

# AULLA

## Urbana

REVISTA



Instituto para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico, IDEP, Bogotá, D.C., No. 36, Septiembre - Octubre de 2002. ISSN 0123-4242

¿La educación científica de los jóvenes en el tercer milenio debe ser diferente, para incluir más, que la propia ciencia básica?

Oliver Sacks, *El hombre que confunde los colores* - 1997

## Hacia dónde va la enseñanza de las ciencias

### Carácter explicativo y práctica social de la ciencia: consideraciones pedagógicas

Como resultado de haber trabajado en educación en Ciencias Naturales para Bogotá y evaluar la evolución de competencias básicas en esta área como elemento de un currículo de prácticas científicas en el Instituto Pedagógico de Bogotá, la conformación de un grupo de expertos en investigaciones de desarrollo científico respecto al tema y el desarrollo de diferentes relaciones, tales como la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica Nacional, Escuela Pedagógica Experimental (EPE), Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (NAC) México Colombia y el IDEP auspiciadas. También en un taller de reflexión, opiniones y debates llevado a cabo por el grupo, en presencia de importantes autoridades con consideraciones pedagógicas fundamentadas a manera de objetivos a la enseñanza de la ciencia. Finalmente las Ciencias en las más importantes revistas de desarrollo científico de la Demer-Carter.

La enseñanza de la Ciencia y la Tecnología han cobrado en el mundo una importancia cada vez mayor. Cabe tener en cuenta las iniciativas de producción científica y

Continúa en la pág. 37



Este artículo es un extracto de la revista científica de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., No. 36, Septiembre - Octubre de 2002.

### Lea en este número...

- 3 Un legado inabarcable
- 4 Tres los frutos de la investigación juvenil
- 6 La tableta como empresa y como medio de información
- 7 MRE: Entorno pedagógico
- 8 Aprender juntos
- 10 Construyendo el concepto de volumen
- 14 El III Congreso de Investigación e Innovación Pedagógica
- 16 Conferencias 2002
- 18 Las ciencias exactas ayudan a los estudiantes a aprender
- 18 ¿Cómo fortalecer la capacidad de los estudiantes para la solución de problemas?
- 20 Bogotá Ilustrada en Mapas
- 22 Calendario de talleres 2002

**Viene de la pág. 1**

tecnológica para los diferentes países es evidente la brecha que separa a quienes producen ciencia y tecnología de aquellos que no las producen; esa brecha es cada vez más grande. Estas circunstancias hacen que en nuestro país y concretamente en Bogotá se considere necesario el diseño de una política educativa en ciencias que reduzca estas distancias mediante la producción de conocimiento y sobre todo, que apoye la creación de condiciones óptimas para la toma de decisiones respecto a los complejos problemas del mundo de hoy. Entre ellos podemos citar el empobrecimiento de todos los habitantes del planeta, el deterioro de las condiciones de vida, las dificultades del ser humano para ser feliz y las formas de relación precarias y violentas a la hora de solucionar conflictos.

Aun cuando estas consideraciones obviamente no son de responsabilidad exclusiva de la escuela y tampoco del área de Ciencias Naturales, diferentes investigaciones han planteado que las clases de ciencias y de Matemáticas representan contextos esenciales e irremplazables para aprender ciencias. Desafortunadamente dichos estudios demuestran que las prácticas usuales de enseñanza / aprendizaje no son las más idóneas para lo anterior. Entre ellas podemos citar, la aplicación mecánica de fórmulas, la memorización de datos y de resultados, la desvinculación de las temáticas tratadas con respecto a la cotidianidad de los estudiantes, el desconocimiento del trabajo de grupo, el temor de los estudiantes para expresar su propio punto de vista además de diversas incongruencias entre los estilos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. Pero... ¿A qué concepción de la ciencia nos estamos refiriendo? Con toda la complejidad del debate filosófico acerca de los rasgos definitorios de la ciencia señalamos que son especialmente relevantes - tanto para los científicos, como para los escolares - el carácter explicativo y social de la misma.<sup>2</sup>

## La formación en el carácter explicativo de la ciencia

Las teorías científicas en disciplinas tan diversas como la Física, la Lingüística, la Psicología y la Biología intentan no solo proporcionar descripciones adecuadas de la realidad o de predecir la ocurrencia de fenómenos bajo condiciones específicas, sino también dar luces acerca de por qué las cosas son como son y no de otra manera. En el camino de la búsqueda de explicaciones nos encontramos, antes de llegar a ellas, con la identificación de regularidades y por ende, con la posibilidad de avanzar

en la elaboración de modelos descriptivos capaces de predecir las ocurrencias de los fenómenos y que, a su vez, nos permitan tomar decisiones. En estos modelos juegan un papel importante las diferentes formas de causalidad tanto de tipo lineal (causas → efecto) como circular (mecanismos autorregulados y homeostáticos). De igual manera son de importancia las correlaciones probabilísticas y estadísticas.

Con la finalidad de poder elaborar explicaciones el estudiante necesita, al menos, desarrollar dos capacidades básicas: La capacidad de conjugar la visión disciplinaria con la global u holística de la realidad y por otra parte, la de saber acceder y hacer significativa la información disponible. En cuanto a la primera, debe entenderse que en este caso se trata de una entidad muy compleja dominada por un mare magnum o por un sinfín de factores. La mirada disciplinaria es una abstracción que como tal, disocia los factores y al objetivar una porción de ellos los separa del contexto que le da significado. Cuando se enseña ciencias en la escuela, al igual que cuando se toman las grandes decisiones de tipo político, económico, ambiental, etc., la mirada holística debe sopesarse con el enfoque disciplinario; de esta forma, lo científico se enriquece con lo ético, lo estético con lo científico y la razón con la emoción.

En la sociedad contemporánea que multiplica exponencialmente la información, tan importante como saberla usar - el know how - es saber donde se encuentra disponible (know where) ya sea a través de la comunicación con personas, de la lectura de textos impresos o en la red mundial de Internet.

A esto nos referimos cuando hablamos de saber acceder a la información. El compromiso de hacer significativa la información disponible es poder crear un marco conceptual que oriente al estudiante en sus acciones y que satisfaga dos necesidades. Por un lado, que le sea útil para abordar problemas de su cotidianidad que no necesariamente han de ser "nuevos" e "impactantes" sino que le permita cuestionar lo obvio. Por ejemplo, un alumno puede preguntarse el porqué de la erupción del volcán Nevado del Ruiz, la razón de la lluvia cotidiana en la ciudad capital; o, puede simplemente cuestionarse porqué se caen los objetos.

Por otra parte, la información debe guardar una relación con la lógica disciplinar de la ciencia: en el caso del volcán nos referiríamos a la teoría de tectónica de placas, y a los conceptos sobre la dinámica atmosférica cuando se responde por la lluvia cotidiana; para la ley de gravedad el referente sería la ley de Newton. Generalmente se privilegia la articulación a la lógica disciplinar en detrimento de considerar las preguntas y las explicaciones de los niños, es decir, la propia capacidad del niño de buscar y lograr explicaciones más personalizadas. Sin embargo, lo realmente valioso, al menos en los primeros grados de escolaridad es la propia capacidad de los niños. Por lo tanto no se trata de que los estudiantes lleguen necesariamente a las explicaciones contenidas en los textos escolares, ni mucho menos a la de los científicos.

## La formación en el carácter social de la ciencia: actitud científica y educación ciudadana

El quehacer científico es, en el más riguroso sentido, una práctica social. Tanto por lo que se desarrolla en un contexto social, como, porque los científicos se agrupan en equipos de investigación. Y por la razón de fondo de que la característica del conocimiento y de la científicidad implica dar cuenta a otros. La actitud científica en su versión más ideal implica entre otras disposiciones, el deseo de saber, la capacidad de formar equipos y dar cuenta de manera rigurosa del conocimiento construido al otro, de lo cual, la escuela tiene mucho que aprender. Pero desafortunadamente la conducta científica se rige, en muchos casos, por parámetros de exagerada competitividad, incluso con visos de deshonestidad en donde la colaboración entre equipos brilla por su ausencia. De esto último no hay nada que aprender.

Para poder formar en actitudes científicas y en educación ciudadana se necesita, al menos, desarrollar dos capacidades básicas: la de comprender la escuela como un sistema de relaciones complejas y la de ejercer una comunicación significativa en su seno. En cuanto a la primera debe entenderse que podemos concebir la actitud científica a partir de las relaciones que existen entre los sujetos - estudiantes y maestros - y la pregunta que investigan en la escuela. En el desarrollo de las actividades en torno a dicha pregunta, lo clave consiste en poder pasar de curiosidades, intereses e inquietudes espontáneas y aisladas a la voluntad colectiva y deseo ardiente de saber, piedra angular de todas las actitudes científicas. Ahora, el producir comunicación significativa implica ir más allá de la toma de decisiones sobre la única base de la coherencia de los discursos (que es importante) para llegar a comprender y respetar al otro. Es posible que detrás de las palabras se encuentren ideas importantes, que debido a su complejidad no se han logrado expresar adecuadamente.

Íntimamente relacionada con la construcción de la actitud científica existe la necesidad de formar ciudadanos. Esta formación es posible cuando los equipos de trabajo establecen patrones de comportamiento y normas, de manera que son capaces de consolidar formas de auto organización con responsabilidad, de enfrentarse a la búsqueda de acuerdos y de reconocimiento a las diferencias en un ambiente de respeto. En este ejercicio cobran importancia elementos derivados de la emoción y de la razón que conducen a dinámicas de construcción de convivencia y de conocimiento. En estos términos, la escuela más que un instrumento para la reproducción de la sociedad, puede convertirse en un laboratorio en el que se vivencian mejores formas de relacionarnos y de organizarnos. Puede ser un espacio en el que se promueven las dificultades y diferencias con el convencimiento de que éstas, las diferencias, son un motor en la construcción de la convivencia y en la elaboración del saber.

La frase más excitante que se puede oír en ciencia, la que anuncia nuevos descubrimientos, no es "¡Eureka!" (¡Lo encontré!) sino "Es extraño ...".

Isaac Asimov (1920-1992). Escritor ruso, nacionalizado estadounidense.



<sup>2</sup> Tomado y adaptado del proyecto De las Observaciones a las Explicaciones: Desarrollo del Razonamiento Sobre Hipótesis - Evidencia en el Aprendizaje del Concepto de Presión desarrollado en Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar. Entidad contratista del IDEP: Universidad Nacional de Colombia.

## Perspectivas para la enseñanza de las Ciencias Naturales identificadas en las pruebas de competencias

Pese a los mejores resultados obtenidos cada vez en las sucesivas pruebas realizadas, las respuestas y producciones textuales dadas por los estudiantes siguen mostrando problemas de aprendizaje que los docentes deben tener en cuenta para plantear alternativas que mejoren los desempeños de sus estudiantes. El gran objetivo de la ciudad es llegar, como mínimo a un promedio de 180 puntos (en una escala de 1 a 306) y que todas las instituciones superen 100 puntos en las pruebas de logro.

- Mas allá de la simple descripción de los temas de la ciencia: es necesario establecer propiedades comunes de los hechos, o objetos en diferentes contextos.
- Más allá de la mera definición de conceptos es necesario el establecimiento de relaciones de orden e interdependencia entre ellos tanto por medio de la decodificación de textos y mapas conceptuales, como favoreciendo la producción escrita del estudiante.
- De la simple comprobación o demostración empírica en el laboratorio escolar se ha de pasar a desarrollar un auténtico trabajo experimental.
- Comprender la importancia de la cuantificación o medición en ciencias: ello implica establecer relaciones entre variables cuyos valores están representados en gráficas, histogramas o tablas, como saberlos representar desde los datos obtenidos en la experimentación en el aula.
- Contrario a la resolución unívoca y mecánica de problemas descontextualizados, ha de pasarse a un auténtico pensamiento estratégico en torno a problemas, identificados en diferentes contextos, sopesando y elaborando diferentes alternativas de solución.
- Al igual que ocurre con la evaluación en otras áreas, ir mas allá de una evaluación calificadora o sumativa a una evaluación formativa de los estudiantes. Ello implica someter los trabajos de los estudiantes – con especial énfasis en su producción escrita - a un profundo análisis por parte de los profesores y padres con la finalidad de retro alimentar a los estudiantes en su proceso de adquisición de las competencias.

## IDEP: alternativas en marcha

El IDEP esta actualmente apoyando siete proyectos de innovación pedagógica que generan en los estudiantes de educación básica aprendizajes de actitudes científicas, marcos conceptuales-explicativos y destrezas procedimentales de las Ciencias Naturales. Los proyectos movilizan más de 14 expertos en enseñanza de las ciencias, cuentan con la participación de 39 docentes innovadores, de 38 estudiantes universitarios interesados en la didáctica y al menos 2000 estudiantes.

### BÁSICA PRIMARIA

#### Las actitudes científicas: una condición a priori para el aprendizaje.<sup>3</sup>

Cultivar y mantener una curiosidad inquisitiva, discutir de forma tolerante, ser riguroso en lo que se dice, trabajar en equipo y sentir satisfacción frente al logro, son actitudes propias de los científicos y de la conducta científica que potencian el buen desempeño procedimental de los estudiantes. Así, ser más creativos, tener capacidad para plantear y desarrollar diseños experimentales, poder analizar información y ser capaz de elaborar y comunicar saber, es consecuencia de una didáctica que incide directamente sobre el mejoramiento de las actitudes. Este proyecto generará 4 guías pedagógicas para los grados 4º y 5º orientados a mejorar las actitudes científicas y a generar desempeños procedimentales. Las guías trabajan con los conceptos de energía, sistema vivo y sistema material e incluyen actividades de enseñanza / aprendizaje de tipo inductivo y deductivo, además de talleres y orientaciones para salidas de campo.

#### Maximizar el uso de los cinco sentidos.<sup>4</sup>

Percibir con los cinco sentidos es maximizar nuestra sensibilidad de detectar lo que acontece a nuestro alrededor y favorecer nuestra capacidad de elaborar y comunicar conocimiento. Este proyecto adapta el módulo los “cinco sentidos” del proyecto internacional pequeños científicos para docentes y estudiantes de grados 0, 2 y 5. El módulo, procede y consta de una veintena de sesiones incluyendo una sesión inicial y final de evaluación. El objetivo es que los estudiantes aprendan a observar, reconocer, comparar y clasificar objetos de su medio ambiente.

### BÁSICA PRIMARIA Y SECUNDARIA

#### De las observaciones a las explicaciones.<sup>5</sup>

Los niños tienen una natural capacidad para formular hipótesis, buscar regularidades y revisar sus concepciones como punto de partida para el aprendizaje. Sin embargo, al igual que los adultos, hacen prevalecer sus explicaciones sobre las evidencias o ignoran flagrantes contradicciones entre ambas. Este proyecto generará cuatro ambientes de aprendizaje orientados a que los estudiantes desarrollen habilidades de razonamiento metacognitivo que les ayude a formular hipótesis y explicaciones en torno a fenómenos naturales relacionados con el concepto de presión y a evaluar su consistencia con la evidencia observada. El grupo innovador publicará un cuaderno de trabajo sobre los procesos seguidos y los resultados de la innovación.

#### La actitud científica contra la falta de comunicación.<sup>6</sup>

Muchos estudiantes viven una realidad familiar y extra familiar caracterizada por relaciones autoritarias e incluso agresivas, donde no existen espacios adecuados para la interlocución con el otro. Semejante situación se reproduce en la escuela – donde se da una enseñanza de las ciencias dogmática y vertical para los estudiantes. Esta innovación desarrolla 3 proyectos pedagógicos de aula en ciencias naturales para básica primaria (Grado 2º) y secundaria (Grado 7º y 9º) y un proyecto pedagógico de educación extracurricular (Club de Inglés de básica primaria) orientados a fomentar la capacidad natural de los estudiantes para formular sus preguntas y para compartir sus explicaciones con sus pares y maestros, en un ambiente de reconocimiento mutuo, tanto en el aula como en espacios interinstitucionales y locales diseñados para tal fin.

#### Saber elaborar conclusiones adecuadas.<sup>7</sup>

Llegar a conclusiones precipitadamente sin considerar las complejas relaciones condicionales que se dan cuando varios elementos entran en interacción, es una forma de pensar errada que persiste en los estudiantes de educación básica. Este proyecto generará cartillas pedagógicas que incluyan programas guías de actividades para los grados 4 y 6 de educación básica orientados a mejorar las competencias para plantear y argumentar hipótesis y regularidades en torno al concepto de máquina simple. Cada programa guía consta de actividades de enseñanza / aprendizaje que mejoran la capacidad de los estudiantes de plantear relaciones condicionales, identificar diseños experimentales, predecir acerca de condiciones y elaborar conclusiones adecuadas.

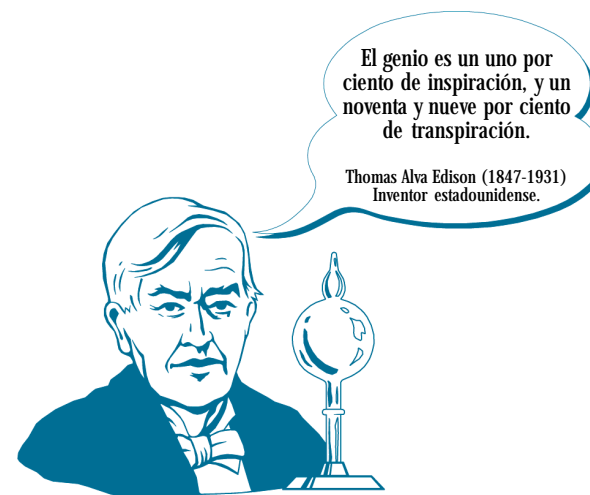
### BÁSICA SECUNDARIA

#### Cambiar las relaciones del estudiante con el entorno, con el conocimiento y con el otro<sup>8</sup>

Un referente conceptual fundamental para la comprensión global u holístico de la inmensa variedad de seres y procesos naturales de la biología es la homeostasis. El proyecto desarrolla actividades totalidad abiertas, centradas en el estudio de diversos procesos homeostáticos de la biología con estudiantes de los grados 6, 7, 8, y 9 de educación básica secundaria. Dichas actividades permiten que los estudiantes se den cuenta que sus acciones inciden en la dinámica de los sistemas vivos y que modifican sus maneras de construir conocimiento en relación con su capacidad de, por ejemplo, identificar problemas de trabajo, buscar y seleccionar información y diseñar e implementar modelos experimentales. Así mismo la innovación pedagógica permite generar cambios de actitud de los estudiantes frente a sus compañeros, fomentando el trabajo en equipo en un ambiente de respeto, tolerancia y reconocimiento mutuo.

#### Aprendizaje Significativo de la Ecología<sup>9</sup>

Uno de los conceptos claves del currículo escolar en ciencias y cuya riqueza pedagógica no siempre es aprovechado adecuadamente es el de ecosistema. Este proyecto genera una diversidad de proyectos de aula, todos ellos para el grado 6, que adaptan el modelo de aprendizaje por investigación en enseñanza de las ciencias a las inquietudes de los niños. Preguntas como ¿por qué hay tanta vida en la selva? ¿De dónde venimos y por qué nos morimos? entre otras sirven como punto de partida para elaborar y desarrollar proyectos de aula. Cada proyecto de aula incluye actividades de formulación de preguntas, emisión de hipótesis, identificación de variables, formulación de diseños experimentales, tratamiento de datos y elaboración de informes y comparaciones de hipótesis y conceptos.



<sup>3</sup> Tomado y adaptado del proyecto Una Didáctica Fundamentada en la Formación de Actitudes Científicas que Incidan sobre las Competencias Cognitivas y Procedimentales de las Ciencias Naturales desarrollado en el Instituto Alberto Merani. Entidad contratista del IDEP: Fundación Instituto Alberto Merani. jmarin@poligran.edu.co

<sup>4</sup> Tomado y adaptado del proyecto Pequeños Científicos en la Giralda desarrollado en el CED La Giralda. Entidad contratista del IDEP: Universidad de los Andes. mcarulla@uniandes.edu.co

<sup>5</sup> Tomado y adaptado del proyecto De las Observaciones a las Explicaciones: Desarrollo del Razonamiento Sobre Hipótesis - Evidencia en el Aprendizaje del Concepto de Presión desarrollado en Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar. Entidad contratista del IDEP: Universidad Nacional de Colombia. jjarream@uniandes.edu.co

<sup>6</sup> Tomado y adaptado del proyecto Desarrollo de la Actitud Científica: Una Experiencia a Partir de Colectivos Escolares desarrollado en el CED Gerardo Paredes y CED Villa María. Entidad contratista del IDEP: CED Gerardo Paredes. omenendez@uni.pedagogica.edu.co

<sup>7</sup> Tomado y adaptado del proyecto Conozcamos, Analicemos y Construyamos Máquinas desarrollado en el CED Nueva Esperanza y el CED Luis López de Mesa. Entidad contratista del IDEP: CED Nueva Esperanza. Mvillareal@mineducacion.gov.co

<sup>8</sup> Tomado y adaptado del proyecto La Homeostasis, una Propuesta Didáctica Para la Enseñanza de la Biología desarrollado en el CED Isabel II, CEDID San Pablo Bosa, Instituto técnico Distrital Laureano Gómez y Unidad Básica Las Américas. Entidad contratista del IDEP: CED Isabel II. steinerv@uni.pedagogica.edu.co

<sup>9</sup> Tomado y adaptado del proyecto Desarrollo de Actitud y Pensamiento Científico a Partir del Aprendizaje Significativo de Conceptos en Ciencias Naturales desarrollado en CED Salitre, CED Miguel Antonio Caro, Instituto Ciudad Jardín del Norte y el CED Tibabuyes. Entidad contratista del IDEP: Universidad Pedagógica Nacional. arteta@unipedagogica.edu.co