

*Bio -grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza.*

*Edición Extra-Ordinaria.*

*Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.*

## **ESTRUCTURA SUSTANTIVA Y SINTÁCTICA DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO**

## **SUBSTANTIVE AND SYNTACTIC STRUCTURE OF BIOLOGICAL KNOWLEDGE**

**POR:** IRMA CATHERINE BERNAL CASTRO<sup>1</sup>  
ÉDGAR ORLAY VALBUENA USSA<sup>2</sup>

### **RESUMEN**

La siguiente ponencia hace parte de la investigación titulada: Referentes histórico-epistemológicos del Conocimiento Biológico de los formadores de formadores del Programa Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional,<sup>3</sup> desarrollada al interior de la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC) Universidad Pedagógica Nacional. Esta ponencia aborda uno de los componentes del Conocimiento Profesional: El Conocimiento de la materia a enseñar desde la propuesta de Schwab J. (estructura sintáctica y estructura sustantiva) aplicada al Conocimiento Biológico.

**PALABRAS CLAVE:** Estructura sustantiva, Estructura sintáctica, Conocimiento Biológico, Conocimiento Profesional del Profesor, Conocimiento de la materia a enseñar, Conocimiento del contenido para la enseñanza.

### **ABSTRACT**

This paper is part of the research entitled “ Historical and epistemological referents of biological knowledge of the future teachers’ professors of Education Biology Degree at National Pedagogical University, developed within the research line “Science teachers Professional knowledge” (CPPC). This paper tackles one of the components of Professional Knowledge: Knowledge of the subject to be taught from the Schwab J. proposal (substantive structure and syntactic structure) applied to biological knowledge.

<sup>1</sup> Licenciada en Biología -Becaria del programa Jóvenes investigadores de Colciencias [biocalilo@gmail.com](mailto:biocalilo@gmail.com)

<sup>2</sup> Profesor Departamento de Biología, Coordinador Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias.

<sup>3</sup> Convenio beca – pasantía, Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores “Vigilia Gutiérrez de Pineda” 2010-2011- Universidad Pedagógica Nacional. (En desarrollo actualmente).

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

**Keywords:** substantive structure, syntactic structure, biological knowledge, teacher's professional knowledge, knowledge of the subject to be taught, knowledge of the content for teaching.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los investigadores en educación se han acercado a los profesores para conocer cómo construyen sus conocimientos y saberes: cómo aprenden a enseñar, qué tipos de conocimiento desarrollan y adquieren los maestros. Estos interrogantes, junto a otros, han dado paso a investigaciones acerca del CPP. A partir de dichas investigaciones, se asume que el docente posee un conocimiento particular con un estatus epistemológico propio, es decir, un cuerpo de conocimientos de naturaleza, componentes y fuentes diversas, que ha sido construido históricamente, que proviene de la integración de los saberes basados en la experiencia, las rutinas y guiones de acción, así como de las teorías implícitas (Porlán y Rivero, 1998; Valbuena, 2007).

Se asume, que el CPP está constituido por cuatro grandes dominios: Conocimiento de la materia a enseñar, Conocimiento Pedagógico<sup>4</sup>, Conocimiento del Contexto, y Conocimiento Didáctico del Contenido (Shulman, 1986; Grossman, 1990; Magnusson, S.; Krajcik, J.; y Borko, H. 1999; Carlsen, 1991). El maestro no puede construir su Conocimiento Profesional basándose únicamente en lo teórico-académico o en lo experiencial, es necesaria la reflexión de aspectos ideológicos, epistemológicos y ontológicos que generen transformaciones del conocimiento a un nivel crítico-reflexivo y ético (Porlán y Rivero, 1998).

La presente ponencia abarca el conocimiento de la materia a enseñar, reconocido también como el Conocimiento Disciplinar<sup>5</sup>. Diferentes autores coinciden en que dicho componente es un elemento fundamental del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) (Shulman, 1986; Grossman, 1990; Porlán y Rivero, 1998; Carlsen, 1991, Magnusson, S.; Krajcik, J.; y Borko, H. 1999; Abell, 2007, entre otros). Pese a que no basta con saber la disciplina para poder enseñarla, si el docente posee claridad sobre la estructura

<sup>4</sup> En el ámbito iberoamericano (entre otros: Mellado, 1998; Marcelo, 1999; Valbuena, 2007, 2011): Conocimiento Didáctico del Contenido. En ese sentido, en la presente ponencia nos referimos al CDC y no al CPC

<sup>5</sup> Al interior de la línea de investigación de CPPC, consideramos que la nominación conocimiento disciplinar es inapropiada para referirse exclusivamente al componente conocimiento de la materia a enseñar (SMK), argumentado que conocimientos como el pedagógico y el didáctico también son conocimientos disciplinares. Si bien el concepto de disciplina, para el caso del profesional de la educación puede emplearse como el conocimiento de la ciencia a enseñar, e implicaría además la noción o conocimiento de "enseñar dicha ciencia".

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

sustantiva (organización de conceptos y principios básicos; marcos teóricos de la disciplina), la estructura sintáctica (forma de validación del conocimiento), los contenidos y las finalidades de la disciplina, cuenta a su favor con elementos para: organizar los objetivos y los contenidos de enseñanza, formular preguntas, resolver inquietudes, proponer actividades y evaluar los aprendizajes.

De otro lado, Zambrano (2002, 2004) plantea que conocer una disciplina significa saber acerca de su contenido y su funcionamiento, siendo uno de los criterios necesarios para una docencia de calidad. Específicamente el contenido de una disciplina se ha asociado generalmente con el conocimiento de sus resultados (conceptos, fórmulas, constantes) como consecuencia de la solución de problemas a través de procedimientos experimentales de acuerdo a una teoría, considerándolos como datos o hechos dados y aislados. No obstante, la formación en pedagogía y didáctica del maestro le permite establecer relaciones entre ellos, pues, para la enseñanza de la Biología no basta con saber la disciplina a enseñar.

Indudablemente la representación disciplinar que realiza el docente tiene un componente pedagógico pues la construcción de la visión de la materia la ha ido construyendo como estudiante de un ámbito científico a través de unas prácticas educativas concretas (Grossman, Wilson y Shulman, 2005). Posteriormente, desde su responsabilidad como docente, la representación disciplinar está asociada a la necesidad profesional de comprender la materia desde la necesidad de equiparse con el conocimiento básico para poder enseñarla con garantía. En este sentido, Shulman, 2005 ya estableció las tres fuentes del conocimiento base que debe poseer el profesor universitario para impartir con eficacia una materia: conocimiento del contenido disciplinar, conocimiento de la estructura sustantiva de la disciplina y conocimiento de la estructura sintáctica de la disciplina.

Específicamente, para el profesor de Biología, el conocimiento de la materia a enseñar corresponde al conocimiento biológico, que es un cuerpo de conocimiento que abarca no sólo el manejo de conceptos disciplinares, teorías o investigaciones, sino que implica conocer los referentes epistemológicos que han formalizado dicho conocimiento.

Habida cuenta de las propuestas que se realizan sobre la estructura del conocimiento de la materia a enseñar, en este escrito se asume la posición de Schwab J. (1973) por su relación directa con el conocimiento pedagógico. Él plantea que la falta de reflexión acerca de las características epistemológicas que poseen las disciplinas suele generar dificultades para su comprensión y enseñanza. El mismo Schwab propuso que toda disciplina posee estructuras

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

sustanciales y estructuras sintácticas, que serán explicadas a continuación (Abell, 2007).

**La estructura sustantiva** de una disciplina incluye los marcos exploratorios o paradigmas que son usados tanto para guiar la investigación en el campo como para dar sentido a los datos. Dichas estructuras se forma mediante los conceptos, teorías, y los principios básicos que organizan los hechos más específicos en la disciplina, en otras palabras, la estructura conceptual organizada de la disciplina. La estructura sustantiva nos orienta acerca de cuáles preguntas plantear en las indagaciones, qué datos buscar, hacia dónde dirigir los marcos investigativos de la disciplina (Pellón, A. M. et al/2010).

En concordancia, Shulman (1986) hace referencia a la variedad de formas como los conceptos y principios básicos son organizados para incorporar los hechos. Esta definición va más allá de los conceptos y principios del Conocimiento Biológico, e incluye el conocimiento de los marcos teóricos, las tendencias y la estructura interna de la disciplina en cuestión, incluyendo la construcción epistemológica de los conceptos a lo largo de la historia.

El conocimiento de la estructura sustantiva tiene una influencia directa sobre las decisiones curriculares. Dado el impacto potencial que el conocimiento de la estructura sustantiva de los profesores puede tener sobre su acción didáctica. Grossman, Wilson y Shulman (2005) plantean como relevante que los formadores de profesores requieren considerar formas para incorporar discusiones de la estructura sustantiva en los programas de formación del profesorado.

**La estructura sintáctica** da a conocer las formas en las que el nuevo conocimiento es introducido en una disciplina. Es la forma como sus expertos establecen la verdad y la validez, de los aspectos de la disciplina; en nuestro caso como los científicos justifican sus conclusiones, lo que cuenta con evidencia en un postulado y qué clases de inferencias son legítimas.

La estructura sintáctica, posibilita dilucidar descubrimientos y comprobaciones en una disciplina, establecer criterios para medir la calidad de los datos y aplicar determinados cánones para precisar las pruebas. En otras palabras, son los medios por los que el nuevo conocimiento es introducido y aceptado en la comunidad. Dicha estructura, consta de los instrumentos de indagación en una disciplina, los cánones de evidencia y las pruebas a través de las cuales el nuevo conocimiento es admitido en un campo y las demandas del conocimiento actual son consideradas menos justificadas.

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

La estructura sintáctica constituye la vía para pasar desde los datos brutos a conclusiones más elaboradas, por lo cual no deben ser consideradas como el método de la investigación, pues tienen un alcance más amplio que éste. El autor observa que las disciplinas no sólo implican procesos de prueba y verificación, sino también sintaxis de descubrimiento de nuevos eventos y relaciones que aumentan la comprensión y orientan hacia otras investigaciones y sintaxis a largo plazo, que permiten modificar sus estructuras a través de la indagación sistemática de sus incoherencias y conflictos.

Finalmente, es importante, por lo tanto, que el docente del nivel superior conozca qué tipo de organización subyace en determinado cuerpo de conocimientos, y que incluya este contenido en su programación didáctica. Enseñar que el conocimiento impartido puede ser incompleto, efímero, y que no es la verdad acabada porque está sujeto a permanentes pruebas de validez y confiabilidad, constituye una actitud coherente con el desarrollo de la ciencia que se pretende transmitir. Una falta de conocimiento sintáctico puede también limitar seriamente las habilidades de los futuros profesores para aprender nueva información en sus áreas, (Coicaud, 2003).

Esta estructura nos lleva a pensar ¿de qué manera quienes generan conocimientos en esta área incorporan las nuevas ideas y descartan las defectuosas? y a identificar ¿cuáles son las reglas y los procedimientos de la investigación?

Finalmente el tercer elemento que Grossman, Wilson y Shulman, (2005) plantea que hace parte del Conocimiento de la materia a enseñar es el Conocimiento del contenido para la enseñanza.

**El conocimiento del contenido para la enseñanza**, hace referencia a la "materia" de una disciplina: información objetiva, organización de principios y conceptos centrales. Este conocimiento del contenido no existe independientemente de las estructuras más profundas de una disciplina. Más bien, el contenido emerge a través de un proceso de análisis crítico que es guiado tanto por la estructura sustantiva como por la sintáctica de una disciplina. Las estructuras sustantivas son los paradigmas o marcos en una disciplina que guían el foco de indagación, dictando, en muchas formas, las cuestiones que los investigadores preguntan y las direcciones que proponen. Las estructuras sintácticas de una disciplina, por otra parte, constan de los instrumentos de indagación en una disciplina, los cánones de evidencia y las pruebas a través de las cuales el nuevo conocimiento es admitido en un campo y las demandas del conocimiento actual son consideradas menos justificadas.

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

La falta de conocimiento del contenido de los profesores puede también afectar el estilo de instrucción, en la enseñanza de la materia con el que se encuentran inseguros, los profesores pueden elegir hablar más que solicitar cuestiones de los estudiantes, que les llevarían a un terreno desconocido (Grossman, 1990). De igual forma, la falta de conocimiento del contenido puede afectar la forma como los profesores critican los libros de texto, cómo seleccionan el material para enseñar, cómo estructuran sus cursos y cómo conducen la instrucción.

La primera fuente del conocimiento base es el conocimiento de los contenidos: el saber, la comprensión, las habilidades y las disposiciones que deben adquirir los estudiantes. Este conocimiento se apoya en dos bases: la bibliografía y los estudios acumulados en cada una de las disciplinas, y el saber académico histórico y filosófico sobre la naturaleza del conocimiento en estos campos de estudio (Pellón, A. M. et al 2010).

En la figura, número 1 se resumen algunos de los aspectos más importantes de la estructura sintáctica y sustantiva de conocimiento de la materia a enseñar.

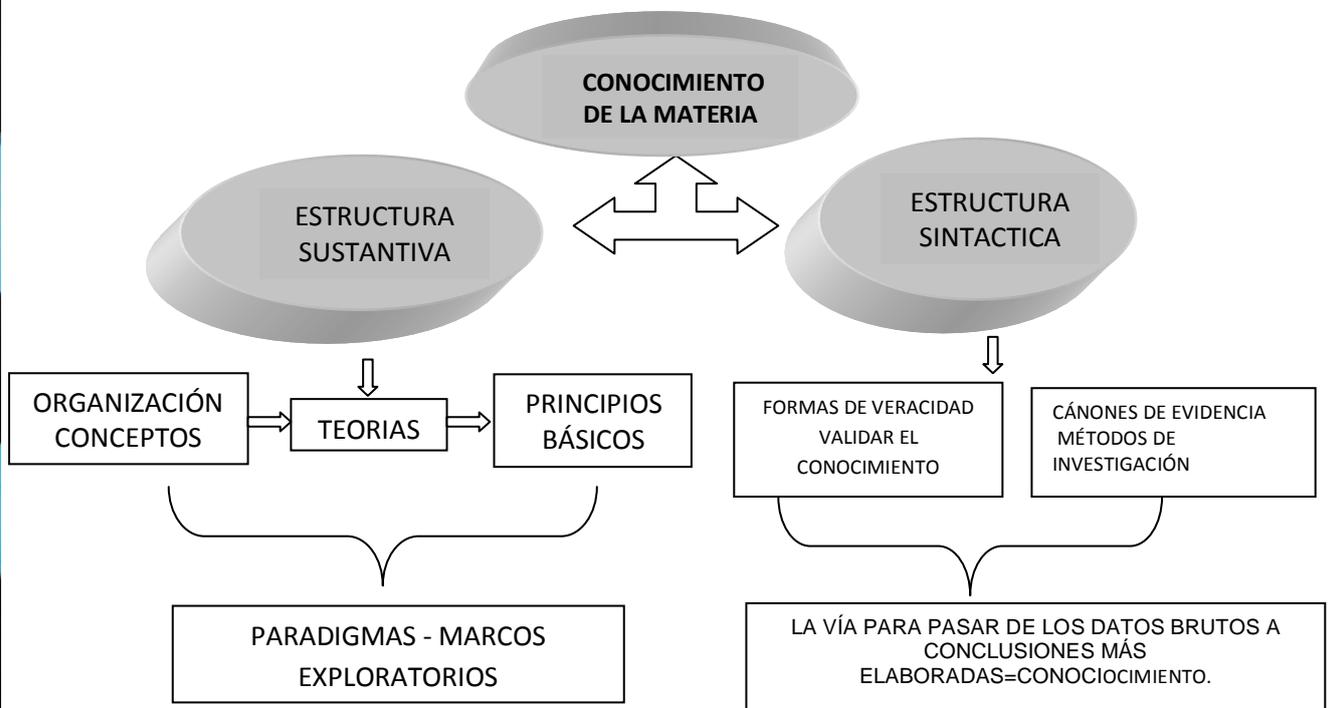


Figura Nº1. Elementos de la estructura sintáctica y sustantiva del conocimiento de la materia a enseñar.

Teniendo en cuenta los anteriores referentes, se organizaron algunos elementos propios de la estructura sintáctica y sustantiva de la materia en

*Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.*

enseñar, en el caso del profesor de Biología; lo que llamaremos el Conocimiento Biológico (C.B).

### **Estructura sustantiva del Conocimiento Biológico (C.B.)**

A continuación se presenta la discusión de algunos de los elementos que hacen parte de la estructura sustantiva del C.B.

En primera instancia es importante recordar que el conocimiento en Biología alude más a relaciones, y no puede reducirse a elementos de la Matemáticas. En la Biología priman las relaciones y no existen leyes naturales, pues se presentan varios aspectos únicos, como los fenómenos que estudia. Esto no quiere decir que en la Biología no se pueden constituir teorías, no obstante, estas se fundan básicamente en conceptos más que en leyes, además, dichas leyes no pueden ser tomadas a la manera de las leyes de la Física. Podría afirmarse que los desarrollos conceptuales son tan importantes y significativos en Biología como lo son las leyes y descubrimientos en las ciencias físicas.

En Biología la unidad discusiva corresponde al concepto, Según Mayr (1982), plantea que en las ciencias biológicas (y esto quizás más cierto para la Biología evolutiva) la mayoría de los principales aportes han sido realizados mediante la introducción de nuevos conceptos o el perfeccionamiento de los ya existentes. Estipulando que nuestra comprensión del mundo se logra de manera más efectiva mediante el mejoramiento conceptual que mediante el descubrimiento de hechos nuevos, aun cuando los dos no son mutuamente excluyentes.

Los conceptos en Biología son importantes para la formación de teorías. Hay dos factores que contribuyen en esta ciencia a una nueva teoría y son el descubrimiento de nuevos hechos (observaciones) y el desarrollo de nuevos conceptos, es así, que si se preguntara ¿Qué conceptos hacen parte de la Biología? se podría enmarcar en las tres grandes teorías de la Biología (Evolutiva, Celular, y Genética). Si se concluye que no existen leyes naturales en la Biología evolutiva, hay que preguntarse entonces en qué deben basarse las teorías biológicas. En la actualidad, el enfoque ampliamente aceptado es que las teorías de la Biología evolutiva se fundan en conceptos más que en leyes y esta rama de la ciencia posee abundantes conceptos sobre los cuales cimentar teorías (Mayr 2006).

De otro lado, las investigaciones de lo vivo (objeto de estudio del conocimiento biológico) se enmarca en paradigmas, o corrientes investigativas, que se han ido replanteando encontramos: vitalismo, reduccionismo y organicismo (Capra, 2003).

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

- Corriente vitalista: Surgió de la asimilación de lo vital a la realidad mental. Aristóteles veía en el alma el motor de la vida, al comienzo la explicación influida por la religión, de las diferencias entre lo vivo y lo inanimado era que los seres vivos poseían un alma o espíritu que dotaba de vida al organismo, posteriormente la cuestión intentó adoptar una terminología científica y se denominó *fuera vital* a la entidad responsable de la vida, por ende esta corriente de pensamiento recibe el nombre de Vitalismo.
- Corriente mecanicista: Filósofos como Tales y Anaximandro dieron explicaciones materiales, diciendo que la vida era intrínseca a la materia, no una entidad diferente. Entrado el siglo XVII, el materialismo representaba la idea de que la vida puede explicarse por las leyes de la Física y la Química adoptó una perspectiva mecanicista y Descartes llegó a afirmar que los seres vivos (excepto el hombre) funcionaban como máquinas, esta corriente de pensamiento derrocó en parte la idea vitalista, sin embargo no todo podía ser reducido a leyes físicas y químicas, esta explicación no resultaba satisfactoria y durante los siglos XVIII y XIX, los exponentes del vitalismo y el mecanismo compiten por definir la vida (Capra, 2003).
- Corriente reduccionista: tiende a descentrapomorfizar la Biología al tratar de reducirla a la física y a la química.
- Biología organicista, Entrado el siglo XX se “abandonó” el vitalismo, y se aceptó que los procesos vitales pueden ser explicados recurriendo a la Física y a la Química, no obstante en cada nivel aparecen características emergentes, lo que se asume como: “El todo es más que la suma de las partes” (Capra, 2003 y Mayr, 1998), es el modelo actual aceptado por las ciencias biológicas.

### **Estructura sintáctica Conocimiento Biológico (C.B.)**

Las primeras explicaciones racionales de cómo se ha producido el conocimiento se evidencian en los griegos; por ejemplo, la escuela de Hipócrates buscaba explicaciones a las enfermedades no desde la influencia divina sino que lo atribuían a causas naturales tales como el clima y la nutrición. Los filósofos griegos fueron primariamente racionalistas, creían que podrían resolver problemas mediante un razonamiento agudo involucrando lo que hoy se llama deducción. Algunos de los esquemas propuesto sobre el método científico, que han sido utilizados a lo largo de la historia, son; *Método Inductivo-Deductivo*, *Método a priori-deductivo*, *Método Hipotético-Deductivo*, esta organización fue propuesta por Pérez (1991,1998).

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

De igual forma, Mayr (1998) propone los siguientes aspectos metodológicos que le son específicos a la Biología:

**Narración histórica y fenómenos únicos,** Los seres vivos cambian continuamente, tanto a nivel individual como a lo largo de las generaciones. Muchas preguntas como por ejemplo, ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?, ¿Cómo se originaron los ojos del cefalópodo?, no se pueden responder a partir de las leyes universales, sino a través del método histórico, la razón de que las narraciones tengan valor explicativo es que los acontecimientos ocurridos en una secuencia histórica suelen influir causalmente en los acontecimientos posteriores. El objeto de este método es descubrir factores causales que contribuyan que ocurrieron más tarde en una histórica, empero no obedece ninguna ley, simplemente explica un caso único.

**Pluralismo causal,** Los seres vivos y las poblaciones son sistemas muy complejos y en sus interacciones es muy difícil identificar una causa única; Por ejemplo, ¿Por qué es muy alta determinada persona? Sin duda el genotipo es parte de la explicación, sin embargo se tienen en cuenta otros factores como alimentación y hasta modificaciones en el ambiente. Mayr propone que hay que tener en cuenta los que fenómenos biológicos tienen dos tipos de causas: funcionales y evolutivas. Lo que lleva a explicar el dimorfismo sexual, funcionalmente, como consecuencia de los cromosomas y de las hormonas o evolutivamente, (Jiménez, 2003).

**Azar y probabilidad,** En Biología muchos casos se pueden expresar como probabilidades, sobre todo en disciplinas como la Genética y la Ecología. Por ejemplo, en la descendencia de un cruce de híbridos para un par de álelos dominantes/recesivos habrá una probabilidad del 75% para el fenotipo dominante y 25% para el fenotipo recesivo (Jiménez, 2003).

Por último se estaca el *Experimento versus comparación*, La experimentación no se encuentra solamente restringida a las ciencias Físicas, sino que es uno de los métodos principales en Biología, la observación y la clasificación son sin duda más importantes en la Biología que en las ciencias físicas, sin embargo en algunas ramas de la Física como la Astronomía o la meteorología se utilizan estos métodos.

El método experimental ha sido asumido en la mayoría de los casos como el método de las ciencias. Ante esto, Mayr (1998) afirma que dicha noción no es cierta debido a que existen otros métodos que son estrictamente científicos y fundamentales en ciencias como la Biología evolutiva y la oceanografía. Por otro lado, la sola observación no es suficiente, se debe recordar que sólo hacia

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

finales del siglo XVIII dicho método fue empleado con rigurosidad. Generalmente se establecen diferencias entre el todo experimental y el comparativo, sin embargo en ambos los datos son recolectados y la observación juega un papel importante.

De otro lado, la estructura sintáctica nos lleva a pensar como los nuevos conocimientos son validados y asumidos en una disciplina. Vemos que las formas de validación del C.B, requiere de la intervención de una comunidad científica, pues el C.B no puede ser producido por cualquier persona, es decir, que esa producción requiere más que de iniciativa y curiosidad por parte de un individuo. Sólo aquellos individuos que tengan amplios conocimientos en el tema particular están idóneamente capacitados para producir Conocimiento Biológico. Esto implica que es necesario ser especialista en el área de estudio de la Biología, tener conocimientos profundos en torno a ella, pero con base académica, la producción de conocimiento resultante puede considerarse válida. Esta idea implica que la producción es de carácter individual pero que no cualquier persona está en capacidad de llevarla a cabo, de modo que se establecen unos requisitos básicos que ese individuo debe cumplir y que conoce porque está inmerso en el mundo de la ciencia y la Biología (Toledo, 2000).

En conclusión, la estructura sintáctica y sustantiva del Conocimiento Biológico no se ha trabajada a profundidad. Ya que, la formación de profesores se centra en la enseñanza de los contenidos, dejando de lado la discusión acerca de cómo se lleva a los conceptos y teorías de la disciplina y como se incluye y valida el nuevo conocimiento.

Es importante aclarar que tanto la estructura sintáctica como la sustantiva retoman elementos epistemológicos propios del desarrollo teórico de la disciplina en este caso de la Biología, dichos componentes no son independientes de aspectos epistemológicos e históricos de la ciencia.

En ese sentido, uno de los aspectos transversales en la práctica del profesor cuando enseña un saber particular está relacionado con la epistemología del mismo; es uno de los componentes que incide en la toma de decisiones del docente, tanto en la planificación como en las acciones que realiza a la hora de enseñar. Por ejemplo, los conceptos de las ciencias (estructura sustantiva) establecen relaciones determinadas en su proceso de fundación y consolidación las cuales son necesarias conocer para comprender su significado al interior de una disciplina, concluyendo *“que el punto central a considerar es, que la historia de las ciencias concebida epistemológicamente, tiene valor pedagógico y este hecho, que es lo que se investigará, es lo que*

*Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.*

*identifica la pedagogía de los conceptos en las ciencias naturales” (Zambrano, 2008).*

Es importante aclarar que un punto que no es abordado en esta ponencia son las estrategias cognitivas adecuadas para desarrollar la estructura sintáctica y sustantiva del conocimiento.

### **CONSIDERACIONES FINALES.**

La conceptualización sobre las estructuras sustantivas y sintácticas del C.B., han resultado de gran interés y utilidad en estudios de nuestro grupo de investigación, tendientes a la formulación de una hipótesis de progresión del C.B. y de instrumentos que han posibilitado la caracterización de dicho componente del conocimiento del profesor de Biología (Bernal, 2008; Sánchez, 2007; Gutiérrez, 2007; Valbuena 2007, 2011). Los resultados de las investigaciones recién citadas, coinciden en la necesidad de profundizar en el abordaje de los aspectos epistemológicos de la Biología en la formación de profesores.

Uno de los puntos que debe ser trabajado a profundidad, es la implicación y transformación curricular que genera el desarrollo adecuadamente del componente de la materia a enseñar (estructura sintáctica y sustantiva), teniendo presente los elementos epistemológicos que se derivan del componente disciplinar.

Caso concreto de la estructura sintáctica que ella al maestro a conocer los procesos históricos de las ciencias, elemento indispensable que el maestro debe conocer sobre su materia a enseñar; en este sentido, conocer los problemas que originaron la construcción de los conocimientos científicos, cómo llegaron a articularse en los cuerpos coherentes, cómo evolucionaron y cuáles fueron las dificultades. La historia de las ciencias se convierte en un vehículo para enseñar las principales corrientes de las ciencias, y analizar el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Además, la historia de las ciencias.

De otro lado, es necesario fomentar en los estudiantes discusiones en torno a las formas (metodologías) como se ha venido desarrollando el CB, dicho conocimiento no se puede transmitir de generación en generación porque ella no es el resultado de una acumulación de saberes en donde los logros de cada época son el escalón para nuevas formulaciones, sino el ejercicio de una racionalidad que encuentra su expresión en la confrontación de posiciones, conceptos y teorías, cuando el estudiante no reconoce los procesos de construcción de conocimiento posiblemente presente la actividad científica

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

como trabajo unas pocas personas alejadas de la realidad inmediata, hasta por hechos azarosos. Por ende es necesario que el profesor reconozca las características del trabajo científico, lo que generaría actitudes favorables hacia la ciencia y una cierta comprensión por sus métodos de construcción de conocimiento.

Finalmente, es importante reconocer el conocimiento de la materia, en este caso el C.B, se ha construido en el conjunto de actividades de investigación, esta construcción científica centra al investigador en los procesos dinámicos mediante los que se produjeron y se producen los Conocimientos Biológicos, y lleva a considerar las aportaciones sucesivas no como resultado de un proceso, por lo demás complejo, sino como actos de apropiación de la comunidad científica.

### BIBLIOGRAFÍA

- ABELL, S. (2007). *Research on science teacher knowledge*. In: Abell, S and Lederman, N. *Handbook of Research on Science Education*. New Your, London: Routledge pp. 1105-1149.
- BERNAL, C. (2007). *Estudio de las concepciones sobre el Conocimiento Biológico en docentes en formación en el sector rural*. Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Biología. Documento inédito. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- COICAUD, Silvia (2003) La organización del *currículum* escolar. algunos criterios de análisis. *Educación, Lenguaje y Sociedad* ISSN 1668-4753 Vol. I Nº 1 (Diciembre 2003): 49-66. 49
- JIMÉNEZ, M.P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Biología. En: JIMÉNEZ, M.P. (Coordinadora) *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial GRAÓ
- GROSSMAN, P WILSON, M Y SHULMAN, S. (2005) Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza del Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2 *Universidad de Granada, Granada España* (Publicación original: "Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching", en M.C. Reynolds (ed.): *Knowledge Base for the Beginning Teacher*. Pergamon Press, Oxford, 1989, 23-36. Traducción de Pedro de Vicente Rodríguez.)
- GUTIÉRREZ, A. (2007). *Indagación y análisis de referentes sobre el Conocimiento Disciplinar y su relación con el Conocimiento Profesional*

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

en docentes en formación inicial del proyecto curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Biología. Documento inédito. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; Y BORKO, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In: Gess-Newsome, J.; and Lederman, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 95-132
- MAYR, E. (1982). *The growth of Biological Thought*. The Belknap press of Hartad University, Cambridge. Debate. Madrid.
- MAYR, E. (1998). *Así es la Biología*. Madrid: Debate.
- MAYR, E. (2006). *Porqué es única la Biología*. Buenos Aires: Katz.
- PELLÓN, A. M.; MANSILLA, S. J. & SAN MARTÍN, C. D. 2010. Importancia de la sabiduría didáctica práctica como fuente de conocimiento base para la enseñanza de la anatomía. *Int. J. Morphol.*, 28(1):219-226, 2010.
- PÉREZ, T. (1991). *Ciencia ética y sociedad* México: El Colegio Nacional, 1991.
- PÉREZ, T. (1998) *Existe el método científico? : historia y realidad /México: Fondo de Cultura Económica.*
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- SCHWAB, J. (1973). Problemas, tópicos y puntos en discusión. En: Elam, S., *La educación y la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo.
- SÁNCHEZ, P. (2007). *Formulación de proposiciones para el estudio de las concepciones sobre el Conocimiento Biológico en el marco del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Biología. Documento inédito. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. P. p. 297- 310.

- SHULMAN, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14
- SHULMAN, L.S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2).
- <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>
- VALBUENA, E. (2007). El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid
- VALBUENA, E. (2011). *Hipótesis de progresión del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Parte I: referentes teóricos. Tecné Episteme y Didaxis*. Número Extra. pp 91-112
- ZAMBRANO, C, (2004) Tendencias, modelos, epistemología y enseñanza de las disciplinas en la formación de los educadores. Cali: Universidad del Valle.
- ZAMBRANO, C, (2008) El valor educativo de la historia y epistemología de las ciencias en la relación entre el conocimiento del maestro y el conocimiento del estudiante *V encuentro nacional de experiencias en enseñanza de la Biología y la educación ambiental* Universidad Pedagógica Nacional, universidad distrital, universidad del valle Cali : Universidad del Valle, 2004.