

Al abordar la reproducción como problema de conocimiento emergen preguntas por los mecanismos de reproducción en los seres vivos –en concreto las aves–, las estructuras reproductivas en machos y hembras, las condiciones y los elementos necesarios para que se conciba un nuevo ser, los mecanismos de adaptación de una población, la herencia, el concepto de “especie”, el desarrollo del embrión, la formación y estructura de las células sexuales, el proceso de fecundación, los comportamientos como los rituales de cortejo y las características físicas determinadas por el dimorfismo sexual. Tales cuestionamientos propician la comprensión de las aves en su complejidad reproductiva.

Las diversas preguntas formuladas para y por los estudiantes ponen en juego su capacidad discursiva para explicar la reproducción, integrando sus experiencias de vida, su conocimiento escolar y enriqueciendo su lenguaje a partir de las discusiones, socializaciones e información recibidas en las actividades de la propuesta. Las “concepciones” de los niños pueden convertirse para el maestro en un poderoso insumo que dinamiza el aprendizaje de las ciencias. Según Giordan, 1995., éstas plantean preguntas clave para el docente: ¿cómo podemos enriquecerlas, desplazarlas, transformarlas?, ¿cuál va a ser el papel de los enseñantes, de los diferentes difusores del saber y cuáles los medios apropiados? Más que identificar la estructura de tales concepciones, lo que interesa en este trabajo es reconocer que lo dicho por los estudiantes es importante y es la base de nuevas construcciones ya sea porque a través de ellas se dinamizan los nuevos aprendizajes o porque dejan ver los obstáculos con los que se enfrenta el maestro cuando se aborda una situación de estudio en particular. En la medida en que las experiencias en el aula sean significativas para el niño dichas concepciones se transforman en ideas llenas de sentido que desencadenarán más preguntas y la necesidad de responderlas y explicarlas. En este proceso son importantes la interacción con los otros, escuchar diferentes puntos de vista, contrastar ideas, manifestar dudas y llegar a acuerdos. Con ello no solo se enriquecen los *constructos*⁶, sino también la subjetividad misma de los estudiantes y del maestro que se encuentran a la hora de enfrentar una situación de estudio en el aula.

En sintonía con estas razones resulta pertinente la siguiente pregunta: ¿Qué reflexiones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en básica secundaria se derivan de la construcción

⁶ Otra manera de llamar las concepciones o las representaciones según Giordan, 1995.

de la reproducción en aves como un problema de estudio en el aula con estudiantes de grado séptimo del Colegio Agustiniiano Ciudad Salitre?

Así entonces, la implementación de una propuesta de aula cuidadosamente diseñada a partir de los intereses y actividades intencionadas del maestro⁷ enriquece las reflexiones en torno a la reproducción como problema de conocimiento, plantea unos modos de actuar, de proceder que permiten mejorar las condiciones para la enseñanza de las ciencias en básica secundaria, aporta elementos pedagógicos y disciplinares que favorecen en el estudiante la construcción de explicaciones sobre la reproducción como un proceso que contribuye a la comprensión de los seres vivos. Dichas explicaciones se complejizan dando como resultado un discurso al que le son integrados términos específicos de los procesos biológicos, llegando a esquematizaciones y representaciones en las que todos están de acuerdo (Arcá *et al.*, 1990), las experiencias que se comparten, el acercamiento a situaciones de estudio en las clases de ciencias, las discusiones, los diálogos con los otros (compañeros y maestro), las experiencias de otras vivencias y su cotidianidad serán las fuentes desde las cuales se dé una organización lógica a la explicación construida, que se comparte y valida en y para el grupo.

⁷ Esta es una de las finalidades de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico. Uno de los objetivos principales del programa es propiciar una reflexión contemporánea sobre la problemática de la ciencia que genere en el maestro y consecuentemente en sus estudiantes, una nueva actitud frente al saber científico y su enseñanza.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Construir la reproducción en aves como objeto de estudio en el aula con estudiantes de grado séptimo del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre y desde ella derivar reflexiones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias en básica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar, implementar y sistematizar una propuesta de aula que posibilite reflexiones pedagógicas en torno a la enseñanza de las ciencias en básica, con el fin de lograr transformaciones en la práctica docente.
- Propiciar espacios en el aula que permita a los estudiantes enriquecer sus explicaciones a partir de la construcción de la reproducción en aves como problema de estudio.

MARCO TEÓRICO

A continuación se trabajan tres aspectos importantes en la delimitación de la organización del marco teórico. El primero de ellos contempla la enseñanza de las Ciencias Naturales, en donde es relevante la descripción de algunos referentes legales de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Colombia, así como también la caracterización de las ciencias para definir cuáles son los propósitos de la enseñanza de esta disciplina y algunas reflexiones pedagógicas en torno al rol del docente; el segundo aspecto tiene en cuenta algunos aspectos importantes en cuanto al desarrollo histórico, epistemológico y disciplinar de la reproducción; el tercero y último punto, analiza la reproducción como problema de conocimiento teniendo en cuenta los criterios de actuación y modos de trabajo en el aula.

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

La enseñanza de las ciencias en Colombia

En nuestro país la enseñanza de las Ciencias Naturales tiene unos referentes legales a partir de los cuales las instituciones educativas organizan su currículo y sus planes de estudio. Entre esos referentes sobresalen los *Lineamientos curriculares* y los *Estándares básicos de competencias*.

Los *Lineamientos curriculares* fueron necesarios en el proceso de planeación y fundamentación de las áreas obligatorias y básicas definidas por la Ley General de Educación en su Artículo 23 (Ley 115 de 1994). Estos se realizaron con unas orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que muestran una fortaleza importante en la manera como debe construirse el conocimiento en el aula a partir de cada disciplina como las Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, entre otras. Para formularlos surgieron interrogantes sobre el sentido y la función de la pedagogía en el siglo XXI, planteando las preguntas acerca qué enseñar y qué aprender en la escuela, cuestionamientos que convergen en temas como el currículo, plan de estudios, evaluación y promoción de los estudiantes (MEN, 1998).

Para el caso concreto de las Ciencias naturales los referentes filosóficos y epistemológicos se ocupan, en primer lugar, de resaltar el valor del papel del mundo de la vida en la construcción del conocimiento científico y, en segundo lugar, de analizar el conocimiento común, científico y tecnológico, la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sus implicaciones valorativas en la sociedad, sus incidencias en el ambiente y en la calidad de la vida humana. Referirse al “Mundo de la vida”, concepto utilizado por el filósofo Edmund Husserl (citado por MEN, 1998) es referirse a la perspectiva de mundo que construye cada quien en su particularidad, en otras palabras, el mundo de la vida es el reconocimiento que se le da a la experiencia desde la cual el ser humano construye y reconstruye su idea de mundo. Esta conciencia del “mundo” es el conocimiento que se construye a partir de la experiencia propia del individuo y del sentido que le otorga a este. Este mundo para el individuo es cambiante, se adapta y se reconstruye dependiendo de su historia misma, es decir, cambia en la medida en que sus experiencias son significativas. Teniendo en cuenta esta teoría del mundo de la vida de Husserl, podemos decir que en el ámbito de la enseñanza es importante que los maestros tengan en cuenta de que hay un valioso insumo del cual partir y es la experiencia y el conocimiento que subyace en sus estudiantes, sin embargo la enseñanza de las ciencias debe darle a los educandos la oportunidad de establecer un diálogo racional entre su propia perspectiva (o su propio mundo de la vida) y la posibilidad de contemplar otras, no queriendo decir con esto que las abandone, sino que se descentralice de las propias y visualice nuevas perspectivas que lo ayuden a comprender el mundo en el cual se desenvuelve, al contraponer sus puntos de vista con otros posibles puede ir en busca de un conocimiento más objetivo o, lo que es equivalente, un conocimiento más intersubjetivo. Se trata pues de brindarles oportunidades a nuestros estudiantes de encontrar en las ciencias experiencias significativas que impacten su aprendizaje.

Por otra parte, los referentes psicocognitivos (en los Lineamientos curriculares) se ocupan del proceso de construcción del pensamiento científico, explicitan los procesos de pensamiento y acción, y se detienen en el análisis del papel que juega la creatividad en la construcción del pensamiento científico y en el tratamiento de problemas. Los referentes teóricos en pedagogía y didáctica invitan al docente a mejorar su rol de educador, asignan un nuevo papel al laboratorio de ciencias, aportan elementos para mejorar el proceso de evaluación del aprendizaje y proponen una alternativa didáctica renovadora que debe ser interpretada como una invitación a los

docentes a que construyan sus propias propuestas didácticas (MEN, 1998). Bajo estas directrices resulta claro que la enseñanza de las Ciencias naturales y la educación ambiental debe enfatizar en los procesos de construcción más que en los métodos de transmisión de resultados, ésta idea genera un impacto en la manera de plantear una clase de ciencias naturales, obliga a transformar nuestras prácticas de enseñanza, dejando de lado los aspectos estáticos y repetitivos de la educación para revisar otros en los que hay un planteamiento de un objetivo a lograr y un eje conductor de las actividades que se realizan, actividades que deben estar diseñadas para que estudiantes y maestros exploren, pregunten, interactúen, cuestionen y propongan, finalmente llegando a comprender un fenómeno particular en el caso de las ciencias. Las actividades que se realizan en clase son claves para generar conocimiento desde la escuela y en la medida en que se alejen de la concepción de que todo está dicho o de que todo se sabe, hay que aventurarse a encontrar que de manera contradictoria desconocemos las causas y comportamientos de muchos fenómenos naturales, en su mayoría cercanos a nuestra vida cotidiana, y que por ello se nos presentan como una oportunidad para explorarlos y descubrirlos desde la clase de ciencias. Es entonces como los contenidos pasan a un segundo plano y la forma de proceder es la que cobra importancia en nuestras prácticas pedagógicas. El experimento, los talleres prácticos y las discusiones grupales en torno a ellos se configuran como medios que propician el reconocimiento de múltiples situaciones ricas en posibilidades de conocimiento científico.

Ciertamente, el marco de referencia planteado en los *Lineamientos curriculares* tiene una fuerte fundamentación teórica que reconoce el papel activo del estudiante y del maestro, le da a este último una libertad creativa de asumir la enseñanza de la ciencia como un proceso creador de conocimiento. Tanto así que en su objetivo general para la enseñanza de las Ciencias y educación ambiental se establece que el estudiante debe desarrollar un pensamiento científico⁸ que le permita contar con una idea integral del mundo natural. Se puede interpretar que el conocimiento es “integral” y no “fraccionado”, que se establece como una brújula que sirve de guía a la puesta en escena de actividades en el aula que se acomoden a esta idea holística de la ciencia, que

⁸ Según los Estándares básicos en competencias el pensamiento científico es la capacidad que debe formarse en los niños desde las ciencias naturales de mirar su entorno, hacerse preguntas, plantear hipótesis, investigar de acuerdo con unos postulados básicos del quehacer científico y con una perspectiva interdisciplinaria; que además puedan respetar y enriquecerse con diferentes puntos de vista, asumir una posición analítica y crítica frente a los resultados y establecer relaciones entre los diferentes conceptos (MEN, 2004).

además no es único o exclusivo de la comunidad científica, sino que hace parte de ese mundo de la vida, anteriormente citado por Husserl.

Para el año 2004 el MEN publicó la primera edición de los *Estándares básicos de competencias* con la intención de formular criterios claros y públicos que permitieran conocer lo que deben aprender nuestros niños y jóvenes, estableciendo un punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer en cada una de las áreas y niveles. En los objetivos de dichos estándares se plantea que las generaciones que estamos formando no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas (MEN, 2004). A pesar de que persiste la idea de “no acumular conocimiento” se observan unas limitantes en el proceder de las instituciones; en efecto, el que se presente una propuesta dirigida a cada área en específico contempla unos procedimientos y unos contenidos establecidos que los educandos deben saber constituyendo un obstáculo para cumplir con el fin de formar en el desarrollo de habilidades, y se busque la memorización de información o el abordaje mecánico de temáticas carentes de sentido para el estudiante.

No obstante, para el área de Ciencias Naturales⁹ –como también se establece de manera particular en otras áreas– los estándares buscan que *los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas*, las habilidades científicas a las que los estándares se refieren son: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos, compartir los resultados (MEN, 2004). La intención de nuestras escuelas es gestar unas habilidades científicas en los estudiantes entendidas como la capacidad de seguir “el método científico”, dejando de lado la posibilidad de que ellos puedan hacer construcción de una problemática que genere unos aprendizajes colectivos olvidando la rigidez que propone el método para formar una “actitud científica”, entendida como maneras de proceder frente a una situación, pregunta o problema; sin embargo, es usual que en la práctica los problemas que deben aprender a resolver se limiten a la simple resolución de preguntas aisladas

⁹ El área de Ciencias Naturales es presentada en los estándares en asociación con las Ciencias Sociales en la misma cartilla.

de la experiencia o carentes de sentido, típicos ejercicios en los que el estudiante hace uso de un procedimiento mecánico y/o aplicación de algunas fórmulas matemáticas, dejando de lado la exploración íntima del fenómeno, relacionado intrínsecamente con su vida cotidiana, la observación, y su planteamiento como verdadero problema de estudio con unas características particulares. Los estándares pretenden homogenizar contenidos a nivel nacional sin tener en cuenta los diferentes contextos sociales, así mismo la evaluación a la que se someten nuestros niños es externa de los procesos mismos de las aulas.

Con esto podemos decir que los estándares corresponden con una mirada empresarial de la educación cada vez que se buscan parámetros de evaluación de “calidad” a través de la medición de eficiencia, eficacia y satisfacción del cliente, distanciándose de la realidad social en la que viven nuestros niños en diferentes lugares del país o incluso, en las grandes diferencias entre las instituciones educativas de carácter público y privado. Los PC (Problemas de conocimiento) se distancian de perspectivas empresariales en la educación, porque en estos la evaluación es un proceso continuo, enriquecedor y que retroalimenta los procesos de aprendizaje, se preocupa por una situación específica de estudio de acuerdo a unos intereses grupales propios de su realidad y su entorno, aquí la mirada de la educación como “empresa” fabricante de “productos”, no tiene cabida, lo que se valora en su lugar es la construcción de saberes que tienen sentido para quienes los construyen.

Para el MEN dichas habilidades forjadas desde las Ciencias Naturales contribuyen a la formación de ciudadanos capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar al máximo su potencial creativo, además de promover la responsabilidad de una educación crítica, ética, tolerante con la diversidad y comprometida con el medio ambiente; que se constituya en puente para crear comunidades con lazos de solidaridad, sentido de pertenencia y responsabilidad frente a lo público y nacional. Esta propuesta busca crear condiciones para que los estudiantes sepan y comprendan qué son las Ciencias Naturales, de tal forma que puedan comunicar y compartir sus experiencias y sus hallazgos, actuar con ellas en la vida real y hacer aportes a la construcción y mejoramiento de su entorno, tal como lo hacen los científicos (MEN, 2004). Desde este punto de vista se resalta la importancia que le adjudica el MEN a la enseñanza de las Ciencias Naturales como herramienta en la formación de ciudadanos que le aporten a la sociedad, ya que estas no

solo contribuyen a la actitud científica que puede desarrollar el individuo en la clase o en la educación superior –si es que decide estudiar una carrera afín–, sino que trasciende en la vida misma del ciudadano en diferentes ámbitos sociales cotidianos.

A modo de reflexión podemos decir que la visión de la enseñanza de las Ciencias Naturales desde el marco legal, pedagógico y epistemológico la posicionan como esencial en la educación y clave en la formación de futuros ciudadanos autónomos, críticos y comprometidos con el entorno en el que se encuentran inmersos, en la medida en que son capaces de comprender cómo su existencia en este mundo puede modificarlo y en cierta medida beneficiarse de él disminuyendo el impacto negativo en las acciones que realiza, si al aprender e interactuar con su mundo de la vida –que menciona Husserl- se apropia de lo que aprende y valora la naturaleza será una persona que aporte positivamente en su vida al bienestar de la naturaleza, de los seres vivos, de los otros, lo que invita a los docentes de ciencias a proponer alternativas de enseñanza acordes con diferentes requerimientos de las comunidades educativas, alternativa que implica la revisión de la imagen de ciencia y enseñanza que están a su base.

Caracterizar la *ciencia* para poder comprender su enseñanza

La enseñanza de las ciencias, al igual que otras áreas básicas del conocimiento, se desarrolla de forma simultánea en la escuela. A este respecto Segura & Molina (1991) creen que es difícil desligar la enseñanza de las ciencias del proceso total de educación que vive el individuo, ya que este se enriquece con otro tipo de experiencias como son sus vivencias en el hogar y el acceso a los medios de comunicación. Además, no ha de pasarse por alto factores como el desarrollo físico, psicológico, afectivo, cognoscitivo y social de la persona, más aún en los primeros niveles de escolaridad. El reconocimiento de todas estas dimensiones en la clase de Ciencias Naturales es fundamental, porque la comprensión de esta complejidad individual se puede consolidar como herramienta que potencie en el niño la manera de aproximarse al mundo para explicarlo y comprenderlo.

Es importante, entonces, aclarar cómo se concibe la *ciencia* en este trabajo para tener claridad y concordancia en los referentes teóricos, didácticos, pedagógicos, e incluso, epistemológicos a la hora de enseñarla.

La ciencia se nos puede presentar de dos maneras distintas: como los *resultados* de la actividad científica o, en contraposición, como la *actividad* misma (Segura & Molina, 1991). En el primer caso la ciencia se concibe como un producto concluido, como una colección de leyes, teorías y principios científicamente válidos en un momento determinado. Esta idea de ciencia resulta equívoca o insuficiente, por ello suele agregársele un método (sistemático) que permita la utilización de los conocimientos científicos en el momento en que se quiera construir nuevos conocimientos.

La creación de los planes de estudio se desliga de esta idea, consiste básicamente en la enunciación de *temas* que intentan resumir los resultados más importantes de la actividad de la ciencia a través de la historia (Segura & Molina, 1991). Ésta organización del currículo corresponde a la imagen de ciencia en la mayoría de nuestras escuelas adjudicándosele una validez tal, que cuando la comunidad educativa hace revisión y evaluación de sus planes de estudio son los contenidos los que menos se modifican, simplemente se contrasta con lo que piden los estándares curriculares para confirmar si se responde con lo mínimo requerido. Hay una confianza tal en este tipo de organización del currículo que no hay un cuestionamiento profundo por reevaluar lo que se pretende con la enseñanza de las ciencias, y en general con todas las disciplinas en la escuela¹⁰.

La mejor manera de abordar la ciencia es concebirla como un proceso, como una actividad. Esta concepción no se restringe únicamente al conocimiento científico sino al conocimiento en

¹⁰ El éxito de las instituciones educativas en nuestro país se ha medido históricamente por los resultados de exámenes escritos como las pruebas Icfes, que han medido principalmente el logro de competencias en relación con los contenidos que precisamente se organizan en los currículos y que están acordes con los estándares curriculares, sin embargo, al comparar con pruebas de índole internacional como son las pruebas Pisa, se ha verificado los bajos niveles en la educación de nuestros estudiantes. Esto nos hace reflexionar sobre el sentido de la enseñanza y de la evaluación y ha hecho que el Icfes y las instituciones educativas reflexionen sobre las prácticas de enseñanza y la reestructuración de los currículos y de las mismas pruebas Saber. Aún hay falencias, pero a partir de la formación contundente de maestros y espacios de reflexión y debate, son ellos parte importante para generar algunos cambios.

general. La ciencia es una empresa colectiva y sus resultados son a su vez un logro colectivo (Segura & Molina, 1991), no reduce la historia de la ciencia a una colección de anécdotas y la ciencia misma a una serie de instituciones geniales y circunstancias fortuitas, ya que esto la priva del ingrediente que la hace humana: la creación social en la que priman la comunicación, la discusión y la rectificación.

Ver la ciencia como actividad posibilita su desarrollo en cualquier ámbito, en especial en la escuela, que puede configurarse como el espacio ideal por las relaciones que se establecen entre sus actores (maestros, estudiantes, comunidad educativa). En efecto, la escuela fue creada con el fin de *construir conocimiento*. A este respecto resulta importante destacar que el conocimiento escolar al igual que el conocimiento científico es una actividad, cuando el estudiante construye el conocimiento elabora y desarrolla estructuras conceptuales que le permiten comprender y actuar sobre la realidad, a partir de las estructuras que ya posee. Sobre esto Candela (1999) arguye que el conocimiento científico es construido en el aula a través del discurso que se enriquece con la intervención de estudiantes y maestros, y su análisis revela que están presentes muchos de los debates clásicos y actuales en la epistemología de la ciencia; entre ellos cita los debates que acontecen sobre el conocimiento científico como verdad terminada o como producto de un proceso en construcción donde los errores son parte del proceso y no por eso impiden legitimar una versión temporal y localmente. Aparece también la tensión en la relación entre el empirismo y la concepción de la ciencia como una construcción social, y una relación similar de tensión entre el status del conocimiento científico y el del conocimiento cotidiano o creencia. Por lo tanto las relaciones que se entretienen en el aula de clase hacen posible una “negociación” de experiencias, ideas, pareceres y opiniones, estableciendo acuerdos para que el conocimiento se vuelva comprensible, flexible, reorganizable, compatible; en un modo de actuar y transformar la realidad y por lo tanto útil para el individuo, para el grupo social del cual hace parte, y para la sociedad en general. En sintonía con Candela (1999) y Ayala, 2006., la educación en ciencias se trata pues de generar condiciones que favorezcan una nueva relación frente al conocimiento, en la que resulte posible al estudiante organizar y ampliar su experiencia, estableciendo una relación de diálogo con los aportes de otros pensadores y, en general, con la información que circula en su medio cultural.

Propósitos de la enseñanza de las Ciencias Naturales

Definir los propósitos posibilita una organización clara de la práctica que debe ir en concordancia con la ciencia vista como *actividad* es una tarea imperativa de los docentes de ciencias en cuanto permite establecer a dónde se quiere llegar antes de poner en marcha una planeación. Definir el qué, exige una revisión cuidadosa del cómo, es decir, cuáles son las estrategias que se van a implementar, y qué actividades se van a realizar en clase.

A continuación se citan algunos puntos de vista que orientan, los propósitos de enseñanza de las ciencias, desde el ámbito personal, apoyan ciertas ideas que van de la mano con la propuesta de aula que se pretende implementar. Segura & Molina (2000) plantean tres objetivos básicos de la enseñanza de las ciencias teniendo como base el estudiante: enriquecer la experiencia, lograr la confianza en la propia racionalidad y desarrollar actitudes ante el conocimiento y ante la ciencia. Los tres propósitos planteados van de la mano con lo que se quiere lograr en el estudiante sin embargo se quedan cortos en reconocer al estudiante como sujeto social en la clase de ciencias, ya que en su interactuar es cuando hay un fortalecimiento de su perspectiva de mundo natural que construye, en otras palabras, se valora la intersubjetividad en la construcción del conocimiento. Para tener una mejor comprensión de los objetivos retomados de Segura y Molina, vale la pena describirlos.

Enriquecer la experiencia. No se trata únicamente de posibilitar a los alumnos la observación de cosas y fenómenos lejanos de sus vidas cotidianas y jamás observados por ellos, más bien tal acción consiste en establecer relaciones con aquellos fenómenos que suceden todos los días pero que, debido a la inmediatez o habitual percepción de estos, no se les presta la suficiente atención, lo que conlleva que su descripción se haga solamente a través de explicaciones espontáneas del sentido común, pues tales acontecimientos se consideran evidentes o carentes de una explicación profunda. De esta forma podemos afirmar que el enriquecimiento de la experiencia es importante porque ofrece elementos diferentes para que el individuo elabore explicaciones y asigne significados precisos a los términos explícitos en ella. La experiencia inicial o básica da lugar a otras que, a su vez, motiva a los estudiantes a desarrollar un gusto por los saberes y un deseo de aprender. En cuanto a esto, más allá de lo que plantean los autores, es importante valorar la

experiencia básica del estudiante, no para detenerse en ella sino para enriquecerla, pero más que enriquecerla es que el estudiante pueda elaborar abstracciones que permitan superar esa experiencia sensible para construir ideas que den explicación consistente a lo observable, y por qué no, a lo no observable. Para Valencia, Méndez & Jiménez (2014) es necesario vencer las intuiciones primeras, el deslumbramiento y el entusiasmo por lo natural y vincularse al ejercicio del pensamiento, para comprender el hecho que se construye por medio de preguntas, posibles respuestas, de esta manera, al vencer la experiencia básica el sujeto está en la capacidad de adquirir un sentido renovado del fenómeno, duda de las analogías primeras, enriquece las metáforas y complejiza las relaciones.

Lograr la confianza en la propia racionalidad. Consiste en situar al alumno como sujeto activo en el aprendizaje, con capacidad continua de creación, imaginación y cuestionamiento, generando espacios de discusión en donde es posible poner a prueba suposiciones, elaborar planes, contar experiencias, manipular objetos, ejercitar el lenguaje, el razonamiento y la argumentación. Cuando el estudiante muestra empeño en la búsqueda y elaboración de explicaciones a diferentes problemas, así estas se distancien de las concepciones de los científicos, puede percibirse si dicha explicación es genuina y, de igual forma, podrán reconocerse criterios de verdad y rangos de validez de tales explicaciones. En este ámbito es importante dar cabida a la equivocación y a la corrección de las propias presunciones. De nuevo los autores desconocen poner de manifiesto el hecho de que este tipo de avances son posibles en la medida que el estudiante comparte con otros. Por él mismo, es difícil que le apueste a un punto de vista sobre una situación, pero cuando ha escuchado, ha debatido y ha tamizado diferentes pareceres su opinión se nutre del contexto, de los demás y de él mismo.

Desarrollar actitudes ante el conocimiento y ante la ciencia. La búsqueda de explicaciones se enmarca en una actitud ante el mundo, ante el conocimiento y ante la actividad científica. Concebir la búsqueda de explicaciones como posible es aceptar la cognoscibilidad de la naturaleza, confiar en la propio raciocinio y asumir una postura precisa frente al mundo que nos rodea y a la manera como interactuamos con él, es reconocer la dificultad de enunciar verbalmente lo que pensamos y la posibilidad de equivocarse dando lugar a la contrastación de asunciones y argumentaciones.

Los objetivos planteados por Segura y Molina dan un lugar protagónico al estudiante, en donde, a partir de las actividades que promueve el maestro, aquel puede enriquecer sus explicaciones, otorgar al fenómeno un carácter de complejidad al reconocer que las respuestas a las preguntas planteadas no son obvias, ser flexible en las ideas que surgen, comprendiendo que puede equivocarse y que puede cambiar su manera de pensar. Otros autores resaltan además nuevos aspectos.

Para Arcá, Guidoni, & Mazzoli (1990), los propósitos de la enseñanza de las ciencias no pretende que los estudiantes logren una “cultura científica global” que es difícilmente definible en términos tanto de contenidos como de habilidades cognitivas generales. Lo que sí es posible es poner en marcha y organizar el desarrollo de toda una serie de potencialidades intelectuales que luego puedan explicitarse y orientarse en los contextos más diversos, situando la enseñanza de las ciencias como la posibilidad de formar en los estudiantes actitudes científicas que le permitan enfrentar el mundo, ya sea desde una disciplina científica o a nivel general en cualquier experiencia que tenga en su vida. En este caso para Arcá *et al.* (1990) lo importante es formar en “actitudes científicas” para que la persona se desenvuelva en diferentes situaciones aparte del contexto escolar. Este equipo de trabajo aborda la enseñanza de las ciencias desde cuatro puntos de vista básicos que serán descritos a continuación y en los cuales el rol del maestro o enseñante es protagónico en la dinamización del acontecer en el aula, dado que la construcción de conocimiento depende, en un primer momento, de las capacidades que tiene el enseñante.

1. La enseñanza vista como investigación, explicitación y desarrollo de estructuras de pensamiento ya existentes en los jóvenes. El enseñante debe desarrollar la competencia de estimulación de problemas y de indagador de estructuras de pensamiento a partir de las cuales pueda llegar a una sistemática explicitación de los esquemas de explicación que funcionan en el pensamiento de los jóvenes y que pueden ser evocados cuando sea necesario.

2. La enseñanza vista como confrontación entre diversos modos de pensar y con los hechos que suceden. El enseñante debe tener la capacidad de hacer hablar a los jóvenes entre sí, y de evidenciar de vez en cuando las implicaciones y las contradicciones de lo que dicen, favoreciendo una “memoria crítica” de la clase, a partir de las explicaciones e interpretaciones

(equivocadas o no) que surgen de los jóvenes, de sus experiencias y del mismo enseñante, dando lugar a que los estudiantes reconozcan cómo cada nuevo conocimiento se construye sobre conocimientos precedentes, correspondientes a hechos susceptibles de ser de vez en cuando reinterpretados, y cómo pueden ser expresados de forma reconocida y legitimada por toda la clase, vistos así como verdaderos sujetos sociales.

3. La enseñanza como reorganización continua de las experiencias y de las explicaciones. Los diversos temas que el enseñante presenta están insertos en un proceso continuo de reorganización del patrimonio de cosas aprendidas. Se debe desarrollar un modo de enseñar visto como una continua “amasadura de conocimientos” en la que nuevas experiencias y nuevos aprendizajes se insertan significativamente y en el mayor grado posible en un proceso dinámico de progresiva estructuración de los modos de comprender las cosas.

4. La enseñanza como búsqueda y transmisión de instrumentos adecuados para la esquematización y estructuración coherente del conocimiento. Se busca dejar de lado los contenidos específicos de un área disciplinar ya que resultan desconectados de las situaciones en las que deberían aplicarse reduciéndose a una lista de cuáles y cuántos “contenidos” pueden afrontarse en los diferentes niveles de escolaridad. En su lugar Arcá *et al.* (1990) plantean que lo que más cuenta en un proceso de transmisión de instrumentos de conocimiento, es su nivel de significatividad de correspondencia con una verdadera estructura organizada de preguntas por parte de los jóvenes que afrontan precisamente problemas que con dichos instrumentos se pueden esquematizar y estructurar coherentemente.

Para Arcá *et al.*, a diferencia de Segura & Molina, el protagonismo recae en el maestro (enseñante), en su conocimiento, en la planeación cuidadosa de las actividades en el aula, y en los objetivos que este se plantee en cuanto lo que quiere que sus estudiantes aprendan. Se privilegia además una enseñanza interdisciplinar que no se encasille en contenidos que los estudiantes aprenden o memorizan.

Para Valencia, Méndez & Jiménez (2008), profesores de la Universidad Pedagógica Nacional del grupo de investigación Eco-perspectivas, la enseñanza de las ciencias puede situarse desde lo

“interdisciplinar”, y para esto recogen algunas posturas que pueden argumentarse desde lo cognitivo, epistemológico y social. Este tipo de desarrollos plantea retos a la escuela y a la enseñanza de las ciencias –desde lo cognitivo– en la medida en que muestra que los sujetos organizan fenómenos y vivencian el mundo de una forma holística y compleja; es decir, como un todo organizado. Esta forma interdisciplinaria se hace cada vez más definible y delimitable de acuerdo con el enriquecimiento de la experiencia del sujeto y la capacidad de abordar problemas más específicos.

Asumir la interdisciplinariedad como una posición crítica frente a la enseñanza por disciplinas que renuncia a una pretensión totalizante y que pone de presente la incompletitud de los saberes, también plantea al maestro la exigencia de asumir los compromisos disciplinares de rigor y ejercicio crítico que su práctica le plantea, así como los compromisos culturales que la sociedad le demanda.

Desde el punto de vista epistemológico es recurrente partir de la restricción comprensiva que imponen las disciplinas para abordar la complejidad del mundo, en relación con esto están las posturas de la teoría del caos o la teoría de la complejidad que plantean la *incompletud* del saber y asumen el riesgo que sustenta la complejidad de los fenómenos como posibilidad de ingresar a un mundo más rico y creativo. La interdisciplinariedad emerge entonces como posibilidad de realizar acciones más integrales y como una postura crítica frente a las disciplinas, que renuncia a una pretensión totalizante. Es necesario construir y concebir una ciencia que involucre la totalidad sin ignorar la individualidad de las disciplinas; no se trata de una visión absoluta y avara de la ciencia, se trata más bien de una concepción que asume la *indecibilidad* como constitutiva de sí misma (Valencia *et al.*, 2008).

Un tercer tipo de argumentos se asume desde lo sociológico, insertándose en el pragmatismo, que muestra la complejidad de los problemas planteados y la necesidad de empezar a resolverlos desde visiones más integradoras. Desde este punto de vista adquieren sentido las investigaciones que se desarrollan por profesionales que desde diferentes áreas del conocimiento exponen miradas *especializadas* sobre un objeto de estudio y que al conjugarse garantizan la complejidad del objeto en su *totalidad*. Es pertinente el aunar esfuerzos en la resolución de problemáticas

actuales desde los diferentes saberes favoreciendo la implementación de proyectos interdisciplinarios más efectivos (Valencia *et al.*, 2008).

Esta tercera postura recoge varios aspectos en donde es importante el estudiante, el maestro y las relaciones sociales que se entretienen entre ellos, sin desligar una perspectiva interdisciplinaria para garantizar con ello una adecuada formación para la toma de decisiones informadas y acciones responsables, en donde estudiantes y maestros vinculan diferentes ámbitos de conocimiento, intereses, sentimientos y formas de relacionarse con el mundo de manera holística y no segmentada.

Los propósitos para la enseñanza de las ciencias que se revisaron anteriormente rescatan aspectos que a nivel personal se hacen complementarios en cuanto a que la planeación del maestro y su proceder en clase es lo que permite que actitudes o habilidades surjan de los estudiantes en su actuar en la clase. Abordar las ciencias desde una situación problemática ofrece más recursos que abordarla desde un contenido o tema que se enuncia y describe. Darle protagonismo a todos los integrantes del grupo en una problemática convierte la clase en un espacio dinámico y enriquecedor de las experiencias en conjunto, las observaciones e intervenciones pueden ser más rigurosas y en esa medida las explicaciones que se producen son más complejas.

Garantizar que esto suceda en el aula depende de la astucia y el conocimiento del maestro quien debe estar formado y preparado para potenciar sus clases. Sobre el papel que asume el docente en la enseñanza de las ciencias pueden considerarse dos aspectos fundamentales: el primero en cuanto al aporte de sus prácticas en la construcción de conocimiento y actitudes científicas en sus estudiantes, y el segundo en cuanto a la capacidad de autoevaluarse y constituirse como intelectual de la educación. Al denominarse al maestro como *intelectual* se le adjudica la posibilidad de reconocerse como profesional investigador en el campo de la educación. Quién más sino el maestro tiene la facultad de intervenir con propiedad en las problemáticas que surgen en el aula, por su conocimiento íntimo del acontecer con referencia a los modos de actuar y pensar de sus estudiantes, además la posibilidad de proponer estrategias que mejoren la enseñanza en un contexto social en donde además el maestro es un sujeto activo con unas ideologías e intereses personales que trascienden su práctica.

En una mirada introspectiva el maestro debe analizar las incoherencias que se presentan a menudo entre *lo que quiere hacer, lo que realmente hace y lo que cree haber hecho* (Porlán, 1987, p. 67). Esta imagen deformada que el profesor tiene de sí mismo y de su práctica educativa lleva a la conclusión de que el maestro no es un emisor puro de mensajes; su actuación se halla inmersa –al igual que la del alumno- en continuas interferencias de diversa índole (inseguridades personales, problemas de auto-imagen, mensajes de los alumnos que requieren respuestas inmediatas y no previstas, entre otras), que requieren ser revisadas por que afectan el proceso de enseñanza en sí misma.

El actuar del maestro en un aula vista como lugar donde acontecen relaciones complejas permite reconocer que la conducta del niño, la del docente, la interacción entre ambos y con otros está definido por una *estructura social* que incluyen roles, conflictos, relaciones de poder, y, por una *estructura de tareas académicas* que delimita los términos en los que se produce el intercambio académico. Según Porlán (1987) estas dos estructuras funcionan de manera oculta, de tal forma que su conocimiento requiere de un análisis detenido de los intercambios que se dan en la clase.

Un profesor intelectual puede cuestionarse seria y responsablemente sobre su mismo ejercicio pedagógico y los propósitos que con ello quiere lograr, en este mismo orden de ideas el profesor configura los objetivos y las condiciones de la enseñanza escolar. Giorux, 2001., propone que como valor agregado el profesor al considerarse reflexivo y crítico desarrollará las mismas actitudes en sus estudiantes, fortaleciendo en ellos la convicción de superar las injusticias económicas, políticas y sociales y para humanizarse más a fondo ellos mismos como parte de esa lucha. Esto se logra en el ejercicio continuo de hacer problemático el conocimiento, recurrir al diálogo crítico y afirmativo, y apoyar la lucha por un mundo cualitativamente mejor para todas las personas (p. 66), la acción del maestro es determinante y conlleva una gran responsabilidad, para ello recupera sus intenciones, ejerce deliberadamente sus acciones y asume riesgos colectivos de propositividad, azar y transformación (Morin, citado por Valencia et al., 2003. p.7).

Adjudicarse este poder (intelectual-investigador) no debe tomarse a la ligera, el maestro debe asumir con responsabilidad que debe ajustarse a una sociedad cambiante y que impone retos cada vez más fuertes; para afrontarlos hay que comprometerse con una formación académica

permanente, acceso a las nuevas tecnologías, participar activamente en las reuniones y debates que se den en la escuela, debe compartir y dialogar con sus colegas, informarse constantemente sobre el acontecer social a nivel local y mundial, abordar problemáticas de la educación desde la investigación, dinamizando su discurso pedagógico en aras a un enriquecimiento intelectual personal y al aporte de una construcción de una sociedad equitativa y justa.

El maestro entonces concebido como *intelectual investigador* posee la autonomía que le acredita su labor pedagógica para intervenir intencionadamente en las acciones que se desenvuelven en su aula de clase, poniendo de manifiesto unos objetivos cuidadosamente planeados, su interés no se limita a lo que acontece dentro del aula, sino que trasciende en la medida en que se percata de que sus ideas, afirmaciones, incluso su comportamiento van cargado de unas ideologías y *formas de ser y de pensar* que impactan en sus estudiantes, padres de familia, colegas y por consiguiente en su comunidad, dicho de otra forma, en la sociedad.

LA REPRODUCCIÓN COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO

En su misión por orientar y proponer nuevas alternativas en la educación teniendo en cuenta los actuales contextos escolares, el grupo Eco-Perspectivas del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional presenta los *Problemas de Conocimiento* como una categoría alternativa desde la cual se puede dar cuenta de la enseñanza de las ciencias y su complejo devenir en el aula, el conocimiento es asumido como una actividad de la cultura y la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. La enseñanza de las ciencias cobra sentido si se contemplan las complejas relaciones entre las imágenes de ciencia, el conocimiento, la escuela y su papel en la sociedad, y las estrategias para construir explicaciones del mundo natural - social (Valencia *et al.*, 2003). Para proponer la reproducción como problema de conocimiento se tendrán en cuenta los referentes epistemológicos, disciplinares, pedagógicos y didácticos que enmarcan unas formas de actuar, de proceder, de trabajar a la hora de llevar a cabo una propuesta de aula, sugeridos por el grupo Eco-perspectivas y que serán descritos a continuación:

Poner en escena la reproducción en aves en procesos de enseñanza a estudiantes de grado séptimo exige también al maestro interesarse por la naturaleza del conocimiento, que al comprenderse éste como un proceso de construcción de explicaciones, teorías y conceptos, así

como de formulación de soluciones a problemas surgidos de la interacción con el mundo natural, la propuesta de aula debe ajustarse de tal manera que permita el acontecer de vivencias que enriquezcan espacios de construcción de conocimiento individual y colectivo, transformando las relaciones que se den entre ellos. La propuesta de aula debe comprender unos procesos de producción y legitimación social que sean coherentes con lo que se quiere explicitar y lograr, en este caso una comprensión de los seres vivos desde la reproducción.

Se busca consolidar la reproducción no como hecho aislado, sino como fenómeno cognoscible en el aula que se configura desde una mirada más detallada analizando las condiciones que la hacen posible. Las actividades planteadas pretenden explorar en el estudiante su capacidad explicativa que no solo contempla a la persona en su pensar individual, también contempla las relaciones entretejidas con los otros (compañeros y maestros) en el contexto, con el entorno y con los saberes.

En las explicaciones que desarrolla el estudiante juega un papel importante el cuestionamiento de la experiencia básica, que es la primera aproximación a los eventos del mundo natural (Bachelard, citado por Valencia *et al.*, 2003) en donde se aprovecha la novedad y el entusiasmo que suscita la experiencia para movilizar el pensamiento desde el ejercicio de las preguntas por el fenómeno adquiriendo un sentido renovado para organizarlo y comprenderlo. Dentro de las actividades de la propuesta de aula son varias las que pretenden precisamente aprovechar la novedad y entusiasmo del grupo con el fin de suscitar preguntas antes no formuladas, descubrir nuevos aprendizajes, relación de conceptos previos y la emergencia de explicaciones más detalladas de los procesos reproductivos de las aves. En la elaboración de tales explicaciones los estudiantes podrán poner en juego su capacidad para describir un fenómeno, teniendo en cuenta una secuencia, unos principios y unas estructuras a partir de los cuales es posible comprender tales procesos, por ejemplo, la formación del huevo.

En *la artificialización del mundo natural* el sujeto se distancia de la experiencia básica para imponerle a ese mundo natural unas condiciones de existencia, da cuenta de las variables que determinan sus cambios, de los procesos que lo constituyen para obtener mayor información de él (Valencia *et al.*, 2003). Esta etapa del trabajo es muy importante en la comprensión de

procesos y estructuras reproductivas, las prácticas experimentales son potenciadas por actividades previas de preparación, de observación, de proposición de hipótesis que le dan a la actividad del laboratorio una riqueza invaluable. La observación, la toma de datos, los dibujos y los relatos se convierten en herramientas que el estudiante utiliza para cuestionarse constantemente sobre el fenómeno y construir explicaciones en donde se arriesga a dar respuestas a las preguntas que se plantean sesión a sesión. Aquí la reproducción es definida como objeto de estudio y como espacio de posibilidades a la acción constructiva del pensamiento; es decir, el sujeto objetiviza el mundo (Morin & Chaparro, citado por Valencia *et al.*, 2003).

La organización de las actividades de la propuesta de aula de manera secuencial y de manera intencionada permite la complejización de las relaciones, poniendo en juego la capacidad de abordar el fenómeno de estudio desde su dimensión compleja, lo que demanda un cambio en las formas de mirar, de pensar y de hacer del sujeto que conoce. El individuo se ve abocado a que su pensamiento en vez de desintegrar, integre y conjugue (Valencia *et al.*, 2003), para comprender la situación de estudio evoca experiencias pasadas, realiza comparaciones, analogías, contempla posibilidades, incluso mágicas para explicar lo que observa, formula hipótesis, reconociendo lo inacabado e incompleto del fenómeno. El objeto de estudio para el estudiante puede ofrecer tanta información que en la medida que éste lo descubre se renueva invitando a seguir explorando, para comprender que no hay límite en su definición sino que se extiende a otros sistemas, seres, situaciones. El ser vivo en su estudio es una red de conexiones en sí mismo, con los otros y con el medio.

Reconocer la complejidad y particularidad en que se desenvuelve la actividad del aula permite delimitar algunos criterios de actuación y unas formas de trabajo que concretan procesos implicados en la constitución de Problemas de Conocimiento.

En cuanto a los criterios de actuación, esta propuesta de aula debe garantizar la comunicación de las construcciones gráficas o textuales que se realicen en las sesiones de trabajo, debe favorecer el trabajo individual y el trabajo grupal respetando sus intereses y preocupaciones, fomentar la búsqueda continua de preguntas, la discusión de las elaboraciones, la documentación con otras fuentes de conocimiento, entre otras. En este sentido, los Problemas de Conocimiento se definen

desde la significación y resignificación que se le da a una situación o fenómeno de estudio, esto es, es la actividad misma de conocer.

El maestro juega un papel fundamental en el reconocimiento de los intereses de los estudiantes, en la definición intencionada de los propósitos y en la orientación de los procesos, desde este punto de vista la actividad del aula se alimenta y activa permanentemente por las preguntas de los participantes, de manera que cada socialización puede dar cabida a un alto en el camino para hacer balance de lo realizado se constituye en un nuevo comienzo que configura nuevos interrogantes, organiza y reorganiza situaciones experimentales. Estas actividades planeadas o improvisadas¹¹ se constituyen como actividades desencadenantes que afinan las descripciones, documentan los argumentos, entre otros aspectos, enriquecen las posibilidades explicativas a nivel individual y colectivo accediendo a un nuevo campo de problemas, a un fenómeno que se va complejizando. Una actividad desencadenante sería lo que para Giordan, (1995)., es una pregunta o situación que genere “curiosidad”, que la interpreta como la motivación que conduce al saber, o el motor del saber (p. 191). La curiosidad que genera una actividad desencadenante es una sed de conocer, la incitación a la búsqueda y a la acción que nace desde el mismo estudiante, y desde allí hay una satisfacción al descubrir respuestas a las preguntas que surgen continuamente. Las situaciones que generen “curiosidad” pueden configurar un verdadero problema científico.

La información (videos, lecturas, presentaciones, explicaciones magistrales por parte del maestro) es concebida como referente que documenta las preguntas, amplía las experiencias y enriquece las explicaciones, brinda un bagaje de palabras y términos con los que se posibilitan discusiones más elaboradas. Estas discusiones o espacios de socialización o de compartir con los compañeritos ideas y formas de pensar. En cuanto a esto, el grupo Eco-perspectivas, (2003) sugieren que las relaciones que se establecen con los otros redimensionan el papel del compañero y del profesor, logrando trascender de la información al conocimiento. Del primero, en el sentido en que se comienza a ver como alguien del cual se aprende y del profesor como alguien que no

¹¹ Los cambios o improvisaciones que el maestro realiza en su práctica suceden bajo una reflexión y decisión que implica un riesgo en el que pueden ocurrir situaciones que enriquezcan la actividad. El maestro está en capacidad de realizar este tipo de cambios porque posee un conocimiento de su grupo de trabajo y tiene una confianza en su experiencia.

lo sabe todo. Una relación que permite concebir al otro como compañero de viaje en la actividad de conocer, con el cual puede intercambiar sus rutas, pensar colectivamente los itinerarios, ubicar las condiciones propicias para orientar la experiencia; es decir, un otro a través del cual se construye y reconstruye permanentemente. Este tipo de relaciones además de permitir una adquisición de conocimiento renovado, favorece las herramientas de trabajo en grupo como son el escuchar a otros, dividir tareas, sentirse parte de un grupo, valorar el papel de cada uno dentro del trabajo que se realice y reconocer la importancia de todos los puntos de vista, aunque difieran unos de otros.

En la relación con el entorno natural los problemas del entorno se asumen como propios, pues se pertenece al espacio desde donde se configuran, o se encuentran relaciones entre las problemáticas que se trabajan y el acontecer normal del día a día. Por ejemplo, los estudiantes comprenden que aunque hay un fuerte consumo de pollo, gallina y huevos, hay un gran desconocimiento de los procesos por los cuales éstos llegan a sus platos, comienzan a preguntarse por cómo se producen, cómo son, de qué están hechos, que beneficios y perjuicios traen a su salud.

Por último, las relaciones alternativas con la experiencia fortalecen la inquietud por conocer, resuelve la necesidad de contrastar, experimentar aquello que parece incomprendible, vivenciar nuevas formas de relación con las preguntas que surgen, imaginar mundos donde las preguntas configuran sus sentidos y artificializar el universo de la indagación. Darle sentido a otras maneras de preguntar incluso desde la misma ingenuidad de un niño, pero que con el tiempo las preguntas dimensionan verdaderos dilemas que son necesarios escudriñar para poder resolverlos. Los estudiantes se dan cuenta de la grandiosa capacidad que tienen de observar, descubrir y preguntarse sobre la reproducción en formas que no se habían contemplado, y esto los enorgullece y los alienta para realizar análisis críticos de las posibilidades de estudiarlo.

Reconocer que el sujeto es y se configura a través de la palabra hace necesario propiciar actividades en el aula que permitan a los individuos hablar, escribir y escuchar como elementos indispensables para el intercambio de opiniones, puntos de vista, pareceres, deseos, inquietudes. Para esta propuesta, el otro es más que un individuo o un grupo de ellos, es aquel que se revela

desde su diferencia o heterogeneidad, por medio de sus escritos, aportes en las discusiones, participación en la elaboración de informes y en el reconocimiento y respeto por la producción de sus pares.

La expresión de diversas formas de ver, escuchar, relacionar y comprender permite al estudiante desinhibirse, reconocerse como ser creativo, valorar sus propias producciones e iniciar procesos de construcción de conocimiento de manera intersubjetiva. Lo anterior permite validar la idea de la clase de ciencias como espacio donde el estudiante formula preguntas, delimita problemas, expresa inquietudes y diseña alternativas de trabajo. Elementos que a nuestro juicio, aportan en el reconocimiento por parte de estudiantes y maestros, de la ciencia como una actividad de la cultura. La enseñanza de las ciencias partiendo desde los problemas de conocimiento en las propuestas de aula aporta enormemente en la formación de personas críticas, creativas, que trabajan en equipo, conocen su mundo natural y en esa misma medida lo protegen y engrandecen.

Comprender los mecanismos por los cuales los organismos se reproducen es comprender la complejidad de lo vivo

La reproducción como concepto importante en la biología se configura en el siglo XIX como respuesta a diversas inquietudes que incluso nacieron desde la antigüedad relacionadas con el origen de los seres, la esencia de la materia generativa y el parecido de los hijos a los padres. Luego nacieron preguntas sobre la anatomía de animales y humanos, con esto el interés por descubrir los órganos que intervenían en hembras y machos, así como el desarrollo embrionario en el vientre de la hembra. El tratamiento de este problema es “ineludible” para la comprensión de los seres vivos.

La reproducción como función biológica, se constituye como proceso amplio y complejo que explica la continuidad e historicidad de los seres vivos a través de las generaciones, la posibilidad de cambio y permanencia en las organizaciones biológicas que hoy día se incluye en el estudio de todos los seres vivos. La reproducción comprende comportamientos, órganos,

células, hormonas (en el caso de los vertebrados), de tal manera que hablar de éste resulta tan inagotable que puede ofrecernos diversos escenarios en los cuales centrar nuestra atención.

Abordar la reproducción en la escuela se complica en la medida en que pretende abarcarse en un año escolar, a veces reducido a un periodo del año escolar. Para el maestro se vuelve un reto hablar de ella, de los tipos de reproducción según los unicelulares, invertebrados, vertebrados, plantas, hongos, etcétera, y además de la reproducción humana, la fecundación, el ciclo menstrual, los sistemas reproductores masculino y femenino, el embarazo, las enfermedades de transmisión sexual y métodos de planificación. Le queda al maestro como salida presentar la reproducción como un resumen de información, en esto los textos, los talleres y los videos pueden ayudarle a simplificar esfuerzos.

Proponer las aves para abordar la reproducción puede resultar un escenario interesante, más cuando podemos tener a disposición aves de corral de mediano o menor tamaño, presentan una puesta de huevos constante y tienen un ciclo corto de cría. Además resulta interesante por las comparaciones y analogías que se pueden establecer con otros organismos, la variedad de comportamientos y especies, y las posibilidades de tenerlas en condiciones de crianza doméstica, aspectos que lo hacen un trabajo enriquecedor en la escuela.

Trabajar la reproducción desde estos organismos y preguntarse por los procesos y los mecanismos de algo que no se queda en decir: “las aves son ovíparas”, sino que cuestiona lo que ya se creía saber pero que somos incapaces de explicar, por ejemplo cómo se forma el huevo, el embrión se forma en el huevo desde antes de ser ovopositado o después, cuáles son las estructuras y cómo se organizan internamente, reproductivas de las aves, cómo ocurre el proceso de fecundación en las aves, diferirá o será igual que en el ser humano, cuáles comportamientos de las aves se asocian a la capacidad de reproducirse, entre otras, son situaciones de la enseñanza, que impelen por una revisión de la reproducción como un entramado de procesos y estructuras inherente a los seres vivos, de tal manera que permitan al maestro criterios epistemológicos y disciplinares a la hora de abordar este contenido en un aula de básica secundaria.

Una mirada histórica

En primera instancia la reproducción se constituye como la capacidad que tienen los seres vivos de conservar la experiencia pasada y transmitirla a las siguientes generaciones, reproducir es crear un nuevo ser, es poner en marcha a partir de un estado inicial, una serie de acontecimientos que lo conducen al estado de los progenitores (Jacob, 1984). La reproducción pone de manifiesto la garantía que tienen de existir las especies en nuestro planeta, la posibilidad de evolucionar, y perpetuarse en la historia.

En un inicio no se hablaba en términos de “Reproducción”, incluso hasta finales del siglo XVIII el origen de la vida se atribuía a teorías de creación a partir de fuerzas divinas, por ejemplo un aliento divino de un hacedor poderoso que está por encima de los humanos, en otras palabras “dioses” que podían crear seres a su voluntad. La generación por su parte sostenía que ciertas formas de vida (animal y vegetal) surgen de manera espontánea a partir ya sea de materia orgánica, inorgánica o de una combinación de las mismas. Creencia profundamente arraigada desde la antigüedad ya que fue descrita por Aristóteles, luego sustentada y admitida por pensadores hasta que comenzó a ser objetada en el siglo XVII (Ilse, Lothar, & Senglaub, 1989).

Ante la ausencia de un mecanismo claro que esclareciera la permanente aparición de nuevos animales, la generación espontánea era la explicación más común que respondía a este interrogante, para dar algunos ejemplos, se explicaba que de un trozo de carne putrefacta aparecieran larvas de mosca, gusanos del fango, organismos de los lugares húmedos y aún ratones. O se le atribuía al pantano o lodo, incluso al calor. Generalmente se aplicaba a insectos, gusanos o seres pequeños. La generación representaba el medio por que se aseguraba el mantenimiento de las formas a lo largo de los años, lo que suponía la permanencia de las especies, era una ley que daba fe de la regularidad del universo (Jacob, 1984), sin embargo a medida que persistía la pregunta sobre el origen de los seres vivientes y la observación de los insectos y otros animales (historia natural) se da paso a otras teorías, descubriendo que para el caso de los insectos hay un ciclo de vida, unas transformaciones.

Lo curioso de este asunto es que a pesar de que actualmente a nivel científico la teoría de la generación espontánea está superada, sigue estando arraigada en las creencias populares, incluso en personas con un alto grado de educación. Es frecuente que en las explicaciones de los niños sobre el origen de los seres vivos aparezcan alusiones a la generación espontánea.

Es común la atribución de calor, los elementos, fuerzas naturales o fuerza vital en la generación de los seres vivos. Estas creencias divinas aparecieron desde épocas muy antiguas, sin embargo en la antigua Grecia comenzó a tener un protagonismo especial “el calor” interpretado de diversas formas en diferentes teorías, tal vez una de las primeras es la de Empédocles quien explicaba que la definición del sexo a partir de la teoría de que si la simiente llegaba a un útero cálido nacería un niño, y si de lo contrario era frío nacería una niña. La inclusión del calor fue frecuente y se ligaba incluso a características de los sexos, por ejemplo: al hombre se le atribuía fuerza, habilidad y calor, a la mujer debilidad, pasividad y frío, el calor también podía relacionarse con los lados del cuerpo: derecha era fuerza y calor, izquierda era debilidad y frío. El calor podría interpretarse también como la fuerza vitalista que instaba el embarazo. Las explicaciones vitalistas consideran poco a poco que se pueden engendrar semejantes por medio de simientes: el líquido seminal masculino o el líquido seminal femenino. La pregunta por el parecido de los hijos a los padres lleva a pensar que de quien adquiera el parecido provendrá también el simiente (Ilse et al., 1989). El preformismo masculino se origina a mediados del siglo XVI, en las observaciones de Leeuwenhoek y Hartsoeker quienes distinguen en el líquido espermático de los más variados animales machos unos “animáculos”¹², en los cuales creen haber visto un pequeño hombre o un minúsculo animal ya “preformado”:

El germen representa ya la estructura visible del futuro niño, similar a la de los padres. Es el proyecto del futuro cuerpo vivo, y no en forma potencial dentro de alguna parte activa del líquido seminal a partir de la cual se organizaría progresivamente el cuerpo del pequeño ser como se ejecuta un plan, sino ya materializado como una miniatura del futuro organismo, como un modelo reducido con todas las partes, todas las piezas y todos los detalles en su lugar (Jacob, 1984, p. 64).

¹² Es necesario aclarar que para algunos el animáculo era ese cuerpo pequeño, dotado de movimiento hoy conocido como espermatozoide, igualmente otros cuerpos microscópicos que fueron observados en el agua o en otras sustancias. Eran zoos porque no se habían inventados criterios y puntos de referencia para ubicarlos en un nuevo reino. La invención de un nuevo reino se da casi al par con el advenimiento de la célula.

Para aquellos que apuestan que el simiente con el hijo preformado está en el hombre se les llama animalculistas y para los que creen que está preformado en la simiente femenina se les llama ovistas (Giordan, 1988).

Las ideas preformacionistas comenzaron a dar origen a otro tipo de preguntas como de dónde provenía el líquido seminal. Esto genera una búsqueda al interior de los cuerpos de diferentes animales y posteriormente en el hombre para encontrar el órgano que originaba los líquidos seminales. En la antigua Grecia se da origen a dos teorías: la monoseminal y la biseminal. En la monoseminal es el macho quien aporta la materia generativa, la hembra solo aporta el lugar de nutrición y crecimiento del embrión. La teoría biseminal contemplaba que ambos sexos aportaban líquido seminal, y los lados de dónde provenían los líquidos seminales (derecha o izquierda), o el calor (del macho) o frío (en la hembra) definían el sexo del hijo (Ilse et al., 1989). Siempre se dio relación a la fuerza, al calor y al lado derecho la posibilidad de engendrar machos, y en caso contrario la debilidad, el frío y el lado izquierdo engendraría hembras. Estas relaciones van muy de la mano con las creencias culturales de la época y de Grecia en donde es el hombre quien posee las mejores virtudes.

Con la disección de animales muertos se descubre que en los machos el líquido seminal se produce en los testículos y en el caso de las hembras, al comparar sus órganos internos con los de los machos, se observa una apariencia similar en útero, trompas y ovario, por lo cual se dedujo que los huevos son producidos en los ovarios (los testículos de las hembras). Llegar a esta conclusión no fue un proceso inmediato, antes y desde la antigüedad se creía que el líquido seminal provenía del cerebro o incluso de la sangre, en el hombre, adjudicándole a este la fuerza vital o la fuerza generadora que activaría la creación del nuevo ser, más adelante con la observación de animales muertos se llegó a conocer con detalle las estructuras reproductivas que daban origen a los líquidos seminales e hicieron analogías con las partes reproductivas en los seres humanos (Ilse et al., 1989).

Los ovistas y animalculistas eran partidarios de que solo uno de los progenitores aportaba la simiente y el otro cumplía las funciones de nutrición, anidación o activación, sin embargo otros, a los que llamaremos epigenistas, consideraban que la función generadora era compartida por

ambos padres, y de esta manera ambos producían simientes. Desde la Antigüedad Empédocles, Demócrito e Hipócrates apoyaban esta idea, se le llamaba teoría de la doble simiente. Era una manera de explicar por qué los hijos se podían parecer al padre, a la madre o incluso a ambos (Giordan, 1988). Para los ovistas, el feto se halla en el huevo y el encuentro con el esperma no le aporta más que movimiento, cierto alimento o la estimulación necesaria para emprender el desarrollo. Para los animalculistas, el futuro animal está ya en el espermatozoide, el huevo o la matriz solo le proporcionan alojamiento y alimento. Para los epigenistas en cambio, la mezcla de las simientes femenina y masculina provoca el desarrollo del feto, a esta mezcla, es la base para que otros pensadores consideren más adelante la fecundación.

Pero también la organización del nuevo ser a partir de la activación de las simientes a causa de una potencia o fuerza vital demandaba una relación con el creacionismo y con la generación espontánea, en este caso ambas teorías coexistían sin negar o contradecir a la otra. La epigénesis más adelante se liga a la idea de proceso con los trabajos en embriología, lo que denota a su vez relaciones espacio- temporales distintas al fijismo de las criaturas (Giordan, 1988).

La teoría epigenista de la doble simiente la que da lugar a pensar en la *fecundación* tal como se concibe hoy día (Giordan, 1988). Comprender la fecundación, la naturaleza de las células sexuales aporta al planteamiento de la teoría celular. Es curioso como a partir de la intensión de saber cómo se origina un ser vivo fue posible “la célula” y no en sentido inverso.

Cuando se da lugar a la unión de las “simientes” o células sexuales –conocidas hoy día- se forma una nueva célula con lo necesario para dividirse y generar un nuevo organismo, parecido a sus padres y con las herramientas necesarias para subsistir. Es el “nuevo epigenismo” (Giordan, 1988) en el siglo XIX el movimiento que permite llegar a estas conclusiones. Los estudios de Prévost y Dumas profundizan en la descripción anatómica de los órganos reproductores, en las características de los óvulos y espermatozoides, en experimentos sobre fecundaciones provocadas o artificiales para deducir que la maduración de las células sexuales dependen también de un desarrollo suficiente de los aparatos reproductores, el macho produce el esperma que se almacena en cavidades apropiadas, por otro lado los óvulos son segregados por los ovarios. Concluidos estos preparativos los dos seres están en condiciones de producir un tercero

en donde el líquido proporcionado por el macho se pone en contacto con el huevo producido por la hembra (Giordan, 1988).

Para los años setenta del siglo XIX varios investigadores reavivaron el problema planteando teorías muy cercanas sobre la fecundación, dejando de lado el preformismo y apoyándose más en las experimentaciones que hacían de forma simultánea, que no tenían en sí mucho de nuevo, solo consistía una y otra vez de fecundación artificial, sin embargo la mirada ya no centrada en las forma de cada célula, sino en los cambios que se generan cuando ambos líquidos seminales (esperma y huevo) entran en contacto. En 1877, Herwig basado en sus observaciones describe que una vez se mezclan el esperma con los huevos maduros de *Toxopneuse livide*, la cabeza del espermatozoide se sitúa en la capa cortical del vitelo y se transforma en un pequeño corpúsculo al que llamó *núcleo espermático*, y formuló la idea de que “la fecundación se basa en la fusión de dos núcleos celulares” (Giordan, 1988, p. 82). Desde ese momento en adelante otros científicos e interesados en el tema comienzan a publicar numerosos trabajos relacionados con esta teoría, entre ellos Van Beneden y Boveri quienes describen la *danza de los cromosomas* en la mitosis observada en huevos de *Ascaris megalocephala*. Todos estos aportes permiten definir que por medio de unos procesos fisiológicos ocurre la unión de dos núcleos procedentes de células sexuales diferentes: el núcleo ovular y el núcleo espermático, produciendo así una fusión de cantidades equivalentes de sustancia nuclear cromática masculina y femenina. Estas mismas investigaciones servirán seguidamente para establecer una teoría de la herencia basada en el estudio del contenido de los núcleos celulares (Giordan, 1988).

El estudio del óvulo y el espermatozoide constituyen un principio para convertirse a la vez en la unidad de lo viviente, es decir, la individualidad que mantiene todas las propiedades, y es el punto de partida de todo organismo, al respecto Jacob (1984) opina que

el estudio de la reproducción de los seres no puede dissociarse del de su constitución. La importancia de la teoría celular reside en que aporta una misma solución a dos problemas aparentemente distintos: al descomponer los seres en células, dotadas cada una de ellas de todas las propiedades de lo viviente, esta teoría proporciona al proceso de reproducción un significado y un mecanismo (p.116).

En definitiva al igual que el óvulo, el espermatozoide es una célula, aunque singular por su forma y su función, desde este punto de vista, la fecundación es una unión de dos células, una que procede del padre y la otra de la madre, y es en esta unión y consecuente desarrollo que se guarda el plan de organización de la futura criatura acorde con la información que le heredan sus progenitores.

Reconocer estos procesos como re-productivos tiene su origen en la observación de la regeneración en animales amputados, la parte que se pierde se re-genera, se re-produce, en las memorias de Charles Bonnet en el capítulo *Reproduction de la Encyclopédie* se lee:

“Por reproducción se entiende comúnmente la reproducción de algo que existía precedentemente y que ha sido destruido después. Ejemplo: la reproducción de los miembros del cangrejo” (Jacob, 1984, p.77)

Hasta este punto la palabra re-producción está ligada únicamente a la capacidad de regenerar miembros en algunos animales, pero más adelante parece ser Buffon quien amplía esta definición en 1748 en *Historie naturelle des Animaux*, designando la reproducción no solo a los animales amputados sino también a la generación de animales y las plantas:

“Examinemos de cerca esta propiedad común al animal y al vegetal, este poder de producir su semejante, esta cadena de existencias sucesivas de individuos que es la existencia real de la especie” (Jacob, 1984, p.77 - 78).

Una mirada más actual a la revisión del término de reproducción es la que proponen Maturana & Varela (1994), quienes manifiestan que hay tres fenómenos que se deben distinguir en relación con el proceso de reproducción: la replicación, la copia y la autorreproducción. La diferencia consiste en que

La replicación es un sistema que genera sucesivamente unidades distintas a él pero en principio idénticas unas a otras y con una organización que el sistema determina mientras las produce, es un sistema replicador. (p. 93)

La copia tiene lugar cuando un objeto o fenómeno dado se mapea, por algún procedimiento sobre otro sistema, produciéndose en éste un objeto o fenómeno isomórfico. (p. 93)

La Autorreproducción tiene lugar cuando una unidad produce otra con organización similar a la de ella misma, mediante un proceso acoplado al proceso de su propia producción. (p. 93)

En esta diferenciación son solo los sistemas autopoieticos los que pueden reproducirse, porque son solo ellos los que pueden formarse por un proceso de autoproducción (autopoiesis), y no por agentes externos a ellos como el caso de la copia y la réplica. El sistema de auto-reproducción da origen unidades conectadas históricamente. En este caso los únicos sistemas autopoieticos son los seres vivos.

Hilando esta idea de conexión histórica que proponen desde la “autopoiesis” Maturana & Varela (1994), con la idea de “especie” propuesta por Buffon (citado por Jacob, 1984), es la historicidad una manera relevante de entender los seres vivos. Ya la forma de dar cuenta de nuevos seres deja de ser una generación espontánea para develar una intrincada relación que se da entre los seres vivos, con una selección inteligente de condiciones para que ésta ocurra. Ya no hay cabida para creer en la existencia de monstruos, animales fantásticos que eran mitad uno mitad otro, ya se sabe con certeza que los individuos solo se reproducen con individuos de la misma “especie”, es decir, con sus semejantes, y sus hijos también serán semejantes a sus padres. La búsqueda de la explicación de cómo se reproducen los seres vivos subyace en la organización de lo vivo. La facultad de reproducirse es propia de los seres organizados, así los seres vivos adquieren la categoría de “organizados” (Jacob, 1984), solo que la respuesta a la pregunta no se responde observando de cerca la estructura visible:

...la idea de reproducción, la búsqueda de un mecanismo común a todos los seres vivos, la necesidad de ir más allá de la superficie visible, y de recurrir a una organización oculta, todo esto va a contribuir a hacer posible una biología, es decir, una ciencia de lo vivo (Jacob, 1984, p. 78).

Esa organización oculta que menciona Jacob es la que se perpetúa, con algunas alteraciones superficiales, la *historicidad* de los seres vivos, la permanencia de las formas vivientes con algunas variaciones en el tiempo. Cómo pues un ser vivo puede conservar características de sus padres, y ser en esencia y forma muy parecido a sus progenitores, es una pregunta que plantea una transmisión de padres a hijos de un “plan” de organización, al que se refiere Jacob (1984) como “El programa”, en el que se transmiten generación a generación unas instrucciones que especifican las estructuras, a modo de un “plano arquitectónico” del futuro organismo, se

transmiten además los medios y coordinación de las actividades del sistema. “El organismo se convierte así en la realización de un programa prescrito por la herencia”, “Un organismo no es sino una transición, una etapa entre lo que fue y lo que será, se constituye a su vez en el origen y el fin” (Jacob, 1984, p. 16), por lo tanto la reproducción es el proceso por el cual el organismo puede perpetuarse guardando una información de su organización entera, entre las cuales está la capacidad de poder transmitir nuevamente esta información. Un ser vivo existe en el tiempo si y solo si puede reproducirse.

La organización permite comprender la reproducción

Los seres vivos se distinguen de las cosas por su organización, es decir, la organización se convierte en un criterio para describir lo “vivo”.

... la posibilidad de existir se sitúa en el interior mismo de los cuerpos. Es la interacción de las partes lo que da su significación al todo. Los seres vivos se convierten entonces en conjuntos de tres dimensiones en los que las estructuras se superponen en profundidad, según un orden dictado por el funcionamiento del organismo considerado en su totalidad. La superficie de un ser está dominada por la profundidad, y los órganos visibles por funciones invisibles. Lo que rige la forma, las propiedades y el comportamiento de un ser vivo es su organización (Jacob, 1984, p. 79).

Reconocer que las partes en su conjunto y su interacción constituyen el todo es una manera de comprender los seres vivos. En la búsqueda de la comprensión del todo o dicho en otras palabras “la unidad”, es necesario afinar la mirada a las partes, a los órganos. En la reproducción es necesario acercarse al funcionamiento de los órganos que hacen posible una formación de células sexuales, su desarrollo y la fecundación originando un nuevo ser. Adjudicarle funciones a las partes o a las estructuras es otro nivel de organización, al que se refiere Jacob que no está en el plano de lo visible, de lo evidente, somos nosotros quienes le adjudicamos tales funciones para comprender su funcionamiento en conjunto.

Es esto lo que da origen a la anatomía, y posteriormente a la anatomía comparada, porque no se limita a describir cada órgano de manera aislada, sino que busca vincular el órgano a la función y comparar el mismo órgano en distintos animales o los diferentes órganos en un mismo animal.

Para estudiar la organización de un animal no basta con diseccionarlo, distinguir todos sus elementos y hacer una lista de ellos. Hay que analizar los órganos en función del papel que desempeñan en el organismo en su conjunto. ... la ordenación de las piezas anatómicas remite a una unión interna, a una coordinación de las funciones que articula las estructuras en profundidad (Jacob, 1984, p. 102).

El ejercicio de comparar las estructuras internas de los animales, en este caso las aves (macho y hembra) da pistas determinantes del posible proceso de fecundación, de la producción de las células sexuales, sus recorridos, permite además sugerir posibilidades de correlacionar los rituales de cortejo y la cópula con los mecanismos por los cuales se produce el huevo y se fertiliza. Las comparaciones no solo se hacen entre sexos opuestos, sino también entre diferentes especies. Para el estudiante la primera imagen con la que compara es la de su propio cuerpo, lo que ya conoce sobre los sistemas reproductivos en el ser humano, y en esa comparación surgen distinciones y similitudes que enriquecen la comprensión de estos procesos biológicos que escapan a la vista, pero que son posibles de imaginar. Las posibles imaginaciones pueden acercarse bastante a una explicación consistente del fenómeno estudiado.

La anatomía comparada se vale también de estas herramientas, de hecho también establece los términos de homología y analogía; la homología describe la correspondencia de estructura y la analogía la de función. Por ejemplo, son homólogos los órganos que ocupan la misma posición y tienen una estructura similar en especies distintas, como el brazo humano y el ala del ave, por otro lado, son análogos los órganos que a pesar de las diferencias de estructura, posición y relaciones anatómicas, cumplen las mismas funciones en especies diferentes, tal es el caso de las alas de un ave y las alas de un insecto.

A través de los estudios anatómicos se advierte que la organización de las estructuras obedece también a una proporción con el tamaño del individuo y a su disposición. La disposición en este caso es crucial, no es resultado del azar, tiene estrecha relación con el tipo de relación de las

partes en su totalidad, si se llegara a alterar tal disposición, el funcionamiento normal del entramado de las partes también se altera y/o posiblemente se anule, a esto es a lo que se refiere Jacob cuando habla de la “arquitectura oculta”:

Lo que deviene asequible al análisis mediante la comparación de los organismos es un sistema de relaciones que se articulan en la profundidad del ser vivo para hacerlo funcionar. Detrás de las formas visibles se perfila una arquitectura secreta impuesta por la necesidad de vivir. Esta estructura de segundo orden es la organización que reúne en una misma coherencia lo visible y lo oculto (Jacob, 1984, p. 89).

La disposición de las estructuras está vinculada al funcionamiento del organismo en aras a garantizar la reproducción, no prima el solo hecho de vivir, prima el hecho de perpetuarse, de reproducirse, un ser vivo es exitoso en cuanto los mecanismos para reproducirse sean efectivos. El entorno impone restricciones pero los seres vivos se adaptan en función de reproducirse pese a esas restricciones. Cuando vinculamos el entorno, traemos a colación otro nivel de organización y es el que se establece a partir de las relaciones entre los individuos y los de su misma especie, los otros y el ambiente. La organización entonces también está determinada por estas relaciones externas a él.

En las relaciones que se manifiestan entre los individuos de la misma especie, se resaltan los rituales de apareamiento. En algunas especies, éstos son complejos, en otras son casi imperceptibles. Para el caso de las aves hay una gama de comportamientos característicos tendientes a la selección del macho (en la mayoría de los casos), en dónde la hembra escoge aquel que demuestre fuerza, belleza, danza llamativa, salud, habilidad de construir nidos, o la consecución de alimento para ella y sus crías. En esto hay una finalidad no aparente y es garantizar que la descendencia herede las cualidades del padre, o que las crías y la madre puedan ser alimentadas y protegidas durante su incubación y desarrollo. Según Jacob (1984) las aves despliegan una variedad inimaginable de plumajes, resaltando colores y formas, son una de las estrategias evolutivas que conllevan a la reproducción exitosa de las especies.

Es la necesidad de recurrir al sexo para reproducirse lo que transforma radicalmente el sistema genético y las posibilidades de variación. Desde el momento en que la sexualidad se hace

obligatoria, cada programa genético está formado no ya por la copia exacta de un único programa, sino por la combinación de dos programas diferentes. El programa genético deja de ser patrimonio exclusivo de un linaje para pertenecer a la colectividad, al conjunto de individuos que intercambian información mediante el sexo. Se constituye así una suerte de fondo genético común del que, en cada generación, se extrae el material para construir nuevos programas. Es este fondo común, esta población unida por la sexualidad, el que se constituye en unidad de evolución. A la identidad que impone la reproducción estricta del programa, la sexualidad opone la diversidad que aporta la recombinación de los programas en cada generación; una diversidad tan grande que, a excepción de los gemelos verdaderos, ningún individuo es exactamente idéntico a otro. La sexualidad obliga a los programas genéticos a recorrer las posibilidades de la combinatoria genética, y por lo tanto obliga al cambio. Basta considerar las sutilezas, los ritos y las complicaciones que acompañan la práctica del sexo en los organismos superiores para convencerse de su papel en la evolución, de que él mismo es objeto de evolución y se perfecciona constantemente (Jacob, 1984, p. 288).

Los programas o la organización de los seres obedece también a la complementariedad entre estos, como son el macho y la hembra, y los mecanismos de “combinación de los dos programas” a través de las células sexuales son pues mecanismos que hacen parte de un nivel de organización superior. La sexualidad, como lo dice Jacob, es una estrategia evolutiva que además contempla los mecanismos de la herencia en pro de un mejoramiento o enriquecimiento genético de la especie. Deja ver la complejidad de las redes de relaciones entre organismos de la misma especie, ligados a la facultad de comunicarse. Los medios de comunicación son diversos, y para esto el sistema nervioso de los organismos superiores ha cambiado con el tiempo para reconocer señales visuales, químicas, auditivas que pueden transmitirse a distancia, favoreciendo el encuentro de sexos opuestos; tan efectivo es este medio de comunicación, que desencadena al instante la ejecución de un plan preparado para la reproducción: cópula, construcción del nido, incubación, entre otras.

La reproducción en aves pues, se convierte en insumo ideal para abordar la complejidad de un ser vivo, posibilita establecer criterios de comparación con otros organismos, el reconocimiento de características propias de las aves, visualizar las funciones de las estructuras reproductivas, la relación de éstas con los otros sistemas, aproximarse al proceso de fecundación, comprender las

relaciones intraespecíficas e interespecíficas¹³, las relaciones que se establecen en el entorno, comprensión de la evolución y la herencia, los ciclos de vida, incluso la teoría celular, entre otros.

¹³ Las relaciones interespecíficas se refieren a las que se establecen entre organismo de diferentes especies, por ejemplo la competencia por recursos, la depredación, etc. Las relaciones intraespecíficas se refieren a las que establecen entre miembros de la misma especie, por ejemplo la competencia entre machos por una hembra, la competencia por el territorio, cuidado y protección de las crías, entre otras.

METODOLOGÍA

Para el docente el aula se convierte en su centro de acción, en la que interviene y dinamiza sus prácticas, éstas cobran sentido y se transforman cuando se hace un ejercicio intencionado de investigación y auto reflexión. La educación, como toda práctica social, dispone de una pluralidad ontológica y metodológica, y se introduce en unos procesos de investigación que llevan a una diferente forma de ver la educación y que contribuyen y buscan varios aspectos como la acumulación, predicción, descripción, explicación, comprensión, interpretación, emancipación, deconstrucción, organización y progresiva creación y reordenación de su campo de conocimiento (Bustingorry, Sánchez & Ibáñez, 2006). Al hablarse de una práctica social conviene mencionar que este trabajo se enmarca dentro de un tipo de investigación cualitativa, en donde el docente es investigador activo, ya que interviene en la realidad, no se distancia de ella, al contrario, puede modelarla y modificarla desde unos objetivos claros y una planificación previa.

La investigación cualitativa por lo tanto está orientada al estudio en profundidad de la compleja realidad social, apunta a encontrar el significado, la comprensión de la práctica social, a través de ordenar y relacionar lógicamente la información que la práctica nos suministra y que hemos registrado, esto implica un esfuerzo analítico que conlleva a mirar la práctica con una cierta distancia, reflexionar y plantearse preguntas en torno a ella, no considerando obvias las actividades cotidianas (Bustingorry et al., 2006). Investigar sobre y con la práctica, es buscar las relaciones que hay en lo que hacemos, para qué lo hacemos; constituyendo el desafío de crear nuevas propuestas en el aula.

Un maestro autónomo y arriesgado tiene la posibilidad de descubrir nuevos caminos, nuevos procederes que arrojen los resultados que busca, en caso contrario, estará en capacidad de replantear formas de actuar que no funcionan o están equivocadas. Para Imbernón (2012), una de las tareas de todo investigador (y educador) es escoger el camino que piensa que le llevará al terreno de las nuevas ideas, de los nuevos procesos, de algo más allá de lo que está bajo sus pies. La diferencia entre una opción u otra se caracteriza por la forma de concebir la realidad social y

educativa, la validez del conocimiento y el papel de los sujetos que intervienen. La investigación en educación contempla la investigación del y con el profesorado, o desde y para la escuela. En cuanto a los procesos cualitativos sobre los cuales se trabaja en la escuela Imbernón (2012) propone:

La investigación cualitativa ha desarrollado nuevos procesos de prácticas educativas, formativas, comunicativas, de elaboración de proyectos, de materiales, la reflexión sobre la práctica innovadora, el desarrollo del profesor como investigador (por ejemplo para modificar, regular y adecuar el currículum y su perfeccionamiento como profesional) y los procesos de formación en las instituciones educativas, analizando y reflexionando sobre la práctica docente (individual y colectiva) en el aula (p. 3 – 4).

El docente además de reflexionar sobre su práctica, mejorar los procesos de formación y desarrollar proyectos, analiza sus conocimientos disciplinares y cómo sus estrategias didácticas se adecúan o no a la enseñanza de las ciencias, en esta medida la investigación en la escuela no solo impacta positivamente en ella si no al mismo investigador, quien es sujeto que investiga y se investiga en la propia práctica.

Para este trabajo la investigación cualitativa se centra en ver cómo desde una sistematización de experiencias escolares se le puede aportar a la escuela, mejorando la manera de enseñar ciencias a estudiantes de grado séptimo, y de la misma manera se evalúa y reestructuran los conocimientos disciplinares del maestro sobre la reproducción de los seres vivos, y cómo sus habilidades se ponen en juego a la hora de enseñarlo.

La sistematización de una propuesta de aula pone de manifiesto la compleja situación en la cual su enseñanza se desarrolla, ofrece la posibilidad de comprometer y transformar el conocimiento del maestro sobre sí mismo, instándolo directamente a reconstruir y a transformar su práctica cotidiana y, además, a teorizar y revisar continuamente sus procesos educativos. Posibilita su crecimiento profesional, la formación de nuevas habilidades para comprender el aula, el establecimiento e implementación de métodos de análisis de la información que recoge, asumiendo alternativas adicionales de innovación y comunicación.

La sistematización, no es un problema de acercamiento a una realidad, sino su recuperación desde el registro de la práctica. A través de la sistematización se concreta la realidad teoría-práctica, la praxis, en el sentido de reflexionar haciendo y hacer reflexionando (Bustingorry *et al.*, 2006).

La posición pedagógica y disciplinar que asume el docente en abordar la reproducción como problema de conocimiento en un entorno escolar dónde se da validez a los puntos de vista de todos los que interactúan (los estudiantes y el mismo maestro), propone una alternativa para la enseñanza de las Ciencias Naturales en donde se da cabida a la investigación en el aula, y la sitúa como escenario ideal para posibilitar las relaciones con los otros por medio de unos formas de trabajar para compartir los saberes que se van construyendo.

La sistematización entonces, se configura como una herramienta asociada a los métodos cualitativos de investigación social, que reivindica la dimensión subjetiva de las prácticas e involucra a los propios actores interesados en las decisiones y operaciones propias de la producción de conocimiento. Desde esta perspectiva, la sistematización es una modalidad de conocimiento de carácter colectivo sobre unas prácticas de intervención y acción social (para nuestro caso educativas), que a partir del reconocimiento e interpretación crítica de los sentidos y lógicas que la constituyen, busca cualificarla y contribuir a la teorización del campo temático en el que se inscriben (Torres, 1998).

A través de la sistematización de las experiencias vividas a lo largo de las actividades de la propuesta de aula se puede lograr una producción intencionada de conocimientos, conocimientos que se construyen colectivamente, se reconoce la complejidad de las prácticas educativas, de las relaciones dentro del aula, valorar los resultados alcanzados generando nuevos sentidos a la práctica, dinamiza e impacta nuestra manera de pensar y enseñar. La sistematización para el maestro es una práctica social que lo configura como sujeto que recoge, organiza y valora las experiencias educativas, al respecto Jara (2013) argumenta que la sistematización de experiencias es una práctica social en cuanto que son procesos históricos, sociales dinámicos y complejos; porque están en permanente cambio, son inéditos, irrepetibles, además, intervienen factores objetivos y subjetivos en interrelación como son: el contexto, momento histórico, surgimiento de situaciones particulares, y que lo hacen posible, acciones intencionadas e

inintencionadas, reacciones que se generan, resultados esperados o inesperados, percepciones, interpretaciones, intuiciones y emociones de las personas que intervienen en ella, relaciones que se establecen entre las personas que son sujetos de esas experiencias. Se podría decir que la sistematización de experiencias en la enseñanza de las ciencias naturales son únicas por que valoran la producción del conocimiento de las personas que intervienen tanto en su individualidad como en su colectividad, dicha producción emerge precisamente de las relaciones e interacciones que se establecen, y se reconocen como trascendentes para el grupo.

A partir de la sistematización de la propuesta de aula llamada “*Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos*”, se plantea un objetivo central y es la recuperación histórica de los saberes que emergen en los productos de los estudiantes, que son el resultado de diferentes formas de trabajo tendientes a construir la reproducción en las aves como situación de estudio. Se valoran principalmente los relatos como productos individuales y carteleras, videos y discusiones como productos colectivos.

Se establecen como aspectos que orientan la interpretación de la reproducción, el comportamiento, la organización, las relaciones, las estructuras, los mecanismos y el crecimiento que permiten una valoración de lo vivo como entidad dinámica y compleja.

DISEÑO DE LA PROPUESTA DE AULA

“Estudiando las aves descubro las maravillas de los seres vivos”

La propuesta de aula se pretende implementar con estudiantes de grado séptimo pertenecientes al curso Séptimo C, del Colegio Agustiniانو Ciudad Salitre. Antes de entrar en materia con la metodología de la propuesta se hace una breve descripción de aspectos importantes del colegio Agustiniانو Ciudad Salitre, ya que enmarca en gran medida la manera de ser de los estudiantes con los que se trabaja, y de esta manera se puede comprender mejor su contexto social y educativo.

Este colegio brinda el servicio educativo privado desde la básica primaria hasta la media vocacional (preescolar a undécimo grado) a una población de estudiantes de estratos que oscilan entre 4 y 5 y cuyas residencias están, por lo general, ubicadas cerca del plantel educativo¹⁴.

El curso con el que se va a trabajar tiene un total de 31 estudiantes (14 niñas y 17 niños) que oscilan en edades entre 11 y 13. Es importante destacar que en estas edades (adolescencia) se manifiestan cambios importantes en la vida de los estudiantes a nivel corporal y mental, en el que la curiosidad frente a su cuerpo y la manera de relacionarse con los demás es su centro de atención. En este grupo de estudiantes se resalta el interés constante por preguntar sobre aspectos de la vida y la búsqueda de respuestas que satisfagan su curiosidad. Los aportes activos y las abstracciones a las que pueden llegar en las clases han sido precursores del interés personal por descubrir cómo ellos pueden plantear sus ideas y sus explicaciones en torno a la reproducción, integrar sus experiencias básicas e interactuar con las actividades que el docente puede poner a su disposición en el aula, el centro de interés no sería la reproducción humana, sino que se ofrecen otras perspectivas, conocimientos, situaciones que enriquezcan la experiencia del niño y le permitan mirar lo humano con referencia a otros seres de la naturaleza como es el caso de las aves, que despliegan una variedad de aspectos, características y comportamientos que pueden ser interesantes para los niños.

Desde este punto de vista la reproducción en aves, desde la organización de la propuesta proporciona una serie de actividades en las que los niños se preguntan por el origen de los seres vivos, cómo se forman, qué condiciones son necesarias para que un ser vivo se reproduzca, comparan los que aprenden con sus fuentes primarias de conocimiento, en este caso su cuerpo, su familia, sus pares, los medios de comunicación como la televisión, y le dan un nuevo significado a aprender ciencias y a reconocer las características de los seres vivientes, que para ellos se convierte en una generación de curiosidad. La propuesta consta de cinco fases, cada una contiene actividades de diferente índole enfocadas a reconocer la reproducción en aves.

¹⁴ Es importante reconocer que el colegio presenta una infraestructura moderna, que incluye laboratorios de biología, química y física, laboratorios de inglés, salas multimedia, biblioteca, ludoteca, salones para danzas, salas de reuniones, entre otros. Además posee escenarios deportivos como canchas en concreto para microfútbol y basquetbol, una cancha de fútbol, piscina semiolímpica, salón de squash y coliseo. Cuenta con auditorio mayor, salas de proyección de audiovisuales, servicio de parqueaderos, servicio de restaurante y cafetería escolar. Varios de estos espacios facilitaron el desarrollo de las actividades propuestas con los niños.

Fase I: *Descubriendo la vida de las aves*. Primer acercamiento a las aves por medio de una lectura inicial sobre el Loro Orejiamarillo (especie colombiana) y la observación del video “Documental de loros Australianos”, que se constituye como actividad desencadenante. La mayoría de los estudiantes conocen los loros o “pericos” australianos porque comúnmente en nuestro país los venden como mascotas, pero en el video tendrán la oportunidad de observar estas especies en su vida silvestre. El video muestra algunas características del ciclo de vida de las aves, cómo anidan, el cuidado parental, cómo se alimentan, cómo sobreviven, y en esta medida se genera un asombro en los niños que los motiva a preguntarse más sobre cómo viven las aves.

Fase II: *¿Cómo son las aves y por qué actúan extraño?* En esta fase se pretende motivar la capacidad de observar y describir de los estudiantes, aprovechando que en la mayoría de las aves hay un dimorfismo sexual, tendrán la oportunidad de apreciar que existen unas diferencias morfológicas y/o de comportamiento entre los machos y las hembras como son las diferencias en el plumaje, tamaño, canto, postura de huevos, entre otras, posiblemente relacionarán estas características con su capacidad reproductiva y con la atracción de hembra y macho con fines reproductivos. Para esta actividad se observan como ejemplo dos tipos de aves de corral las gallinas y los gallos en videos, y codornices en condición de crianza doméstica.

Fase III: *Viaje al interior de un ave*. Las actividades de esta fase son determinantes en la indagación de cómo los estudiantes conciben la organización de las estructuras reproductivas en las aves, las posibles funciones que le adjudican y las relaciones que se hacen explícitas con otros sistemas, la visión de funcionamiento de ser vivo y el fin de la reproducción. La realización de dibujos y relatos preliminares a la actividad de laboratorio, expone las ideas que los estudiantes conciben sobre la organización de las estructuras reproductivas al interior de un ave. Posiblemente surgirán organizaciones parecidas a las del cuerpo humano, adjudicarán nombres, y se podrán observar que esas organizaciones internas corresponden o no a un proceso de formación del huevo, o simplemente el huevo ya preexistente en la hembra, y la posible integración de la teoría de la fecundación como parte importante en la reproducción, así como la contemplación de otras estructuras diferentes a las reproductivas que posiblemente se relacionan con estas.

Fase IV: *Atravesando la barrera de lo invisible*. Luego de observar de cerca las estructuras reproductivas de las hembras y los machos en aves, se pretendía ir más allá, vinculando la capacidad de proponer explicaciones con referencia al proceso de fecundación en estos organismos, preguntarse por la forma y función de las células sexuales, para después poder observarlas en el microscopio. Se propuso una salida a Corpoica Tibaitatá, pero no fue posible establecer una comunicación con el lugar, como segunda opción se planteó una salida al Bioparque Jaime Duque, con la preparación de un taller especial, sin embargo las actividades propuestas en el cronograma del Colegio no dieron lugar a su ejecución. Como última alternativa se pensó en la observación directa en el laboratorio del colegio, pero al hacer el pre-laboratorio no hubo éxito en la observación del espermatozoide recolectado del macho de codorniz. Lamentablemente no hubo para esta fase una práctica de laboratorio en donde se observarían las células sexuales, sin embargo sí hubo una aproximación al proceso de fecundación desde los relatos y dibujos realizados por los estudiantes. Se busca además cómo ellos pueden vincular comportamientos como el cortejo, apareamiento, y órganos sexuales en la explicación de la fecundación como condiciones que pueden determinar este proceso.

Fase V: *Una mirada retrospectiva*. La fase final contempla el acercamiento por medio de videos a los procesos con los que culmina la reproducción en aves, como son la anidación, la incubación y nacimiento de las crías. Los relatos individuales, las exposiciones grupales, y los dibujos permiten a los estudiantes recoger toda la información abordada, las experiencias y los aprendizajes en la elaboración de historietas que integran el proceso. Se da libertad en el estilo títulos y la parte de la reproducción en la que se quieran enfocar. En esta libertad que se les brinda a los grupos en la elaboración de sus carteleros se pretende analizar a qué procesos, estructuras y comportamientos dan prioridad los estudiantes, y las condiciones que pueden plantear como determinantes en el caso de la reproducción, la capacidad de evocar los aprendizajes logrados durante las actividades de la propuesta de aula como la historicidad de los actos y la construcción colectiva.

Durante el desarrollo de las actividades se utilizaron diversas herramientas para que los niños fueran plasmando sus avances y aprendizajes, la elaboración de una bitácora que recogía sus trabajos, relatos, dibujos e impresiones de las actividades, y por otro lado los trabajos en grupos por medio de carteleros que se socializaban al resto de estudiantes.

La siguiente tabla muestra con detalle las actividades, propósitos y productos intelectuales de los estudiantes en cada una de las cinco fases:

Tabla 1. FASES METODOLÓGICAS

ESTUDIANDO LAS AVES DESCUBRO LAS MARAVILLAS DE LOS SERES VIVOS			
FASE	ACTIVIDADES	PROPÓSITOS	PRODUCTOS INTELECTUALES DE LOS ESTUDIANTES
I Descubriendo la vida de las aves	<p>1. ¿A qué se dedican las aves?</p> <p>Primera parte Actividades desencadenantes: Lectura sobre datos curiosos y diversidad de aves en Colombia y generalidades del Loro orejiamarillo (especie colombiana en estado crítico)</p> <p>Video: Documental de loros Australianos, tomado de http://www.youtube.com/results?search_query=documental+de+loros+australianos</p> <p>Los estudiantes toman nota de los aspectos más interesantes y relevantes de la morfología y el comportamiento de las aves.</p> <p>Segunda parte Teniendo en cuenta el video visto, se organizan grupos de dos estudiantes y completan un cuadro sinóptico destacando características principales de las aves en cuanto a su morfología externa y a su comportamiento. Luego se realiza una socialización de las ideas expuestas en los cuadros.</p>	<p>- Reconocer características generales de la morfología de las aves por medio de un video, y una guía sencilla.</p> <p>- Identificar en el video “Documental Loros Australianos” comportamientos característicos de las aves en su entorno natural como: búsqueda de alimento y tipo de alimentación, dependencia de los recursos, adaptación a cambios climáticos, búsqueda de refugio, construcción de nido, relaciones inter e intraespecíficas, cortejo, apareamiento, postura, incubamiento de huevos, nacimiento de los polluelos, cuidado de los polluelos.</p>	<p>1. Bitácora: Antes de iniciar la propuesta de aula se motivará a realizar a los estudiantes una bitácora en donde relatarán día a día las experiencias vividas y sus nuevos aprendizajes. Consistirá en una carpeta en la que realizarán creativamente una portada de un ave colombiana que les llame la atención. Realizarán una portada, y anexarán hojas cuadrículadas en donde irán sus relatos.</p> <p>2. Cuadro sinóptico de características morfológicas de las aves y de comportamiento.</p>
II ¿Cómo son las aves y por qué actúan extraño	<p>2. Sra. Gallina, Sr. Gallo, Sra. y Sr. codorniz, ¡Gusto en conocerlos!</p> <p>Primera parte Observación de videos que muestra el comportamiento habitual de las gallinas y los gallos en un corral, a partir del video en grupos de tres</p>	<p>- Reconocer características físicas que determinan el dimorfismo sexual en algunas especies de aves a partir de la observación de videos del comportamiento de la Gallina y el Gallo y de</p>	<p>1. Cuadro comparativo hembra macho en una cartelera.</p> <p>2. Bitácora.</p>

?	<p>estudiantes completan un cuadro comparativo en una cartelera entre la hembra y el macho del ave de corral observados.</p> <p>Tomados de: http://www.youtube.com/watch?v=r18W6JPaAKk http://www.youtube.com/watch?v=8UDuodhNjBo http://www.youtube.com/watch?v=1AseqiFM3Co</p> <p>Segunda parte Observación de una pareja de codornices (en su estado natural). A partir de la observación completar las características en el cuadro comparativo nuevamente. Especies observadas (<i>Gallus gallus domesticus</i> y <i>Coturnix coturnix</i>).</p> <p>Cada grupo propone otros aspectos que se diferencian en cuanto al comportamiento entre el macho y la hembra.</p> <p>Tercera parte: Socialización. Para la socialización además de exponer las carteleras, se propondrá una pregunta orientadora de la discusión: Teniendo en cuenta que hay unas diferencias entre hembras y machos ¿Cuál es la relación de esas características con su reproducción?</p>	<p>una pareja de codornices en su estado natural.</p> <p>- Teniendo en cuenta la observación de los especímenes reconocer características que definen el dimorfismo sexual en aves</p> <p>- Establecer relaciones entre las características morfológicas externas y el comportamiento con la función de reproducción en la especie por medio de un cuadro comparativo.</p>	
	<p>3. Más allá del romanticismo de las aves...</p> <p>Primera parte Proyección de videos sobre cortejos de aves y cantos. Tomado de: http://www.youtube.com/watch?v=ykdQBOsCeYE http://www.youtube.com/watch?v=6znKwqQ7Yqs</p> <p>Segunda parte Responder en grupos de tres estudiantes preguntas como: ¿Han observado con anterioridad rituales de cortejo en otras aves o en otros animales? ¿Cuál es la funcionalidad de este comportamiento? ¿Según el video observado que cualidades busca la hembra en el macho para seleccionarlo? ¿Qué ventajas puede traer a la hembra y los polluelos seleccionar el mejor macho?</p> <p>Tercera parte Socialización de las respuestas posibilitando la discusión y la participación de los estudiantes.</p>	<p>- Reconocer pautas de comportamiento reproductivo como lo son los rituales de cortejo en aves a partir de algunos videos observados.</p> <p>- Indagar sobre cómo afecta el desarrollo de la población y el mantenimiento de la especie la selección del macho en los rituales de cortejo por medio de una discusión grupal dirigida.</p>	<p>1. Guía resuelta de preguntas propuestas en la discusión.</p> <p>2. Bitácora</p>
III Viaje al interior de un	<p>4. “Me pregunto por qué soy así y de dónde salí... ¿cuál será mi origen?” Att. El huevo.</p> <p>Primera parte: Observación de huevos de</p>	<p>- Reconocer características que presentan los huevos de las aves a través de la observación de huevos de</p>	<p>1. Cuadro comparativo de observaciones de huevos de</p>

<p>ave</p>	<p>diferentes aves.</p> <p>Los estudiantes realizan individualmente un cuadro comparativo en donde describen las características, tamaño, colores, formas y toman datos de los huevos.</p> <p>Luego de observar los huevos completos, la maestra los romperá con cuidado para observar los contenidos. Explicación magistral de las partes del huevo y su relación con la formación del polluelo. Los estudiantes toman apuntes de la explicación.</p> <p>Segunda parte Organizar grupos de tres estudiantes y a partir de las observaciones de los huevos, la explicación de sus partes y la pregunta orientadora: ¿Cómo el huevo llegó a ser huevo?, deberán relatar una historia en dónde construyan una explicación de cómo se forma el huevo en el cuerpo de la hembra.</p> <p>Tercera parte Socializar los relatos grupales y manifestar qué preguntas surgen a partir de la experiencia. Discusión.</p>	<p>diferentes aves y la explicación de sus partes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proponer posibles explicaciones a la formación del huevo y al proceso de fecundación por medio de un relato grupal. - Indagar por posibles estructuras reproductivas al interior de un ave hembra y posibles formas y funciones de las células reproductivas manifestando puntos de vista en la discusión grupal. 	<p>diferentes aves.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Dibujos de las partes internas del huevo con descripciones. 3. Relato sobre la formación del huevo en el cuerpo de la hembra. 4. Formulación de preguntas relacionadas con el proceso de formación de un huevo. 5. Bitácora.
	<p>5. ¿Cómo son las aves por dentro?</p> <p>Primera parte Cada estudiante elabora un dibujo de las estructuras reproductivas externas e internas que imagina tiene la hembra y el macho, contemplando formas y tamaños.</p> <p>Segunda parte Se realiza disección de pollo (macho) y gallina (hembra) explorando partes internas reproductivas. A medida que se avanza en el trabajo se indaga por las funciones y posibles nombres de cada parte.</p> <p>Terminada la disección los estudiantes realizan un nuevo dibujo integrando las partes observadas.</p> <p>Tercera parte Observación videos “formación de un huevo” Los estudiantes observan el video y contrastan las imágenes, estructuras y funciones con los dibujos 1 y 2. Luego de ver el video realizan un tercer dibujo que complementa los dibujos anteriores. Tomados de: Estructuras reproductivas de la gallina http://www.youtube.com/watch?v=LoD6O9yA8tg http://www.youtube.com/watch?v=pgtTP2Kzq4w Estructuras reproductivas del gallo http://www.youtube.com/watch?v=WAA36YJSOK</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observar estructuras reproductivas en aves en una disección y videos, y a partir de ellos establecer diferencias entre las partes reproductivas del macho y de la hembra. - Comprender las funciones de las estructuras reproductivas de los machos y las hembras en aves relacionando sus estructuras con el proceso de fecundación y formación del huevo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dibujos comparativos describiendo estructuras internas del macho y la hembra en tres momentos: antes de disección, luego de disección, y luego de observación de video y escuchar explicaciones. 2. Construcción de un relato en donde se describe el proceso de formación del huevo en el cuerpo de la hembra. 3. Bitácora.

	<p>Q</p> <p>Cuarta parte Realizar un relato descriptivo sobre la formación del huevo al interior de la gallina.</p>		
<p>IV Atravesando la barrera de lo invisible</p>	<p>6. El microscopio me permite descubrir cosas que no podía ver.</p> <p>Primera parte Observación de procesos técnicos e industriales de inseminación artificial y reproducción de animales de granja. Observación de células sexuales en ave y otros animales.</p> <p>Segunda parte En grupos de tres estudiantes y en una cartulina los estudiantes elaboran una tira cómica en donde representen cómo se da el proceso de fecundación en las aves.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender la función de las células sexuales en el proceso de reproducción. - Observación de células sexuales en el microscopio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tira cómica explicando el proceso de fecundación 2. Bitácora parte final en donde se narra cómo es el proceso de reproducción en las aves contemplando aspectos revisados durante todas las actividades.
<p>V Una mirada retrospectiva</p>	<p>7. Anidando ando.</p> <p>Primera parte Observar videos sobre cómo las aves tejen sus nidos. Tomados de: http://www.youtube.com/watch?v=BuAlqiAYfqM http://www.youtube.com/watch?v=6svAlgEnFvw http://www.youtube.com/watch?v=aupSONdl7W0</p> <p>Segunda parte Se realiza pregunta al grupo ¿y cómo se forma el polluelo dentro del huevo? ¿Qué condiciones son necesarias para que se forme el polluelo? Socialización</p> <p>Cuarta parte Observación de videos sobre formación y nacimiento de polluelos Tomado de: http://www.youtube.com/watch?v=HZ-WEkIbreQ http://www.youtube.com/watch?v=2pAkdhBhaoE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contemplar las diferentes maneras en que las aves tejen sus nidos para protección e incubación de sus crías. - Reflexionar sobre las transformaciones que sufre el embrión hasta convertirse en polluelo. - Observar el nacimiento de un polluelo. - Construir con materiales de fácil consecución un nido artificial y un bebedero para aves. 	
	<p>8. El comienzo y el fin de la historia entre una pareja de aves.</p> <p>Primera parte: En grupos de 3 o 4 estudiantes diseñar una historieta explicando el proceso de reproducción de una de las aves trabajadas en las actividades.</p> <p>Segunda parte: Exposición de las tiras cómicas realizadas en grupos y discusión.</p> <p>Tercera parte: Se colocarán en un lugar visible</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construir una explicación sobre cómo se reproducen las aves utilizando como recursos la descripción y la realización de dibujos. - Proponer una explicación a la pregunta ¿Cómo se reproducen las aves? - Reflexionar sobre las experiencias de aprendizaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tira cómica explicando el proceso de reproducción en aves 2. Bitácoras terminadas.

	<p>todas las actividades realizadas por los estudiantes para que ellos puedan contemplarlas por un momento. Luego de manera individual cada uno describe las experiencias que tuvieron en el desarrollo de todas las actividades, cuales aspectos fueron de asombro, cuáles fueron nuevos aprendizajes, y qué fue lo que más les gustó de las actividades.</p>	<p>que generaron las actividades en torno a la reproducción de las aves.</p>	
--	--	--	--

CONSIDERACIONES FINALES: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS

La sistematización se organiza en tres grupos o aspectos que permiten mostrar los momentos desde donde es posible interpretar que los niños construyen conocimiento en el aula en torno a la reproducción en aves. Esos aspectos se retoman desde las formas en que los estudiantes comprenden la reproducción, los recursos que utilizan para explicarla y los nuevos aprendizajes y compromisos que son manifestados en sus relatos individuales.

FORMAS DE COMPRENDER LA REPRODUCCIÓN

La comprensión de la reproducción se refiere principalmente a cómo ellos abordan la reproducción desde su discurso. Qué aspectos para ellos son principales a la hora de describir o explicar cómo se reproducen las aves, de qué se parte o en otras palabras qué es relevante expresar en esta situación de estudio.

Tabla 2. DESDE EL COMPORTAMIENTO

SELECCIÓN DE PAREJA Y CORTEJO		CUIDADOS PARENTALES
		<p><i>“Había una vez una gallina que quería encontrar pareja, quería un gallo fuerte, luchador, apuesto y con gran sentido desarrollado. Al poco tiempo encontró un macho muy apuesto que complacía sus gustos. El macho comenzó con un ritual de cortejo en donde trataba de exhibir un poco el color de su cola, al poco tiempo el macho logró conquistar a la gallina”.</i></p>
<p><i>“Un ritual de cortejo se puede presentar principalmente entre una posible unión de aves, en donde el macho demuestra diversas características, ya sean fuerza o valor. Con esto el macho puede lograr que la hembra lo acepte, además en estos rituales el macho puede interactuar con el ambiente o ya sea demostrar características físicas o personales mediante bailes, cantos y lucha. El macho trata de exhibir sus alas, demostrando sus colores exóticos que este posee, además trata de resaltar partes del cuerpo con las cuales convencerá a la hembra”.</i></p>		<p><i>“La gallina y el gallo al formar pareja hacen nacer sus polluelos, la hembra se encarga de cuidarlos y empollarlos por un largo tiempo y los machos se encargan de cuidar a la hembra”.</i></p>
		

El reconocimiento por parte de los niños de características determinantes en los comportamientos de las hembras y los machos en el cortejo, suscita comprensiones en torno a las características físicas de las aves y se integran a la definición de comportamientos previos a la cópula que son exigentes y primordiales en la reproducción de las aves, reconocerlos además facilita una distinción entre

el papel del macho y la hembra; al macho se le adjudica más el papel de “conquistar”, confiriéndole una participación activa, mientras que el de la hembra es pasivo, su papel es más de espectadora frente a lo que el macho puede ofrecerle. Posterior al cortejo y cópula hay otros comportamientos que aparecen distintivos de machos y hembras como el cuidado de la pareja y los polluelos, porque se deduce la importancia de esto en la supervivencia y el bienestar de las crías, en este caso la hembra es la que empolla los huevos en el nido, y el macho quien ofrece protección a ambos y lleva alimento a las hembras. Se contempla el cortejo como la posibilidad de “unión entre hembra y macho”, un mecanismo para reproducirse, entre tanto el cuidado parental se comprende como una estrategia para garantizar la supervivencia.

Tabla 3. DESDE LAS ESTRUCTURAS Y FUNCIONES

DIMORFISMO SEXUAL	ÓRGANOS O PARTES CON FUNCIONES ESPECIALIZADAS
<p style="text-align: center;">Gallo y Gallina:</p> <p><i>“El macho se diferencia porque tiene cresta grande, da un “quiquiriqui” muy fuerte, algunos se destacan por el plumaje colorido en la parte del torso, parte posterior, tiene sus alas más grandes, en su cola tiene plumas más pobladas. La hembra se diferencia porque empolla y cuida a sus hijos, no tiene el pico tan fuerte ni tan largo como el del macho”.</i></p> <p><i>“Las diferencias de los colores entre el macho y la hembra me parece importante más que todo para la hembra porque el macho que tenga el plumaje más brillante y más atractivo, la hembra lo escogerá”.</i></p> <p style="text-align: center;">Codornices:</p> <p><i>“El macho se diferencia porque tiene un plumaje más oscuro, es el único que canta y tiene más plumas que la hembra. La hembra se diferencia porque en la zona del pecho se destaca un plumaje más pálido y claro, hace como un pollito (no canta), se encarga de empollar y cuidar a los huevos”.</i></p>	<p><i>“Cuando los polluelos están en el huevo se tienen que alimentar de una capa ubicada dentro del huevo que es la que les proporciona todo el alimento a estos”.</i></p> <p><i>“La molleja es una capa dura que al la gallina comer piedritas ayuda a que se descomponga el alimento”.</i></p> <p><i>“La gallina y el gallo forman unos huevos los cuales son generados por medio de un procedimiento interno a través de los órganos reproductivos del gallo y la gallina”.</i></p>  <p>The diagram shows the internal organs of a chicken. Labels include: 'Infundibulo' (pointing to the oviduct), 'Utero' (pointing to the uterus), and 'Cloaca' (pointing to the cloaca). Three text boxes explain functions: 1. 'Primero el espermato se fertiliza el ovulo.' (First the sperm fertilizes the egg). 2. 'Luego al ovulo pasa por el conducto donde se forma la clara.' (Then the egg passes through the duct where the yolk is formed). 3. 'En el utero se forma la cascara y luego sale por la cloaca.' (In the uterus the shell is formed and then exits through the cloaca).</p>

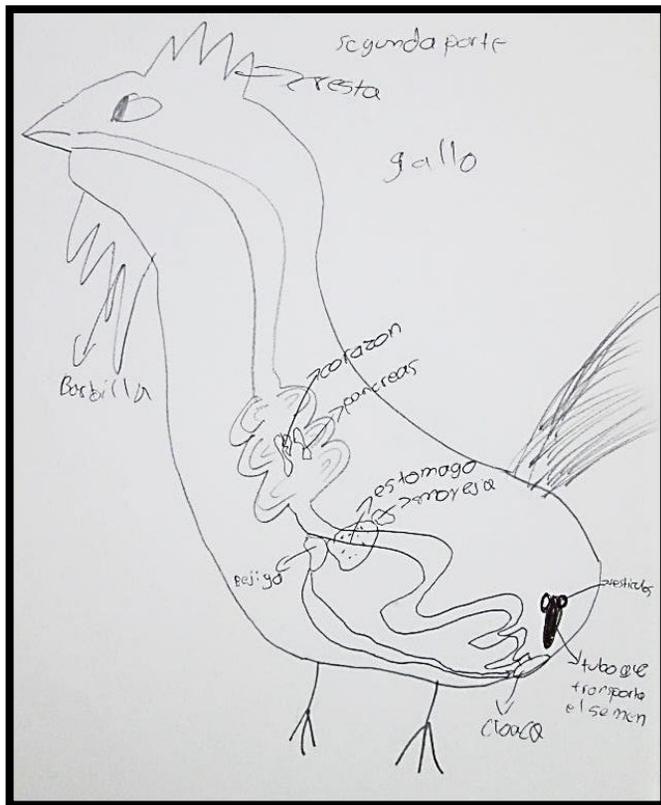
Las distinciones que hacen los estudiantes entre los machos y las hembras comprenden características morfológicas y etológicas. Reconocen diferencias entre los tamaños relativos de hembras y machos, el color y la abundancia del plumaje, el canto que es más fuerte y especializado en el macho, y las responsabilidades en el cuidado parental, se percibe además que establecen una relación entre las diferencias físicas y la posibilidad de reproducirse, o dicho en otras palabras, esas diferencias existen porque hay una necesidad de reproducción que en gran medida dependen de ellas.

En el proceso de relatar los acontecimientos que sucede en la formación del huevo dentro de la hembra se va haciendo necesaria la integración de los nombres correspondientes a las “partes”, “estructuras” u órganos especializados que cumplen una función, que hacen parte de un sistema o del organismo que se estudia, es así como se menciona la molleja y su papel en la “descomposición del alimento”, los órganos reproductivos responsables en la “generación del huevo”, o de “capas” al interior del huevo que son las que le proporcionan alimento al polluelo que crecerá dentro de él. En la imagen también se reconoce el nombramiento de estructuras con una función específica: el oviducto “forma la clara”, el útero “forma la cáscara” y la “salida” es por la cloaca. El asignar funciones a determinadas estructuras permite a los estudiantes entender cómo las formas y disposiciones de las estructuras dependen de su desempeño en el organismo, esto es explícito cuando se le asignan funciones de alimentación, nutrición, de producción de sustancias o de caracteres para la selección de pareja.

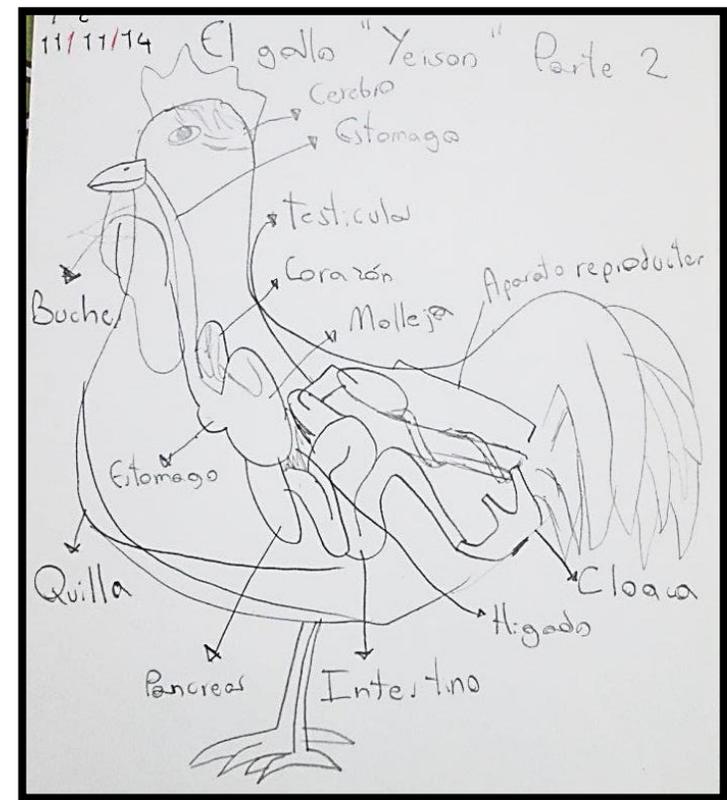
Tabla 4. DESDE LA ORGANIZACIÓN

EL MACHO

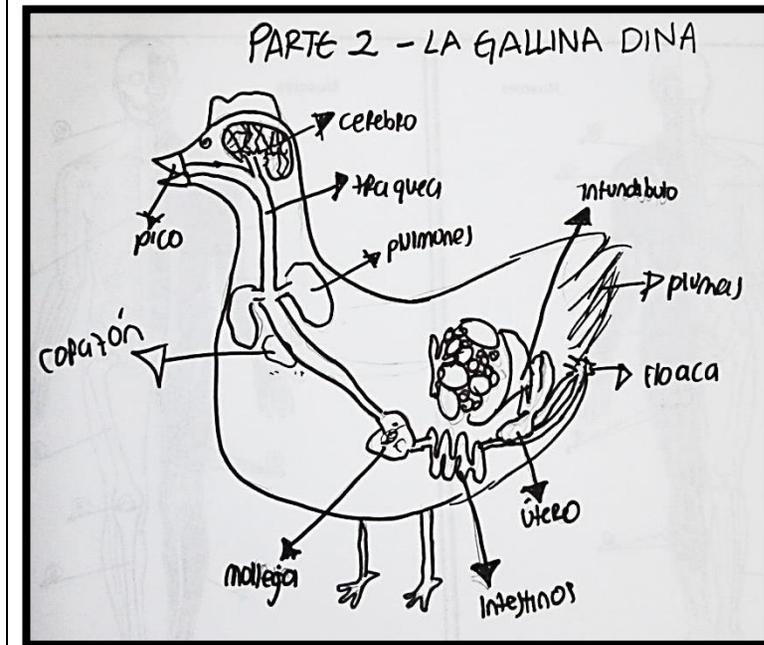
A.



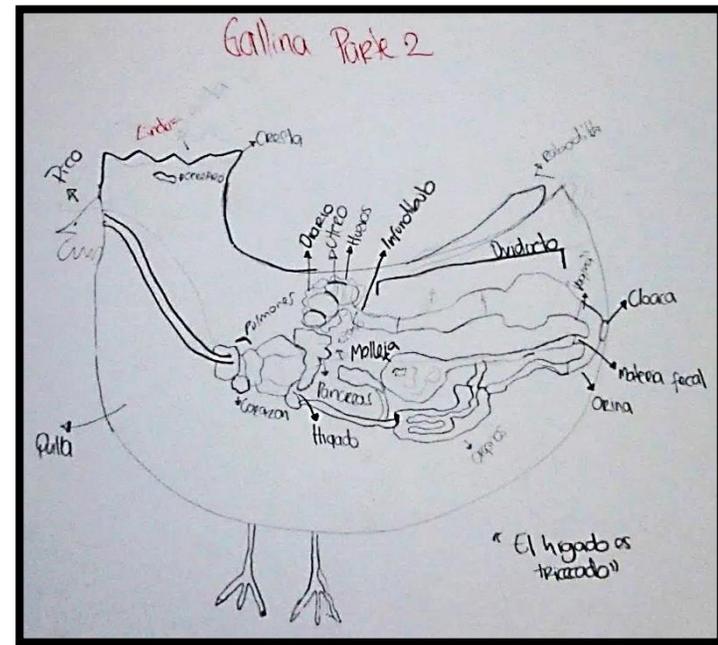
B.



LA HEMBRA



A. B.



Los dibujos realizados por los niños de la vista interna de la hembra y el macho corresponden a la finalización de la tercera fase “Viaje al interior de una ave”. En estos dibujos puede apreciarse varios aspectos. Uno de ellos es la manera en que han dispuesto diferentes partes según una distribución interna, en segundo lugar las proporciones que guardan dichas estructuras, y en tercer lugar cómo se establecen conexiones entre diferentes sistemas, dejando ver ciertas relaciones entre los diferentes órganos, que en su mayoría están conectados, unidos o relacionados, y en muy pocos casos se encuentran aislados. En los cuatro dibujos se ubica la cloaca como el orificio final en donde desembocan partes del sistema urinario, o digestivo o reproductor, o incluso como se observa en las figuras B de macho y hembra, la cloaca es la unión final de los tres conductos. Llama la atención en la figura del macho A, cómo está aislado el sistema reproductor masculino y es dibujado en semejanza a los genitales en el hombre, sin embargo añade: “tubo que transporta el

semen”, descripción que hace pensar que, a pesar de que el estudiante ya ha observado en las disecciones y algunos videos las estructuras internas del macho, él sigue buscando una respuesta que satisfaga su explicación de la manera en que el esperma pasa al cuerpo de la hembra, y es ésta la opción que le brinda una posible solución. La organización representada en los dibujos se constituye en un criterio útil para describir cómo es un ser vivo, en este caso cómo son las aves, trasladar la mirada superficial del ave, a una mirada interna del ave define unas maneras de “funcionar” acordes, por ejemplo, a la formación del huevo, o incluso a comprender mejor cómo sucede la cópula entre macho y hembra para facilitar el desplazamiento de células sexuales en el interior de los órganos.

Tabla 5. DESDE LA CLASIFICACIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LAS AVES	
	<p><i>“Las aves se diferencian de otros animales por sus exóticos colores, pueden volar, se alimentan de semillas, anidan en troncos de árboles, son ovíparas, migran, y la forma de conquistar a la hembra”.</i></p> <p><i>“Las aves tienen colores llamativos, plumas, alas, pueden volar, producen graznidos, tienen pico y son ovíparas”.</i></p> <p><i>“Las aves son ovíparas, es decir ponen huevos, utilizan su pico como herramienta para comer y trepar, la mayoría de ellas pueden volar, algunas especies migran en el invierno a otro lugar”.</i></p>

Fijarse en cómo son las aves es a su vez el reconocimiento de características que pueden estar presentes en su conjunto en ellas y no en otros seres vivos. La clasificación puede entenderse también como las diferencias que hay entre planes de organización de los seres vivos según Jacob, teniendo como parámetros la diferencia y la similitud. El ejercicio que hacen los niños de describir las aves les impone la capacidad de compararlas con otros seres y en ese ejercicio son notables las diferencias que establecen en cuanto a su morfología, su manera de reproducirse, los hábitos alimenticios entre otros. Es así como no solo mencionan que las aves tienen plumas sino, que además pueden presentar “exóticos colores”, y aspectos reproductivos sirven de referencia para definir las como lo es afirmar

que son ovíparas, que anidan, y el comportamiento del macho en el cortejo, entre otras. En este estudio los estudiantes adquieren la habilidad de establecer qué cualidades puede tener estos vertebrados y qué características no son propias de ellas.

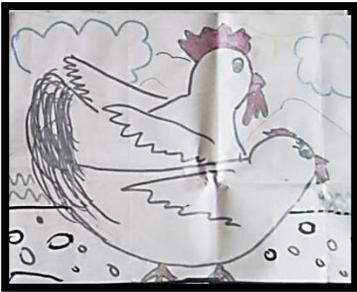
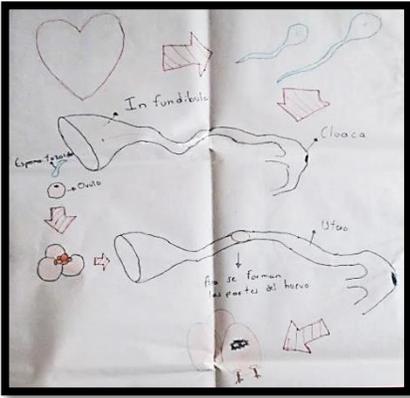
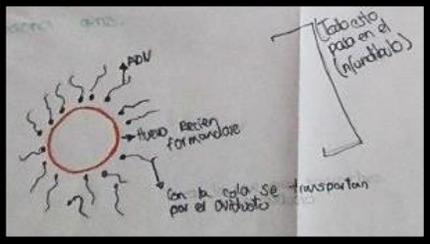
Tabla 6. DESDE LAS CONDICIONES

PARA LA CÓPULA	PARA LA INCUBACIÓN	ALIMENTACIÓN
<p><i>“Un ritual de cortejo es el momento en donde el macho conquista a la hembra y esto puede servir como base para que el tipo de ave se pueda reproducir”.</i></p>	<p><i>“Luego de que el huevo ya está formado completamente dentro de la madre, ella lo pone y lo empieza a cuidar, lo calienta y lo protege para que dentro del huevo se empiece a desarrollar el futuro pollito”.</i></p> <p><i>“Luego de un largo tiempo la gallina pone el huevo y la gallina se queda allí por un tiempo para producirle calor o también este calor lo puede producir una incubadora, cuando este tiempo pasa el pollo se va formando por el calor, creería que el calor es indispensable para formar el huevo, porque produciendo calor el huevo se va formando”.</i></p>	<p><i>“Sus polluelos se quedan en los nidos y sus padres salen a buscar alimento para ellos porque necesitan alimentarse cinco veces al día como mínimo”.</i></p> <p><i>“Aunque el huevo tiene los nutrientes o la comida que necesita el pollito, la mamá le da calor para que pueda crecer y además los protege”.</i></p> <p><i>“Los loritos Australianos son frugívoros, es decir se alimentan de frutas, en algunos casos de gusanos, lombrices, termitas y eucaliptos”.</i></p>

En diferentes momentos se observa cómo los estudiantes definen unas condiciones que resultan imprescindibles para que un proceso continúe, por ejemplo el ritual de cortejo previo al apareamiento, la necesidad de ambos sexos para reproducirse y el “calor” en el empollamiento de los huevos para que las crías puedan desarrollarse, la adquisición de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de los seres vivos, son condiciones que los niños refieren y que les sirven de ayuda para reconocer que en los procesos biológicos existen unas condiciones determinantes en la finalización de tales procesos, sin ellos, procesos como la fecundación y el desarrollo embrionario no serían posibles. Desde la enseñanza de las ciencias es de suma importancia buscar espacios en dónde los niños aprendan a reconocer cuáles son las condiciones en un fenómeno natural para facilitar su comprensión.

Dentro de las alusiones que los niños hacen a la alimentación está que el alimento es una “necesidad” en este caso para sobrevivir, hay también una periodicidad en el número de veces que los polluelos deben alimentarse, se reconoce en el alimento una fuente de nutrientes importantes para el crecimiento, y por último, dependiendo de la dieta o las fuentes de alimento puede hacerse una clasificación de los organismos, en este caso se dice que los loritos australianos pueden ser “frugívoros”, porque su dieta se constituye principalmente de frutas, pero se hace la salvedad de que su dieta también puede incluir otro tipo de alimentos como pequeños invertebrados o plantas. Hablar de las fuentes de alimentación es percatarse de que las aves establecen relaciones con su medio, dependiendo en gran medida de ello la escogencia de su hábitat.

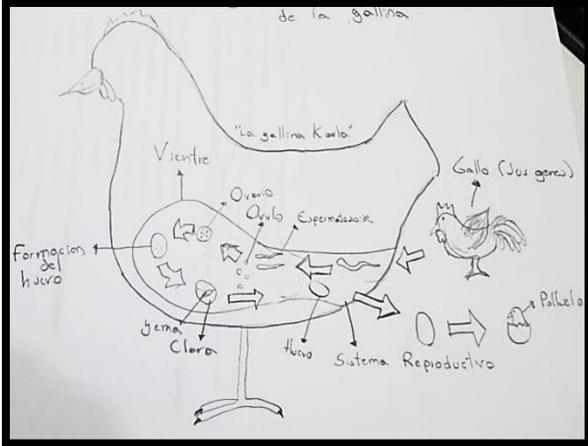
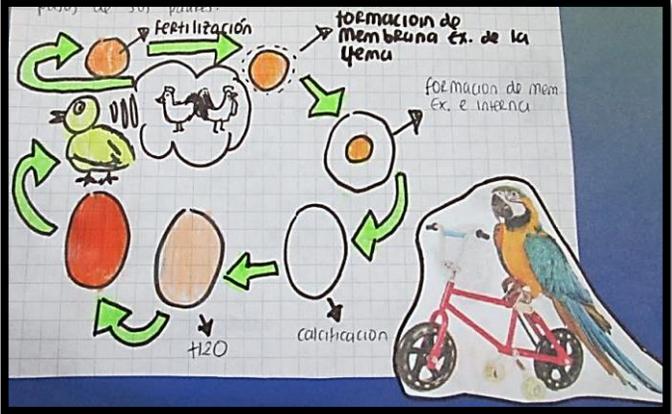
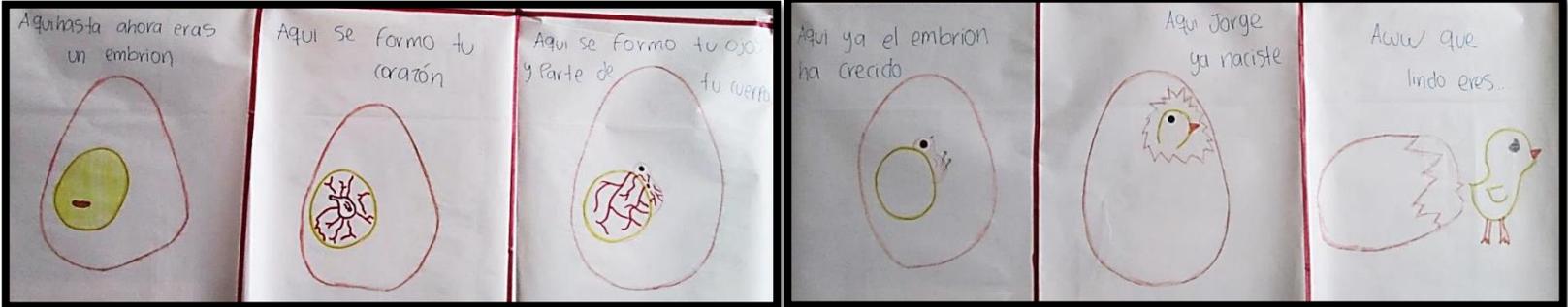
Tabla 7. DESDE LOS MECANISMOS

LA COPULACIÓN	FECUNDACIÓN
 <p>“Luego de que el macho corteja a la hembra y ella acepta aparearse con él, ellos juntan sus cuerpos de tal forma que sus partes reproductivas quedan unidas, la parte reproductiva del macho envía algunos espermatozoides hacia donde están los óvulos de la hembra, los cuales ya se encuentran en el vientre de la gallina, luego de haber sido enviados desde los ovarios. Allí en el vientre de la gallina, el espermatozoide y el óvulo se unen y de allí se empieza a formar el huevo”.</p> <p>“Este gallo se le montaba encima de la gallina y le pasaba los espermatozoides por medio de las plumas del gallo”.</p> <p>“Para mí la copulación comienza desde cuando el gallo pisa a la gallina, este proceso es que el gallo se para encima de la gallina y la “frota” y al frotarla el gallo le pasa los espermatozoides a la gallina los cuales viajan hasta un óvulo, el cual se encuentra en la rabadilla”.</p>	 <p>“Al macho copular con una hembra introduce sus espermatozoides, éstos viajan desde los testículos del gallo al óvulo y se fecundan, así se hace una especie de “fusión” para que los genes dentro de los espermatozoides puedan transmitirse a los huevos”.</p> <p>“Luego de que se aparearan y él le pasara algunos espermias a ella, estos espermias viajan por todo el oviducto hasta llegar a los ovarios, donde estos espermatozoides al juntarse con un óvulo empiezan a formar el huevo en el ovario”.</p>  <p>“La gallina y el gallo se juntan para procrear y fecundar huevos, esto consiste por la combinación de diversas cosas que tienen las partes reproductivas de estos animales”.</p>

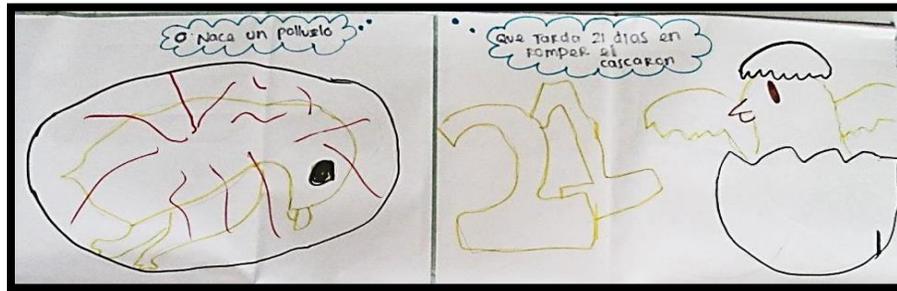
Previos a la fecundación se describen unos “mecanismos” que contemplan comportamientos, interacción de ciertas estructuras y viajes que tienen unos comienzos y un final común. Como comportamiento es la cópula la que facilita el poner en contacto estructuras reproductivas con una función: el encuentro entre las células sexuales. Se dota además al espermatozoide de motilidad adjudicándosele una cola (o flagelo), muy parecido al espermatozoide humano, pero es esta comparación la que le hace pensar a los niños la posibilidad de que ésta célula pueda “viajar” desde los testículos (en el macho) hasta el oviducto (en la hembra) en donde se “unirá con el óvulo, para finalizar el proceso con la formación de los huevos.

OTRAS FORMAS DE COMPRENDER LOS SERES VIVOS

Tabla 8. DESDE LA DIMENSIÓN TEMPORAL

CICLO DE VIDA	
	<p>“El propósito de la gallina es nacer, reproducirse y morir”.</p> <p>“Esto termina cuando el pollo sale y va creciendo hasta convertirse en gallina o gallo”.</p> <p>“...al contar esto se sigue el proceso de su vida, que es hacer lo mismo que su madre, después de sus varios huevos y de reproducirse la gallina, sigue su vida con el gallo, comiendo maíz o sus otras diversas comidas del campo hasta que muere, cuando esto ocurre los polluelos podrán seguir este mismo proceso”.</p>
	
<p>“Un hermoso pollito sale del huevo que se fue formando al cabo del tiempo, luego este crece y se vuelve adulto siendo gallo o gallina”.</p>	
CRECIMIENTO	
	
<p>“El huevo poco a poco es formado mediante células que con el tiempo forman el huevo. Varias células se encargan de formar las diferentes partes que el huevo posee; algunas forman la yema, otras la cáscara y otras las que proporcionan el alimento”.</p>	

DURACIÓN



“El periodo de gestación puede durar 1 mes con el cual se forman polluelos saludables.

“Una de éstas personas hizo las cuentas y se dio cuenta que una gallina tarda 24 horas en poner un huevo, y que estas gallinas hacen eso todos los días ponen y ponen huevos”.

HISTORICIDAD

PERPETUACIÓN DE LA ESPECIE

“La pareja de macho y hembra cada dos semanas tenían un nuevo polluelo grande y fuerte, esto se hizo para que la especie persistiera y avanzara, esta especie pudo subsistir”.

“La existencia del gallo y la gallina, estos dos respectivamente macho y hembra, al igual que otras especies de aves, ellos necesitan reproducirse para generar población y para que no se acabe la especie”.

HERENCIA

“El macho que la hembra escoja debe protegerla a ella y a los polluelos, él es quien tiene que ayudarlos a sobrevivir, aparte de todo sus crías heredarán algunas cosas de su padre como rasgos físicos y también algunas cualidades”.

“Con el adecuado macho se sentirá protegida y además como fue el mejor en el cortejo tuvo una clase de superioridad a los demás machos, también porque ella quiere que sus próximas crías hereden lo bueno que vio en este macho”.

Reconocer la dimensión temporal en los seres vivos suscita acercamientos a cómo el crecimiento, el ciclo de vida, la duración de ciertos procesos y la historicidad de las poblaciones están relacionadas con el “tiempo” como característica ineludible en la existencia de un ser vivo.

Cuando los niños estudian el proceso reproductivo de las aves para ellos es importante reconocer que dicho proceso tiene una continuidad y que depende de la duración de la vida de cada individuo. Vincular la idea de “ciclo de vida” es también interiorizar la idea de la finitud de los organismos, el comienzo y el fin, el nacimiento, envejecimiento y la muerte de los seres vivos que es algo natural. Es llamativo como en los dibujos mostrados sobre ciclo de vida, se integran también la cópula, la fecundación y la formación

del huevo como partes del proceso que también integran ese ciclo de vida. La manera de dibujar en forma de círculo con unas flechas indica también el reconocimiento de una secuencia o unidireccionalidad del ciclo, una duración y una historicidad, ya que es un proceso que se repite y se repite constantemente.

En cuanto al crecimiento, cuando se habla de formación del polluelo dentro del huevo los estudiantes tienen en cuenta características propias del crecimiento, entre ellas la división celular, la diferenciación y la duración. En sus relatos explican que hay grupos de células que tienen determinadas funciones en la formación del polluelo, de la misma manera exponen en sus diagramas una transformación gradual del contenido inicial del huevo, la clara y la yema “cambian” para convertirse en polluelo y su fuente de alimentación., esto además está mediado por un tiempo prudente necesario en el que ocurren todos estos cambios hasta que se da finalmente el nacimiento del polluelo. Otra alusión al tiempo es el que tarda la hembra para poner sus huevos: uno cada 24 horas, o uno cada día. Es así como el crecimiento constituye una propiedad de los seres vivos, que contempla una secuencialidad, diferenciación, cambios y duración que determinan el ciclo de vida de un organismo.

Una característica particular de los seres vivos es su historicidad, a ésta hay un acercamiento en el relato de los niños en los que se puede observar que la “especie” se mantiene o persiste gracias a su capacidad de reproducirse. A pesar de que se reconoce un ciclo de vida en donde las aves nacen y mueren después de un periodo de tiempo, se reconoce también que cuándo éstas se reproducen tienen una descendencia que ocupa el lugar de sus padres, adicional a esto contemplan también la capacidad de “heredar” características a la descendencia como son los rasgos físicos que en un momento fueron determinantes para la selección de la pareja por parte de la hembra, la magnitud del tiempo aquí es mucho más extensa, ya no en términos de la duración de la vida de un solo organismo, sino de la población.

Tabla 9. DESDE LAS RELACIONES

INTERESPECÍFICAS (DEPREDACIÓN)	
<p><i>“Muchas aves usan su plumaje para camuflarse y poder evitar a los depredadores”.</i></p> <p><i>“En el caso de los periquitos sus enemigos naturales son el lagarto balano y varias aves de presa (mucho más grandes) como el halcón”.</i></p>	
CON LOS SERES HUMANOS	
	<p><i>“Los humanos capturan las aves por sus colores y por ser exóticas, es decir que las domestican”.</i></p> <p><i>“Los pericos se alimentan de los cultivos de los humanos y estos los ahuyentan, o los adoptan y les dan comida. El ser humano destruye su hábitat”.</i></p>

El tipo de relaciones que los individuos establecen con otros pueden ser de varios tipos, las interespecíficas son las que se establecen con individuos de la misma especie, en estas secciones se aluden las relaciones de crianza y cuidado de los polluelos en el caso de la hembra y el macho quienes proporcionan alimento y protección como tarea en común de los padres de las crías. Por otra parte en las relaciones Interespecíficas, en las que se contemplan relaciones con individuos de diferente especie, se observan dos particulares, una referida a los depredadores, en los que se mencionan están los reptiles y aves rapaces, sin embargo se habla del plumaje como estrategia de protección contra los depredadores ya que les sirve para camuflarse. Otra relación importante es la que se refiere a los seres humanos quienes vulneran el hábitat natural de los pericos, o los privan de su libertad para comercializarlos como mascotas. Esta mirada contempla la realidad a la que se exponen muchos seres vivos que por ser llamativos para el hombre están en peligro o amenazados. Posiblemente este testimonio recoge las experiencias con las que puede familiarizarse el estudiante ya sea porque él o

alguna persona cercana a él tiene como mascota un animal silvestre o porque ha visto en las noticias este tipo de eventos, a partir de ello puede hacer una reflexión de los efectos positivos o negativos en la especie.

ALGUNOS RECURSOS UTILIZADOS EN LAS FORMAS DE EXPLICAR

Tabla 10. DESDE LA COMPARACIÓN

COMPARACIÓN CON ACCIONES HUMANAS	COMPARACIÓN CON EL EMBARAZO EN LOS HUMANOS	EN LA DESCRIPCIÓN DEL HUEVO:
<p>(En el cortejo) <i>“La hembra mientras tanto solo está de espectadora y en verdad es bastante estricta con su decisión”.</i></p> <p><i>“Para que el macho pueda aparearse con la hembra primero debe ganársela – conquistarla para que luego ella acepte, después de ganársela la conquistaba dándole como picos en el pico de la hembra”.</i></p>	<p><i>“La yema es el organismo que se forma dentro del huevo y la clara protege al polluelo o el organismo que se forma, en mi opinión estos conceptos se pueden comparar a un caso humano, siendo la yema el feto y la clara el líquido amniótico”.</i></p>	<p><i>“La yema tiene una membrana pegada a la cáscara con textura similar a la del papel, alrededor de la sustancia naranja o amarillaverdosa hay una clase de cuerda de color blanca-transparente y su textura es suave y escurridiza”.</i></p>

En los recursos que los niños utilizan para explicar en sus relatos está la comparación. Cuando se compara se hace el seguimiento a unos criterios, con ellos se busca diferenciar y lo que es más complejo determinar lo que permanece (invariancias), lo que determina la constitución de las clases (grupos), a través de sus características, inicialmente propiedades en algunos casos sustancias o caracteres en los seres vivos. La comparación les ayuda a hacer más claro o más precisa la comprensión de las ideas que quieren expresar. Como principal ejemplo de esto está la comparación con las acciones humanas, en las que sobresale la antropomorfización de ciertos comportamientos de las aves, entre ellos el cortejo. Dicha antropomorfización sugiere para ellos un gran parecido a lo que ocurre en el cortejo entre humanos y la relación directa de estos comportamientos con su experiencia inmediata como sus padres, sus amigos,

películas y series en donde es común observar el romanticismo como una táctica para conseguir pareja, en realidad tales comportamientos son muy similares si se trasladan al cortejo en las aves: los colores llamativos, danzas, movimientos, regalos, habilidades en la construcción de nidos, comida, luchas que son ofrecidas a la hembra para llamar su atención y ser potencialmente seleccionado para el apareamiento no son tan diferentes si se consideran que muchos de estas conductas se observan en los hombres o mujeres con fines (al igual que en las aves) de relación, sexuales o reproductivos. Otra comparación con los humanos es como puede darse el desarrollo del polluelo dentro del huevo, en donde directamente se compara con el embarazo al contrastar las partes del huevo con el líquido amniótico y el feto, sin embargo para el niño no hay diferencia entre la naturaleza de las estructuras constitutivas del huevo y el proceso de desarrollo embriológico con la gestación de un bebé en el cuerpo de la madre, más cuando las funciones que cumple el líquido amniótico no es la de proveer nutrientes como es el caso de la clara en el huevo.

Tabla 11. DESDE LA DESCRIPCIÓN

ELABORACIÓN DE TABLA DE DATOS DESCRIBIENDO CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS DE GALLINA Y DE CODORNÍZ	DESCRIPCIÓN (EN RELATO) DEL HUEVO DE GALLINA																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CARACTERÍSTICA</th> <th>GALLINA</th> <th>CODORNÍZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FORMA</td> <td>ovoide</td> <td>ovoide</td> </tr> <tr> <td>TAMAÑO</td> <td>altura: 6 cm anchura: 4,5 cm circunferencia: 15 cm</td> <td>altura: 3 cm anchura: 2,5 cm circunferencia: 8,5 cm</td> </tr> <tr> <td>PESO</td> <td>65,2 gr</td> <td>43,2 gr</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td>220 - 150 = 70 ml</td> <td>220 - 210 = 10 ml</td> </tr> <tr> <td>COLORES</td> <td>"piel anaranjado oscuro"</td> <td>"amarillento con manchas café"</td> </tr> <tr> <td>TEXTURA</td> <td>LISA</td> <td>LISA</td> </tr> <tr> <td>DUREZA</td> <td>un poco duro</td> <td>menos duro que el de gallina</td> </tr> <tr> <td>CASCARA</td> <td>LISA y frágil</td> <td>LISA y frágil</td> </tr> <tr> <td>OLORES</td> <td>Humedad</td> <td>Humedad</td> </tr> <tr> <td>SABOR</td> <td>agua con sal</td> <td>Acidito</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para yo poder haber hecho esta tabla hice: * para hallar la forma, observe ambos huevos y vi que eran ovoide * para hallar el tamaño, me ayude con una compañera midiendo su altura, ancho y circunferencia con una regla * Para hallar el peso la puse en una balanza, y pesó el envase con el del huevo. * Para hallar el volumen, la puse en un envase con</p> 	CARACTERÍSTICA	GALLINA	CODORNÍZ	FORMA	ovoide	ovoide	TAMAÑO	altura: 6 cm anchura: 4,5 cm circunferencia: 15 cm	altura: 3 cm anchura: 2,5 cm circunferencia: 8,5 cm	PESO	65,2 gr	43,2 gr	VOLUMEN	220 - 150 = 70 ml	220 - 210 = 10 ml	COLORES	"piel anaranjado oscuro"	"amarillento con manchas café"	TEXTURA	LISA	LISA	DUREZA	un poco duro	menos duro que el de gallina	CASCARA	LISA y frágil	LISA y frágil	OLORES	Humedad	Humedad	SABOR	agua con sal	Acidito	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Huevo de Gallina</th> <th>Huevo de Codorniz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. Membrana 2. Cascara 3. Yema 4. Clara</td> <td>1. Clara 2. Yema 3. Membrana 4. Cascara</td> </tr> </tbody> </table> <p>“La cáscara del huevo de gallina tiene un color piel e internamente un color blanco, tiene una textura carrasposa en el exterior de la cáscara y en el interior una textura suave. En el contenido del huevo se observa un círculo de color naranja rodeado por un círculo blanco-transparento, es un líquido espeso y pegajoso y lo mismo el líquido naranja, tiene una membrana pegada a la cáscara con textura similar a la del papel. Sus medidas son 6cm X 4,5cm, pesa 65,7g y tiene un volumen de 70ml”.</p>	Huevo de Gallina	Huevo de Codorniz			1. Membrana 2. Cascara 3. Yema 4. Clara	1. Clara 2. Yema 3. Membrana 4. Cascara
CARACTERÍSTICA	GALLINA	CODORNÍZ																																						
FORMA	ovoide	ovoide																																						
TAMAÑO	altura: 6 cm anchura: 4,5 cm circunferencia: 15 cm	altura: 3 cm anchura: 2,5 cm circunferencia: 8,5 cm																																						
PESO	65,2 gr	43,2 gr																																						
VOLUMEN	220 - 150 = 70 ml	220 - 210 = 10 ml																																						
COLORES	"piel anaranjado oscuro"	"amarillento con manchas café"																																						
TEXTURA	LISA	LISA																																						
DUREZA	un poco duro	menos duro que el de gallina																																						
CASCARA	LISA y frágil	LISA y frágil																																						
OLORES	Humedad	Humedad																																						
SABOR	agua con sal	Acidito																																						
Huevo de Gallina	Huevo de Codorniz																																							
																																								
1. Membrana 2. Cascara 3. Yema 4. Clara	1. Clara 2. Yema 3. Membrana 4. Cascara																																							
	<p>DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – SECUENCIAS</p> <p>Formación del huevo: “La gallina descubrió que su papel era muy importante y que debería ser reconocido, descubrió que el huevo se formaba en el útero, y que luego viajaba por el oviducto, la primera fase es el magnum donde se forma la clara, en el mismo hay formación de sustancias, en la parte más grande del útero se forma la cáscara. Al final descubrió que todo eso se llevaba en un día”.</p>																																							

Cuando se realizó la observación de los huevos de gallina y de codorniz los estudiantes realizaron una tabla de datos para describir con detalle diferentes características de cada huevo, en el que se tuvo en cuenta no solo la apariencia sino otras cualidades como el peso, el volumen, las medidas, la textura, y abrirlo para comparar cómo eran internamente. La experiencia de observación de los huevos sirvió para que ellos integraran dichas observaciones en la escritura de sus relatos y se preguntaran por la naturaleza de las partes del huevo y las funciones en la formación del polluelo, algunos estudiantes adicionaron a sus bitácoras las consultas realizadas al respecto. El uso de la descripción aporta en las ciencias experimentales a la definición de los caracteres utilizado para definir un fenómeno, situación u objeto de estudio, en este caso centrar la mirada en las particularidades de un proceso o una estructura ayuda a delimitar parámetros a tener en cuenta en la comprensión de la reproducción como un proceso complejo. El uso de la descripción es importante en la escritura y la construcción textual que se propicia cuando el estudiante comprende, enriquece su experiencia, puede construir nuevos discursos que comparte y contrasta con los de los compañeros.

Tabla 12. DESDE LA PROPOSICIÓN DE HIPÓTESIS

SOBRE LAS FUNCIONES DE LAS PARTES DEL HUEVO	SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ESPERMATOZOIDE Y LA FECUNDACIÓN	SOBRE EL DESARROLLO DEL POLLUELO
<p><i>“Pienso que en la parte de color naranja o amarilla verdosa (refiriéndose a la yema) se desarrolla el embrión el cual se nutre a través de esas extrañas cuerdas de la sustancia blanca transparente”.</i></p>	<p><i>“Yo digo que los espermatozoides deben moverse hasta los huevos para poder entrar en ellos y producir la vida”.</i></p> <p><i>“Yo creo que los espermatozoides viajan dentro de la parte reproductiva de la gallina para poder llegar al vientre donde se encuentran los huevos y poder realizar el proceso de fecundación”.</i></p>	<p><i>“Los huevos necesitan calor para nacer ya que sin esto no nacen, y como los que venden hace tiempo no reciben calor, entonces ya no van a nacer a falta de calor”.</i></p>

En las experiencias relatadas por los estudiantes en sus bitácoras se pueden apreciar puntos de vista o la posición personal frente a los procesos que se observan en la reproducción en aves, es así como sirviéndose de las actividades realizadas, de las preguntas que surgen en clase y de las discusiones que se comparten con sus compañeritos, se asumen riesgos en presentar ciertas hipótesis que puede ayudarles a explicar lo que acontece. En el primer testimonio, luego de realizar las tablas de datos de los huevos de gallina y de codorniz, la experiencia le lleva al estudiante a preguntarse sobre las partes internas del huevo, y supone que en una de ellas es dónde se forma el huevo (yema) y que éste debe nutrirse a través de las “extrañas cuerdas” (chalazas) tal vez porque este puede asemejarse a un cordón umbilical.

La segunda y tercera hipótesis aquí mostrada está referida a la posible estructura del espermatozoide, en la que debe de tener una propiedad o parte que le permita “moverse” y “viajar”, y de esta manera poder explicar cómo es que el espermatozoide puede trasladarse desde el cuerpo del macho hasta el cuerpo de la hembra, y llegar hasta los huevos a fecundarlos.

Un tercer ejemplo pone de manifiesto que el calor es concluyente en la incubación de los huevos, factor sin el cual es imposible que se desarrolle el polluelo, y para ello se apoya en algo que ha observado y le sirve como evidencia para darle mayor validez a su hipótesis, y es el hecho de que los huevos que venden al no recibir calor no están en capacidad de formar ya un polluelo.

Tabla 13. NUEVOS APRENDIZAJES Y COMPROMISOS

			
<p><i>“Con estas actividades mejoré la imaginación, la capacidad de responder algo sin saber la verdad y predecirlo, aprendí a observar mejor y poner más atención a las cosas”.</i></p> <p><i>“Lo que más me gustó fue la disección de la gallina porque aprendí como es una gallina por dentro, dónde se forman los huevos y por dónde pasan”.</i></p> <p><i>“Lo que más me gustó de las actividades fue aprender cosas de las cuales nunca me había preguntado”.</i></p>		<p><i>“Descubrimos que la gallina tenía un único orificio llamado la cloaca que tiene tres túneles más, uno para la orina, otro para la materia fecal y otro para la reproducción”.</i></p> <p><i>“Me gustó mucho cuando la profe trajo las codornices, porque son animales que nunca había visto”.</i></p> <p><i>“Los loros deben ser cuidados, y para que no estén en peligro de extinción hay que proteger y cuidar su medio ambiente”.</i></p>	

Entre los aspectos que son gratificantes resaltar están las emociones que surgen de las actividades de la propuesta de aula, como la satisfacción por aprender, la capacidad de predecir, de observar con detalle, de imaginar, de preguntarse por situaciones de la naturaleza que aparentemente son evidentes y sin embargo al mirarlas con minuciosidad se nos muestran desconocidas e interesantes, el aprovechamiento de actividades nuevas en el aula que ponen en contacto directo las inquietudes y los seres estudiados por el asombro y la curiosidad que generan, son oportunidades para explorar, participar y descubrir nuevos saberes, construir ideas propias en la medida que se interactúa con lo que se estudia y con los demás. El estudio de las aves en un nivel más cercano sitúa al estudiante en un contexto en el que se involucra con la forma de vida de éstas y reconoce que es responsabilidad del ser humano velar por el

bienestar y la protección de aquellas especies que se encuentran en peligro. Estas actitudes dejan ver los compromisos que adquieren los estudiantes al mirar la vida con respeto y cuidado

CONCLUSIONES

El diseño e implementación de una propuesta de aula enfocada al estudio de la reproducción en aves constituye para el estudiante y para el maestro una poderosa herramienta investigativa de profundización y sobre todo en cuestiones de orden epistemológico y disciplinar no solo en las aves, sino a los seres vivos en general, ya que la misma complejidad del proceso reproductivo permite contemplar diversos aspectos de la vida de las aves que pueden comprenderse mejor en la medida en que se establecen comparaciones y referentes con respecto a la organización de otros seres vivientes.

La reproducción se presenta como un entramado de procesos, secuencias, estructuras, ciclos y comportamientos que pueden ser interesantes para el estudiante y genera comprensiones en torno a las condiciones necesarias previas a la concepción de un ser vivo. En el caso de las aves, el establecimiento de diferencias entre los sexos (dimorfismo sexual) no se queda en lo superficial, al contrario, las características físicas, comportamentales y anatómicas aparentemente comparten un objetivo común biológico y es el de reproducirse. Cuando se observan con detenimiento las diferencias que se presentan entre hembras y machos, los niños aprecian que el plumaje, el tamaño, y el pico, entre otras, son diversas en la mayoría de las aves y que cumplen un rol importante en el cortejo, ya que la selección de pareja depende en gran medida en cómo el macho puede exhibirse y llamar la atención de las hembras para ser seleccionados como pareja sexual. Las relaciones que se establecen entre machos y hembras en las aves, vinculan una complejidad de comportamientos y características físicas que resultan ser determinantes para la cópula.

Enfrentar a los estudiantes con este tipo de situaciones los impulsa a pensar las conexiones que deben darse en cuanto a los mecanismos y las estructuras anatómicas según las cuales se conciba un organismo. Esto genera pensar al ser vivo con una organización, y unas estructuras especializadas en el proceso de reproducción, estas estructuras para los estudiantes cumplen con unas disposiciones, relaciones entre ellas y un papel específico al momento de favorecer la fecundación. El estudio de la reproducción permite la comprensión de las aves desde su

comportamiento, su dimorfismo sexual, organización, estructuras, funciones, mecanismos, y condiciones necesarias para reproducirse. Contempla además otros ámbitos diferentes al reproductivo pero con los cuales hay nexos que no pueden desligarse, como son la clasificación, el ciclo de vida, el crecimiento, la alimentación, las relaciones entre la misma especie y con especies diferentes, la historicidad, dan cuenta de que los organismos son entidades dinámicas y complejas que interactúan con el medio y con los demás seres vivos y sus historias de vida son una lucha constante por sobrevivir. Contemplar estos diversos aspectos de los seres vivos permite un enriquecimiento de las explicaciones y en la aproximación a la reproducción como problema de conocimiento que puede abordarse según unos criterios y focos de interés.

Pese a que se presentaron dificultades que impidieron la realización de una salida y prácticas de laboratorio con la intención de observar células sexuales y posiblemente inseminación artificial, se pudo lograr un acercamiento a la fecundación desde los relatos de los niños en donde muchas veces vincularon a sus explicaciones la existencia de células germinales parecidas a las humanas (óvulo y espermatozoide) ya que era su fuente primaria de conocimiento. En estas suposiciones se dotó de movilidad al espermatozoide como mecanismo que explicara su viaje hasta el oviducto en la hembra y posibilitara una fusión en donde características hereditarias son aportadas en este proceso por la madre y el padre. En estas elaboraciones se resaltan las formas de trabajo en las simulaciones, la observación de campo, el contacto directo con aves como elementos que hicieron posible el enriquecimiento de la experiencia de los estudiantes

En los trabajos realizados por los niños en sus bitácoras como fueron los relatos de clase, dibujos, historias, y por otra parte en los trabajos grupales en la elaboración y socialización de carteleras fue posible evidenciar cómo entre los instrumentos utilizados en las explicaciones estaban la comparación principalmente con comportamientos o características reproductivas humanas, sirviendo estos como referentes que ayudan a dar claridad, contundencia o simplemente facilitan la comprensión de las ideas que se exponen. Este tipo de comparaciones o incluso antropomorfización de las aves nos permite interpretar que parte importante de las fuentes de conocimiento primarias en los niños son sus propias experiencias, más aún por la etapa de adolescencia que atraviesan, la reproducción se muestra como situación familiar que suscita su interés y curiosidad en la medida que les ayuda a comprender los cambios físicos por

los que están pasando y les permite reconocerse también no solo como sujetos que estudian a otros sino que son también objeto de estudio, sin embargo las actividades no se centran en la reproducción humana sino en aves para tener otros referentes importantes diferentes al hombre .

Otros procesos utilizados por los niños en sus explicaciones son la descripción y la proposición de hipótesis. La descripción sugiere por parte del niño la inclusión de nuevos términos a su discurso, términos que en la medida en que son utilizados en los relatos y las discusiones de clase son interiorizados y dotados de sentido en las explicaciones, que permite el enriquecimiento de un vocabulario especializado que dan cuenta de la reproducción. Por otra parte la proposición de supuestos en los relatos puede darse de forma natural adquiriendo el valor de hipótesis a la hora de explicar, un pensamiento propositivo y una capacidad de establecer condiciones o de predecir acontecimientos relativos a la reproducción en aves, valorándose la iniciativa de los estudiantes por aventurarse a dar posibles explicaciones que nacen de su imaginación o de la relación de diferentes observaciones y abstracciones a las que se llegan en las actividades de la propuesta de aula, vinculando las actividades prácticas, las discusiones con otros, la información suministrada intencionadamente por la docente y las consultas autónomas que realizaban los estudiantes.

La lectura y análisis de los testimonios de los estudiantes en sus bitácoras permite reconocer una construcción colectiva de conocimiento muy significativa no solo en torno a las elaboraciones que se hacen sobre la reproducción sino de otras particularidades propias de los seres vivos, y además de los compromisos y actitudes que se tejen a lo largo de las experiencias constituyendo una historicidad del conocimiento en el aula. Éstas son plasmadas espontáneamente en sus escritos y llaman la atención de cómo el estudio riguroso de diferentes procesos o situaciones de la naturaleza contribuyen a la formación de personas responsables y preocupadas por su entorno y que además valoran su proceso de aprendizaje de las ciencias. Se perciben en los escritos las emociones que surgen de las actividades de la propuesta de aula, la satisfacción por aprender, de imaginar, y de preguntarse por aquello que en principio parecía indiferente. Los niños se ubican en un contexto social que es testigo de problemáticas ecológicas relacionadas con el tráfico de especies y pérdida de hábitat que lo motivan a preocuparse por dichas problemáticas y le suscitan compromisos en su actuar como sujeto perteneciente a esta sociedad.

Por otra parte el diseño, implementación y sistematización de una propuesta de aula exige al maestro una preparación continua de sus saberes y una transformación de sus prácticas en la medida en que se reconoce como posibilitador de espacios de construcción de conocimiento en su aula, en la cual es capaz de identificar las potencialidades que surgen en las relaciones que se dan entre los actores (estudiantes y maestro), y a su vez es experiencia de aprendizaje para él mismo.

A través de la sistematización de las experiencias el docente puede interpretar críticamente los pros y los contras de su proceder en el aula, generando una reestructuración de lo que él cree importante debe ofrecerse en la enseñanza de las ciencias, para dinamizar sus prácticas pedagógicas que adquieren un sentido renovado y atienden a unas necesidades propias de los estudiantes como son el contexto en el que están inmersos, sus rangos de edad y las problemáticas a las cuales se enfrentan. Hacer esta lectura permanente del clima escolar facilita la puesta en marcha de actividades acordes a la población escolar y que vayan en sintonía con los objetivos que el maestro se plantea como aquellos que le dan un carácter de valor a su profesión.

El papel que asume el docente en la enseñanza de las ciencias debe estar mediado por el aporte de sus prácticas en la construcción de conocimiento y actitudes científicas en sus estudiantes, y en segundo lugar la capacidad de autoevaluarse y constituirse como intelectual de la educación, cómo docente que es capaz de investigar en el campo de la educación, que tiene el poder y la facultad de intervenir con propiedad en las problemáticas que surgen en el aula, por su conocimiento íntimo del acontecer con referencia a los modos de actuar y pensar de sus estudiantes, además la posibilidad de proponer estrategias que mejoren la enseñanza en un contexto social en donde además el maestro es un sujeto activo con unas ideologías e intereses personales que trascienden su práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcá, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Ayala, M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*. 17 (1) 19 – 37.
- Bustingorry, S., Sánchez, I., & Ibáñez, F. (2006). Investigación Cualitativa en Educación. Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios Pedagógicos*, 32 (1). 119 – 133.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula, los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós Ibérica.
- Colegio Agustiniense Ciudad Salitre. (2014) *Reglamento o Manual de Convivencia*. Bogotá: Diseños Iris.
- García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Giordan, A., Host, V., Tesi, D. & Gagliardi, R. (1988). *Conceptos de Biología. Tomo II*. Madrid, España: Editorial Labor.
- Giordan, A. D. (1995). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada editora S.L.
- Giroux, H. (2001) Los profesores como intelectuales transformativos. *Docencia*. Volumen (15) pp 60 - 66
- Ilse J., Lothar R., & Senglaub, K. (1989). *Historia de la biología, Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona, España: Editorial Labor S.A.
- Imbernón, F. (2012). La investigación sobre y con el profesorado. La repercusión en la formación del profesorado. ¿Cómo se investiga? *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 14 (2). 1-9.
- Jacob, F. (1984). *La lógica de lo viviente*. Barcelona, España: Salvat.
- Jara, O. (2013). Orientaciones teórico-prácticas para la sistematización de experiencias. *Biblioteca electrónica sobre sistematización de experiencias*. Recuperado de

- http://www.bibliotecavirtual.info/wp-content/uploads/2013/08/Orientaciones_teorico-practicas_para_sistematizar_experiencias.pdf
- Maturana, H. & Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (2004). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales. Formar en Ciencias ¡El desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (2004, junio-julio). Cómo formar científicos sociales y naturales. *Al tablero*. Recuperado de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87437.html>
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_5.pdf
- Plan Nacional Decenal de Educación PNDE. (2006 – 2016) *¿Qué es el plan nacional decenal de educación 2006 – 2016?* Recuperado de http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-166057_resumen.pdf
- Porlán, R. (1987). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la escuela* (1). Recuperado de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/1/R1_9.pdf
- Real Academia de la Lengua Española. (2015). *RAE*. Madrid. Recuperado de <http://www.rae.es/>
- Segura, D. (2000). *¿Es posible pensar otra escuela?* Bogotá, Colombia: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D. (2000). *Constructivismo ¿Construir qué?* Bogotá, Colombia: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D., Molina, A., Pedreros, R., Arcos, F., Velasco, A., Hernández G. & Leuro, R. (2000). *Vivencias de conocimiento y cambio cultural*. Bogotá, Colombia: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D., Molina, A., (1991). Las ciencias naturales en la escuela. *Investigación en la escuela* (14). Recuperado de http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/14/R14_2.pdf

- Torres, A. (1998). La sistematización de experiencias educativas: reflexiones sobre una práctica reciente. *Ponencia presentada al Tercer Congreso Iberoamericano y Caribeño de agentes de Desarrollo Sociocultural y Comunitario*. La Habana, Cuba.
- Valencia, S., Méndez, O. & Jiménez, G. (2014) La respiración: De soplo vital a problema de conocimiento. *Módulo I: La comprensión de lo vivo*. Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales: Universidad Pedagógica Nacional.
- Valencia, S., Méndez, O. & Jiménez, G. (2008) ¿Enseñanza de las ciencias por disciplinas o interdisciplinariedad en la escuela? *TEA Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Volumen (23) pp 78 - 88
- Valencia, S., Méndez, O., Orozco, J., Jiménez, G., y Garzón, P. (2003) Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *TEA Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*. Volumen (14) pp 109-120.