

# Lo histórico y lo contemporáneo de las ciencias naturales y su influencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje

MSc. Frank Guerra Reyes

Profesor de Contabilidad y Computación de la Universidad Técnica del Norte  
feguerra@utn.edu.ec

## RESUMEN

Se presenta como referencia el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Se narran ámbitos de la historia de la ciencia y definiciones sobre ciencia, tecnología y entornos de la sociedad a la luz de las concepciones y realidades del presente siglo. Para completar, se hace una breve reseña sobre la situación del aprendizaje en El Ecuador. Como alternativa para contextualizar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y solucionar las deficiencias didácticas, se propone el desarrollo de algunas acciones metodológicas, incluyendo los rasgos de la ciencia contemporánea y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

Palabras Clave: CIENCIAS NATURALES, ENSEÑANZA, APRENDIZAJE, CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS.

## ABSTRACT

### **The Historic and Contemporary of the Natural Science and its Influence in the Teaching Process**

It makes reference to an approach based on Science, Technology and Society describing facts of history and science areas, definitions about science, technology and social settings exposed to conceptions and realities of this century. A brief review about the learning situation in Ecuador is presented as well. The development of some methodological procedures are proposed as an alternative to contextualize the natural science teaching and learning and to solve didactic deficiencies; including features of the contemporary science and the use of information and communication technologies.

Keywords: NATURAL SCIENCE, NATURE, TEACHING, LEARNING, SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY, METHODOLOGICAL STRATEGIES.

“Los hombres aprenden mientras enseñan”  
Séneca

## Introducción

El ser humano, desde su etapa primitiva, buscó comprender e interpretar el mundo que habitaba. A partir de la exploración y vivencia de su entorno inmediato, notó una serie de acontecimientos, procesos y fenómenos; que le generaban dudas y luego explicaciones que sustentó primero en los mitos, secuencialmente en la religión, luego en la filosofía y, de forma reciente, en la ciencia. Más, a pesar de este proceso evolutivo perfeccionado en más de 4 000 años de discernimientos filosóficos y científicos; en pleno siglo XXI, persisten explicaciones que se confunden con la magia y el mito, y que además, encubren el impacto social e ideológico impreso por la ciencia y la tecnología en la cultura mundial.

En este trabajo, se examina cómo los rasgos de la historia de la ciencia, sus descubrimientos y usos contemporáneos, impactan en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en las escuelas y colegios del Ecuador. Como producto se formulan algunas estrategias metodológicas que tienen en cuenta la historia y avances de la ciencia, el uso de las nuevas tecnologías, así como las necesidades de ciencia y tecnología de la sociedad ecuatoriana actual.

## El pensamiento científico nació en Egipto y se perfeccionó en Grecia y China

En el entorno occidental, siempre se ha referido que los griegos inventaron el pensamiento científico. Según Gaarder (1999:30), los filósofos de la naturaleza dieron los primeros pasos hacia una manera científica de pensar, desencadenando todas las ciencias posteriores. Se afirma que la sabiduría científica, cuya partida de nacimiento se la ubica 2 600 años antes, nació con los griegos. Ellos, aportaron con el establecimiento de la teoría o hipótesis, como paso fundamental para el progreso de la ciencia.

Fueron los griegos Tales, Anaximandro, Anaxímenes, Parménides, Heráclito, Empédocles y Anaxágoras, quienes iniciaron con el trabajo metódico enmarcado con el pensamiento científico. Heredero de estos primeros aportes, Aristóteles, considerado por muchos, como el primer biólogo, desarrolló algunos planteamientos documentados. Expuso una teoría general que describía el alma como característica general de los seres vivos<sup>1</sup>; escribió un tra-

1. En el contexto ecuatoriano, creencias similares, compartían los incas, civilización conquistadora de los primitivos pueblos de la mitad del mundo: los quitus y los cañaris (según los relatos de los sacerdotes Juan de Velasco y Cristóbal de Molina, hace 6000 años, estos pobladores ya se habían establecido en estas tierras). Por otra parte, los primeros asentamientos en Sudamérica y lo que hoy es el Ecuador, según Hodges (Revista

tado sobre los órganos de los animales; dedicó estudios al problema de la reproducción; hizo una clasificación de las plantas y animales; y propuso además, la teoría de la generación espontánea. *“No hay duda de que los griegos tenían una biología e incluso una sociología, además de una matemática y una astronomía, pero mientras que las dos últimas podían ser utilizadas en la planificación de ciudades y la predicción de sucesos celestes, las primeras se limitaban a explicar a la gente culta, de forma ordenada, lo que sabía cualquier labrador o político o pescador. La biología científica, capaz de ser de utilidad real difícilmente apareció antes del siglo XIX; la sociología científica solo está empezando”*. (Bernal, 2007: 36)

Sin embargo, este planteamiento preliminar no considera otras evidencias del uso del pensamiento inductivo presentes a la par de la ciencia de los griegos, herederos de Pitágoras. Thomson (2009:51), refiere cómo los discípulos de Confucio, en esa misma época, también sometían al análisis frecuente los fenómenos de la naturaleza: *“...los pensadores chinos de este período, como los griegos, se interesaban en todas las manifestaciones de la vida, ya fuera el hombre o la naturaleza. Su objeto era llegar, por medio de una indagación racional, a una comprensión verdadera del mundo que los rodeaba y vivir de acuerdo con la verdad”*

Al final, existen pruebas que muestran que ni griegos ni chinos serían los inventores de la ciencia. La evidencia documental les confiere a los egipcios este sitio. En el documento conocido como el papiro de Edwin Smith, cuya antigüedad oscila entre 3 600 a 5 000 años, se refiere sobre el conocimiento objetivo y científico del que disponían los egipcios en torno a la diagnosis, técnicas y farmacopea para el tratamiento quirúrgico de unas 48 lesiones. Para Vargas, A., López, M., Lillo, C., y Vargas Ma. J. (2012), este papiro de origen africano, constituye la primera evidencia documental de cómo el ser humano trans-

National Geographic), datan de 15 000 años atrás.

formó las percepciones mágico religiosas del contexto en que vivían por explicaciones basadas en la observación objetiva.

## Desde la alquimia hasta las revoluciones científicas

Entre el límite, apenas difuso, de la ciencia valorada como mítica y aquella positivista que persiste en la época actual, se han sucedido históricamente una serie de eventos que facilitaron el desarrollo de la ciencia de la manera como la conocemos actualmente.

Enroladas con la magia, la superstición y la seudociencia, persisten concepciones asignadas a los antiguos ensayadores de la ciencia, conocidos como alquimistas. Se dice que disfrutaban de poderes sobrenaturales que les permitían transmutar cobre en oro, carbón en diamante y hasta alcanzar la inmortalidad. Todo ello conseguido a través de la bebida de ciertas pociones mágicas e invocaciones misteriosas que solo ellos conocían. Hoy, productos como la piedra filosofal y el elixir de la larga vida, constituyen yacimientos explotados por escritores contemporáneos, cuyas obras se han constituido en *bestseller* de la literatura de ficción, que luego han sido llevadas al cine: J.K. Rowling con la saga de Harry Potter; J.R.R. Tolkien, con el Señor de los Anillos y El Hobbit; y los de reciente creación a cargo de Michael Scott: el alquimista, el mago, la hechicera, el nigromante, el brujo y la encantadora, representan fantasías que divierten y fascinan a jóvenes y adultos.

En obras como las apuntadas, la realidad se confunde con la utopía y se encuentran posibles explicaciones imaginativas a inquietudes del mundo y el universo que no han encontrado respuesta sensata a través de la ciencia. No hay que olvidar que la historia ha mostrado como situaciones parecidas a las descritas; con el pasar de los años, llegan a convertirse en productos científicos como los experimentados con las obras de Julio Verne y Leonardo

Da Vinci. Al respecto Pauwels y Bergier (1979) nos refieren “*Si empleásemos libremente los conocimientos de que disponemos; si estableciésemos entre éstos relaciones inesperadas; si acogiésemos los hechos sin prejuicios antiguos o modernos; si nos comportásemos, en fin, entre los productos del saber con una mentalidad nueva, ignorante de los hábitos establecidos y afanosa de comprender, veríamos a cada instante surgir lo fantástico al mismo tiempo que la realidad*”.

En el plano más ilustrado y considerando la evolución de la ciencia, desde el siglo XVI y posteriores, surge la primera Revolución Científica. Este periodo caracteriza la ciencia teórico-especulativa sustentada en el racionalismo y el experimentalismo, como modelos conceptuales. Luego, a mediados del siglo XX, a través de los profundos cambios industriales y tecnológicos emerge la Revolución científica y tecnológica.

Según Furtado, citado por Núñez (2007), a partir de los siglos XV a XIX, se gestan en Europa tres grandes procesos revolucionarios crecientemente interconectados: la Revolución burguesa, la Revolución científica y la Revolución industrial. La primera, caracterizada por el ascenso de la burguesía, como dueña de las fuerzas productivas. La segunda, gestada en el siglo XVIII, distinguida por inventos como la energía eléctrica, bicicletas y motores que transformaron el contexto político, ideológico y económico de esa época: había surgido el capitalismo. Finalmente, a partir de la segunda mitad del siglo XX, la computación, el uso de la energía nuclear y el descubrimiento del código genético, dieron inicio a la era conocida como Revolución científico tecnológica.

### ¿Qué es la ciencia?

La ciencia constituye un conjunto de saberes y reflexiones con amplio desarrollo contemporáneo. En realidad, la cantidad de conocimientos con los cuales con-

tamos en la actualidad, son abundantes. Muchos biólogos refieren, por ejemplo, que para apuntar apenas una mínima porción de uno de sus contenidos más conocidos como es el de la célula, necesitaríamos varios volúmenes de texto de algunos cientos de páginas para consignar todo lo conocido sobre esta temática.

Hablar sobre la ciencia no constituye una tarea fácil, menos aún definirla. En los diccionarios se la especifica como un conjunto de procedimientos ordenados y lógicos para resolver problemas y producir nuevo conocimiento. En la calle, para la gente sin mayor formación, la ciencia es el resultado de la investigación y la evolución del pensamiento. Aunque para muchos, por su alto grado de especialización y lenguaje esotérico, producto de su experiencia escolar, representa una empresa difícil de comprender, aburrida y propia de una fracción mínima de los seres humanos: los científicos. En procura de acercamientos más pertinentes con su definición, es forzoso recurrir a voces especializadas. Desde aquellos significados mecanicistas propios de los diccionarios, hasta aquellos más críticos y con sustento en visiones globales y contextualizadas, producto del enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Ciencia<sup>2</sup>: (Del lat. *scientia*). f. Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales. 2. Saber o erudición. 3. Habilidad, maestría, conjunto de conocimientos en cualquier cosa. 4. Conjunto de conocimientos relativos a las ciencias exactas, fisicoquímicas y naturales.

La ciencia<sup>3</sup> es una empresa colectiva que abarca muchas culturas y se extiende a muchas generaciones. La ciencia no es perfecta, con frecuencia se utiliza mal. No es más que una herramienta, pero es la mejor herramienta que tenemos. Se corrige a sí misma. Está siempre evolucionado

2. Microsoft® Encarta® 2009. ©1993-2008 Microsoft Corporation.

3. Video de YouTube: Método científico y pensamiento crítico. Acceso a internet, 08/07/09, a las 21h12.

y se puede aplicar a todo...

Para Bernal (2007:21), la ciencia puede contemplarse como institución, como método, como una tradición acumulativa de conocimiento, como factor decisivo en el mantenimiento y desarrollo de la producción y como uno de los más influyentes factores en la modelación de las creencias y actitudes hacia el universo y el hombre.

Armonizada con las visiones contemporáneas y con la necesidad de conceptualizarla en sus dimensiones culturales y sociales que forman parte de presupuesto teórico CTS, según Kröber, citado por Núñez (2007:37), “*entendemos la ciencia no sólo como un sistema de conceptos, proposiciones, teorías, hipótesis, etcétera, sino también, simultáneamente, como una forma específica de la actividad social dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes objetivas de la naturaleza y la sociedad. Aún más, la ciencia se nos presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad dada*”.

En conclusión, la palabra ciencia, muy rica en significados, está relacionada con marcos conceptuales, lenguajes, habilidades y métodos usados para comprenderla; con disciplinas y distintas perspectivas para estudiarla; paradigmas, modelos, teorías, instrumentos y tecnologías para construirla; personas, instituciones y comunidades de científicos que la amparan; intereses y valores culturales, políticos y económicos para aplicarla; requerimientos de rigor, objetividad, honestidad intelectual y formas de comunicarla; pero más que nada, con interrelaciones, contextos e impactos positivos y negativos para la sociedad.

### El método científico

Como resultado de la evolución del

pensamiento acreditado, consiste en un conjunto de procedimientos ordenados y lógicos que usa la ciencia para resolver problemas y producir nuevo conocimiento científico. De manera general, debido a la curiosidad innata de los seres humanos, este proceso de conocimiento, comienza con la observación directa de la naturaleza. Con ello, los seres humanos evidencian continuamente acontecimientos y situaciones problemáticas, a partir de las cuales generan posibles explicaciones que encuentran sustento en la teoría científica y en la experimentación. Al final, como derivación, se establecen conclusiones y recomendaciones. El proceso inicia otra vez, con observaciones más detalladas y continúa con la determinación de nuevos problemas, que se extienden en el proceso cíclico y expansivo, antes comentado.

### ¿Qué es la tecnología?

De manera doméstica, los estudiantes y la gente del pueblo, la asocian con electrodomésticos como la televisión, máquinas de coser, planchas y artilugios mecánicos. Otros, la relacionan con teléfonos celulares, computadores e internet. Algunos profesores, la inscriben con las Tic. Para muchos, la tecnología no es sino ciencia aplicada. Constituye el producto final y aplicativo de los saberes alcanzados para la consecución de determinados fines prácticos.

A pesar de la utilidad de la ciencia aplicada para el desarrollo de la sociedad, se debe considerar también los aspectos negativos para el ambiente y la cultura. Al final, la tecnología se ha constituido en una herramienta para el control económico y político del mundo. De ahí, la necesaria perspectiva de la didáctica crítica en torno al aprendizaje de la tecnología. Tal como lo refiere Núñez (2007: 45), la tecnología, más que como resultado, único e inexorable, debe ser vista como un proceso social, una práctica, que integra factores psicológicos, sociales, económicos,

políticos, culturales; siempre influidos por valores e intereses.

### La sociedad del conocimiento

No se puede negar que el enorme desarrollo científico y tecnológico haya generado cambios sustanciales en las sociedades y sus habitantes. Como efecto de la economía de mercado, el conocimiento es visto como una fuente de la nueva riqueza de las naciones de los grandes grupos transnacionales. Con esta premisa la educación, como primer reducto del conocimiento, ha recibido un enorme impacto. Las viejas concepciones de qué enseñar, cómo hacerlo y cómo aprender han sufrido cambios radicales para adecuarse a esta sociedad y más que nada para la renovación constante del conocimiento. Asimismo, desde hace algún tiempo los centros educativos dejaron de ser únicos depositarios de la información científica, tecnológica y cultural, cediendo su protagonismo a las redes planetarias (Guerra, F. et al., 2013).

### La sociedad digital

Como paso evolutivo estimulado por la era digital, emergió toda una nueva forma de interactuar con el conocimiento. Hoy, con el amplio desarrollo de la informática y la cibernética, se ve como los jóvenes prefieren pasar conectados en las redes sociales y usando las distintas aplicaciones educativas digitales, en vez de los programas educativos oficiales.

En un planeta más interconectado, con sobreproducción de contenidos y campos abiertos e informales de aprendizaje, la respuesta pedagógica oportuna consiste en aprender a convivir críticamente con la globalización y renovación tecnológica y comunicacional incesante, a través del conectivismo. Para ello, tanto las sociedades como sus instituciones se ven forzados a integrar de manera crítica, en su quehacer pedagógico, la educación expandida, el

uso pertinente de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. El aprendizaje en redes. Crear, producir, publicar y compartir información a través de distintos medios tecnológicos, representa la tónica formativa cotidiana (Guerra, F. et al., 2013).

### La globalización

La globalización, representa un síntoma de la dispersión del conocimiento en todo el planeta, así como la imposición del dogma económico del mercado global. Con ello se ha gestado la polarización del mundo en dos zonas muy marcadas: la primera, con un considerable desarrollo socioeconómico y poderío tecnocientífico, autocalificada como primer mundo o países desarrollados; y, por otro, países empobrecidos, dependientes, explotados y con limitados avances de las ciencias y las tecnologías, considerados por científicos sociales dominantes como: tercer mundo, países subdesarrollados o países en vías de desarrollo.

Pese a lo expresado, de acuerdo con el pensamiento de Tourine, citado por Núñez (2007), el criterio de globalización resulta inexacto, en tanto el mayor poderío económico y control de la tecnociencia, las publicaciones y el mercado mundial está a cargo exclusivamente de tres polos de desarrollo: Estados Unidos, Japón y Europa (Inglaterra, Francia y Alemania). Esta situación se le conoce como la trilateralización del desarrollo.

Por otra parte, se debe considerar también el fenómeno de la emergencia de países como China y Corea del Sur, como actores mundiales en la producción tecnocientífica así como usufructuarios del mercado global de sus productos. Como menor impacto se vinculan países como Rusia, India y Brasil, al control mundial de la ciencia y tecnología.

### Reforma del pensamiento

En pleno siglo XXI, tanto científicos como filósofos, han alertado de la necesidad de recrear propuestas acreditadas que vinculen todo el saber superespecializado con la integralidad de la percepción del mundo. No es posible entender la realidad solamente desde el ámbito de la globalidad, ni tampoco con el conocimiento dividido. Hoy, pensadores como Edgar Morin (2010), sustentados en los aportes de las teorías: sistémica, cibernética e informática, sustentan el paradigma de la complejidad, como respuesta a los requerimientos de desarrollo integral de la sociedad planetaria (Guerra, F. et al., 2013).

Para este filósofo coetáneo, la reforma del pensamiento indica que: "...un modo de pensar capaz de vincular y solidarizar conocimientos disjuntos es capaz de prolongarse en una ética del vínculo y de la solidaridad entre humanos. Un pensamiento capaz de no estar encerrado en lo local y particular sino concebir los conjuntos sería capaz de favorecer el sentido de responsabilidad y el de la ciudadanía. La reforma del pensamiento tendría, por lo tanto, consecuencias existenciales, éticas y cívicas."<sup>4</sup>

### Ciencia, conciencia, paciencia<sup>5</sup>

Con este título, Miguel Barnet (2011), se unía a los festejos con motivo de celebrarse un año más del nacimiento de Don Fernando Ortiz. Para él, este maestro de los estudios cubanos, personifica el prototipo de una ciencia comprometida con su pueblo. Con dirección hacia el objetivo que nos asiste, estas ideas sintetizan la responsabilidad social que deben asumir los representantes de la ciencia contemporánea. Hoy por hoy, es urgente desarrollar estudios que apoyen a la humanidad

4. Esta tesis forma parte del libro *La cabeza bien puesta* de Edgar Morin.

5. Conferencia dictada en el colegio Universitario San Gerónimo de la Habana, a propósito de la celebración del 13° aniversario del nacimiento de Don Fernando Ortiz.

a superar visiones monopolistas, parciales, antiéticas, utilitarias y antidemocráticas que han plagado por siglos el pensamiento científico, desde que este se implantó como tal.

De la pluma de Merton, citado por Núñez (2007), a mediados del siglo anterior, se esbozaron un conjunto de valores y normas, costumbres y suposiciones que se consideran obligatorias para los hombres y mujeres que han direccionado su vida por los senderos de la ciencia: El ethos o visión ética de la ciencia y la tecnología. Esta visión se ha sintetizado con las siglas CUDEOS: Comunismo, Universalismo, Desinterés y Escepticismo Organizado.

A pesar del interés y utilidad social como base de la arquitectura cognitiva, el conjunto de normas y valores referido, constituye para muchos autores posicionados en la elaboración paradigmática de la ciencia (Kuhn, 1971) y la Nueva Sociología del Conocimiento Científico (NSCC), una visión parcial, idealizada, carente de apoyo empírico y hasta un obstáculo para la construcción del pensamiento acreditado. Empero a este hecho, muy propio de la construcción del pensamiento científico, estas ideas han logrado apoyar la edificación de una ciencia más crítica y humanista.

### Breve relato de los resultados de aprendizaje de las ciencias naturales en el currículo ecuatoriano

Muchos profesores de ciencias naturales (disciplina que integra contenidos de biología, geología, astronomía, química y física), con varios años de experiencia profesional, habrán notado que las primeras percepciones que tienen los escolares, sobre el estudio de la ciencia y la naturaleza, están relacionadas con excursiones al campo, cuidado de plantas y animalitos, así como la ejecución de divertidos experimentos. Con el tiempo, este entorno de aprendizaje, muta drásticamente desde

las rutinas entretenidas apreciadas en el primer año de escolaridad hasta el aburrimiento y desmotivación por las dificultades<sup>6</sup> que encuentran los niños y niñas de los grados superiores para aprender conceptos, procedimientos y actitudes, al avanzar de manera sucesiva, por la educación general básica (EGB).

En la adolescencia, luego de diez años de leer libros de texto sin comprenderlos, ejecutar experimentos monótonos y observar vídeos educativos, son pocos los muchachos que disfrutaban del aprendizaje de las ciencias naturales. Al llegar a los 15 años, el estudio de las ciencias naturales no les reporta ya, ninguna satisfacción ni aprendizaje trascendente. Solamente los considerados estudiosos y comelibros todavía muestran cierto interés para cultivarla en el futuro.

En el bachillerato la situación se complica. El aprendizaje de disciplinas como la biología, física y química, ha devenido en la memorización de términos, principios y leyes, así como en la ejecución de una serie de problemas teóricos que exigen la solución de dificultades relacionadas con el despeje de fórmulas y la secuencia de algoritmos matemáticos. Y que decir de las prácticas de laboratorio, convertidas en simulacros de ciencia experimental, tal si se fueran recetas de cocina que hay que repetir las al pie de la letra para lograr el producto demandado. Martirio superior constituye la tarea de llenar, de manera rutinaria e incomprensible, formatos conocidos como informes de laboratorio. Por su parte, el uso de equipos tecnológicos como las balanzas, microscopios e incubadoras, son vistas como artilugios que sirven solamente para describir partes y funcionamiento mecánico.

Al finalizar la enseñanza secundaria, han olvidado que la ciencia se rela-

ciona con la cotidianidad y que su influjo se lo encuentra por todos lados. Ignoran la mayoría de conceptos científicos, están impreparados en destrezas cognitivas procedimentales, actitudinales, sociales y no han superado el pensamiento ingenuo. Además consideran que la ciencia es asunto de personas especiales que queman sus pestañas leyendo cantidades de libros y pasan la mayor parte del día en lugubres laboratorios que los alejan de la sociedad en la que habitan. Creen todavía en la mala suerte y continúan con el consumo de chitos y gaseosas, frente a alimentos más nutritivos.

Lo relacionado a sus costumbres sexuales, no ha cambiado sustancialmente, pues los mitos en torno a la sexualidad todavía son manifiestos, como resultado de un aprendizaje meramente anatómico y fisiologista. Aun más grave, situaciones como la contaminación ambiental, el calentamiento global y la extinción de especies vegetales y animales, resultan invisibilizados y constituyen temáticas alejadas de su cotidianidad y posibilidades de reflexión, análisis y solución. Por último, el método científico, se ha interiorizado como una serie de pasos para repetirlos memorísticamente, sin oportunidad de usarlo en situaciones concretas.

### Otra perspectiva para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales desde la influencia de la didáctica contemporánea

Superar la percepción que tienen los estudiantes sobre el aprendizaje de las ciencias como una disciplina algorítmica, monótona y de escasa utilidad práctica; luego de tremendo desfase, no constituye una tarea fácil para ningún amante de la enseñanza de la ciencia, por más formación científica que haya alcanzado. Si a esto le sumamos, el carácter individualista de su aprendizaje, la tarea se complica aún más.

6. Los resultados de las pruebas censales Ser Ecuador 2008, confirmaron esta realidad a través de la evaluación del desempeño de los estudiantes con relación al logro de las destrezas en 4°, 7° y 10° años de Educación General Básica (EGB); y, 3° de Bachillerato, a través de la metodología Teoría de Respuesta al Ítem (TRI).

Desde las representaciones parciales que ven a la ciencia como un conjunto de conocimientos invariables, acumulados y contruidos solamente por genios, a través del uso del método científico; hasta aquellas visiones más holísticas que le asignan un papel más amigable y para todos (Nieda y Macedo, 1997, citado por Pozo y Postigo, 2000); la ciencia contemporánea, representa un conjunto de conocimientos sistematizados, contruidos con rigurosidad, pero con carácter de provisionalidad e historicidad social.

Constituye además, una herramienta falible que sirve a los seres humanos para disfrutar asombrándose con el mundo que los rodea y un instrumento que mejora sus condiciones de vida a través de soluciones a los problemas más difíciles de su contexto histórico, técnico, cultural, político y económico. La ciencia, como modelo de interpretación y transformación de la realidad para formar seres humanos más críticos, reflexivos y responsables, con capacidad para entender, cuestionar y proteger el mundo que los rodea (Guerra, 2011).

Con esta nueva perspectiva, son meritorios los cambios pedagógicos, psicológicos, curriculares y didácticos, implementados desde el organismo rector de la educación ecuatoriana. Se pasa de una visión centrada en el ser humano como dueño de todo (antropocentrismo) a posiciones más partidarias de la naturaleza (biocentrismo). Desde la enseñanza tradicional hacia la Enseñanza para la Comprensión. Estos nuevos saberes y aplicaciones propenden a superar visiones curriculares parciales e ineficientes que han malogrado el papel de los procesos de enseñanza aprendizaje de la ciencia en el país. Al mismo tiempo, deslegitiman la concepción de los seres humanos como dueños absolutos del universo. Esta forma de entender la ciencia, describe la interconexión entre todos los componentes de nuestro planeta.

Pese al cambio paradigmático impuesto a la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en el Ecuador, los cam-

bios todavía son parciales. Con la finalidad de sugerir más que de instruir, en seguida, se sugiere algunas acciones metodológicas viables.

### Algunas estrategias metodológicas para sustentar cambios en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales

En coherencia con los requerimientos educativos de superación de los atrasos didácticos como también por los adelantos disponibles que se han referido como aplicables para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la sociedad de hoy; se toma en cuenta la influencia de sus rasgos históricos de la construcción científica y los logros didácticos y científicos de la contemporaneidad, para sugerir algunas acciones metodológicas que contribuirán a contextualizarla en función de las necesidades del estudiantado del siglo XXI.

#### Motivación permanente

Sin motivación no puede haber aprendizaje. Un ser humano que no se estimule con la actividad a realizar, difícilmente logrará resultados apreciables. Para los psicólogos cognitivistas y los pedagogos constructivistas, la motivación de los estudiantes por los contenidos de estudio y las destrezas a desarrollarse, constituye un requerimiento de partida, de trayectoria y de llegada para lograr aprendizajes significativos. El reconocimiento permanente a sus logros por más sencillos que parezcan, las altas expectativas por el trabajo estudiantil, así como las muestras de confianza permanente en sus conocimientos, habilidades y actitudes científicas, lograrán la implicación emotiva y racional de los educandos por los contenidos a aprender. Por otro lado, el uso de metodologías activas, colaborativas y diversas posibilitará entusiasmar a los niños y adolescentes por los estudios científicos.

Para Piaget<sup>7</sup>, “La vida afectiva y la vida cognoscitiva, aunque distintas, son inseparables. Lo son porque todo intercambio con el medio supone a la vez una estructuración y una valorización, sin que por eso sean menos distintas, puesto que estos dos aspectos de la conducta no pueden reducirse el uno al otro”.

### La lectura comprensiva de textos científicos

“Al juzgar los textos infantiles, desgraciadamente, la escuela dirige de manera especial su atención al nivel ortográfico – gramatical – sintáctico, que no llega ni siquiera propiamente “lingüístico”, además de olvidar completamente el complejo mundo de los contenidos. La cuestión es que en la escuela se leen textos para juzgarlos y clasificarlos, no para comprenderlos. El cedazo de la “corrección” retiene y revaloriza las piedritas, dejando pasar el oro” (Rodari, 2008).

Cuan ciertas resultan estas palabras para quienes todavía no han aprendido el difícil arte de la motivación constante por la revisión de textos. La lectura no es pertinencia absoluta de las clases de lengua, constituye más bien una herramienta con la que todos aprenden: estudiantes, profesores y padres de familia. Cómo no disfrutar de cuentos, mitos y leyendas, muchos de los cuales son usadas como argumentos para escribir libros literarios y de ficción que pueden leerse sin molestia y de manera espontánea. La lectura de textos científicos no tiene por qué ser una aventura intelectual desligada del aprendizaje de las ciencias naturales. Más bien, constituye una herramienta para aprender del conocimiento cotidiano y vivencial de los estudiantes.

Todo lo expresado, encauza con el enfoque didáctico implícito que exige la lectura comprensiva de más de doscientas páginas que componen los 5 bloques

curriculares de los libros de texto de ciencias naturales: 1. La Tierra, un planeta con vida; 2. El suelo y sus irregularidades; 3. El agua, un medio de vida; 4. El clima, un aire siempre cambiante; y, 5. Los ciclos en la naturaleza y sus cambios. La lectura comprensiva de palabras, oraciones y párrafos que forman los temas, constituye entonces, una estrategia de aplicación cotidiana para mejorar los resultados de aprendizaje de esta disciplina.

### La escritura creativa

El uso de las fuentes de información para el diseño de historietas y comics, la utilización del periódico en el aula para revisar las noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología, la producción de una guía o folleto turístico, la generación de productos sobre curiosidades científicas como: aunque usted no lo crea, lo asombroso, metáforas, los más y los menos, sopa de letras, crucigramas y vocabulario básico, adivinanzas, acrósticos y la elaboración de carteles, álbumes y poster; enriquecerán de manera notable el aprendizaje de las ciencias.

Sin duda, el desarrollo de la habilidad para comunicar por escrito las ideas científicas, representa un requerimiento básico para potenciar el aprendizaje de las ciencias naturales. De ahí que, la argumentación guiada en el aula a través de la elaboración de ensayos, son entre otras, estrategias que a más de motivar a los estudiantes por el estudio científico, influirán significativa y contextualmente en la comprensión de los contenidos de estudio y posibilitarán el desarrollo de las habilidades creativas de estudiantes y profesores.

### Consideración de las concepciones alternativas acerca de la ciencia

La investigación sobre las ideas previas que tienen los educandos<sup>8</sup>, constituye

8. Estudios detallados sobre estas ideas las podemos re-

una de las áreas de estudio didáctico, con suficiente desarrollo en la actualidad. Hoy se sabe con certeza, sobre la importancia de averiguar cuáles son los conocimientos, procedimientos y actitudes previas que tienen los estudiantes, para desarrollar un proceso educativo conveniente.

Tanto profesores como educandos disponen de pre-concepciones acerca de la ciencia y la tecnología, por ello urge conocerlas, exteriorizarlas, someterlas a juicio y desestabilización cognitiva. Solamente a partir de ello, se estará en capacidad de apoyar los procesos de reestructuración de ideas y cambio conceptual, procedimental y actitudinal necesarios para el aprendizaje renovado de las ciencias naturales. En este marco, es importante reconocer que existen al menos tres diferentes concepciones sobre el aprendizaje de la ciencias: una biologizante y acrítica, otra pragmática y utilitaria; y, una centrada el conocimiento ancestral y la interacción entre los componentes naturales (Guerra, 2011).

### Integración del enfoque de ciencia provisional

La ciencia vista como una herramienta que proporciona rigor académico, pero que no constituye una verdad sagrada o dogma. Genera explicaciones y formulaciones teóricas con fundamento y evidencia científica, en el marco de hipótesis en continua revisión. Como lo dijera Thomas Kuhn (1971): “se debe entender la verdad científica como un conjunto de paradigmas provisionales, susceptibles de ser reevaluados y reemplazados por nuevos paradigmas”. Es por esto que ya no se habla de leyes universales sino de hipótesis útiles para incrementar el conocimiento.

Con énfasis en el enfoque de ciencia provisional, Sheckles (1964), en su libro, hoy considerado un clásico, *Cómo enseñar las ciencias al escolar*, expresa: “No solo nuestros conceptos difieren de los ajenos;

visar en los libros de Osborne y Freyberg, 1998; y, Driver, Guesne y Tiberghien, 1999.

esos mismos conceptos ya no serán iguales mañana a lo que fueron ayer o son hoy, o como serán la semana próxima o el año que viene. Nuestros conceptos con frecuencia se hallan en estado de revisión. Y de continuo les vamos agregando otros nuevos. Esto ha sido cierto desde el instante en que reaccionamos por primera vez al influjo del medio ambiente, y permanecerá siendo así hasta que ya no reaccionemos a estímulo alguno” (Guerra, 2011).

### Uso del método científico para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo

La aplicación del método científico en las búsquedas intelectuales como una herramienta conceptual, metodológica y actitudinal, enrumba la ejecución de pequeñas<sup>9</sup> investigaciones para fomentar el desarrollo las destrezas científicas y naturalistas, la sensibilidad con la naturaleza y otras formas de vida, la preparación para aportar con la solución a los problemas de su comunidad, el desarrollo del pensamiento crítico reflexivo, la búsqueda y expresión creativa. Con el uso flexible y situado de esta herramienta se logrará el paso desde el pensamiento mágico mítico al pensamiento crítico de los estudiantes.

En este ámbito, Shayer y Adley (1986), advierten: “Hoy día, en los laboratorios escolares se les pide constantemente a los alumnos el uso del método científico. Tienen que clasificar objetos, controlar variables, estimar el índice de probabilidad y pensar en las posibles combinaciones de los elementos”. Entonces, enseñar ciencias supondrá que los aprendientes se habitúen al uso de procesos que usan los científicos, como: observar, comparar, identificar, clasificar, medir, recoger y organizar datos, inferir, predecir, verificar, formular hipótesis, aislar y controlar variables, resolver

9. Pozo y Postigo (2000), las caracterizan con este nombre, porque las consideran acercamientos a la investigación, investigaciones de tipo didáctico y no investigaciones científicas en sí mismas.

problemas, experimentar y finalmente comunicar los resultados encontrados.

### La interculturalidad como requisito básico para construir sociedades democráticas

Esta noción dada a la ciencia es necesaria para construir una sociedad basada en el respeto mutuo y en la complementariedad. Supone el aprendizaje de otras culturas y lenguas, en el entendido que no hay una sola forma de percibir e interpretar el mundo que compartimos. Se plantea una educación que asuma la diversidad cultural de nuestras sociedades actuales como el desafío de «aprender a vivir y hacer juntos», lo que implica conocer y fortalecer una identidad basada en lo mejor de las tradiciones comunitarias, tanto locales y nacionales como mundiales, mejorándolas donde sea preciso en la perspectiva del bien común y adecuarse al hecho de la diversidad lingüística y cultural, fortaleciendo en los ciudadanos la capacidad de comprendernos mejor y de construir una sociedad inclusiva (Guerra, 2011)

### Valoración de los conocimientos ancestrales

Los antepasados disponían de una vasta cultura científica y tecnológica forjada a través de la observación y experiencia cotidiana. En el artículo “Problemas teóricos del conocimiento indígena” Ramírez, 2001, expone: *“Paralelamente al desarrollo universal de la ciencia y el conocimiento, aquí, en AbyaYala, se desarrollaron grandes civilizaciones que hasta el día de hoy nos asombran por sus conocimientos. Basta citar algunos ejemplos para constatar dicha afirmación: el calendario azteca y maya; la determinación exacta de los solsticios y equinoccios en la mitad del mundo; la arquitectura astronómica; el desarrollo de las vías de comunicación como el InkaÑan o “camino del Inca”; el desarrollo de la orfebrería y metalurgia; la agricultura cimén-*

*tada a través de los pisos ecológicos y la relación con los astros; el desarrollo de una filosofía ligada a la naturaleza”.*

Frente a la valoración de la ciencia y tecnología ancestrales, es necesario, sin embargo, tomarla también con perspectiva crítica. Un pensador crítico sopesa los conocimientos. La actitud mental consiste en el escepticismo y la necesidad de evidencia científica. Un ejemplo para la desconfianza es el calendario Maya, que ha predicho el fin del mundo. Estos pronósticos han generado emociones encontradas: desde posiciones crédulas, hasta las críticas que son muy propias de la ciencia reflexiva (Guerra, 2011).

### Percepción de la ciencia como un conjunto de saberes con ideología e intereses

Toda producción humana los requiere y los ostenta. La construcción de la ciencia exige reflexionar sobre las dimensiones técnicas, históricas y políticas. Existen condicionamientos de tipo socioeconómico-cultural como la pobreza y marginación que viven muchos estudiantes; asimismo, creencias, costumbres e interpretaciones mágico-míticas de los fenómenos de la naturaleza que forman parte de la cosmovisión indígena, afro descendiente y mestiza.

Ejemplos de temas a estudiar en el aula de clase, podrían ser: los conflictos de la esfera sociopolítica como el de Oriente Medio; dependencia, sometimiento y conquista científica y tecnológica de parte de potencias mundiales a los países, con menor desarrollo; la degradación ambiental irreversible causada a la Amazonía ecuatoriana y a sus habitantes por la empresa Chevron – Texaco, tras treinta años de explotación petrolera; la pobreza y marginalidad que viven muchos seres humanos, producto de condiciones laborales injustas; la piratería biológica de los conocimientos ancestrales a comunidades del oriente ecuatoriano, por parte de ONG’S

internacionales; son entre otros, temas imprescindible de tratamiento en las instituciones educativas, sino se quiere seguir impartiendo una ciencia ingenua y librecasca.

### Integración de historia de la ciencia como estrategia didáctica

La vida de los grandes científicos y sus diversas concepciones de ciencia, constituyen espacios que permitirán expandir los conocimientos, actitudes y experiencias científicas de los educandos (Castaño, 2011). En el libro *Los diez experimentos más hermosos de la ciencia* (Johnson 2008), se presenta una alternativa didáctica para integrar en el aula las historias de construcción científica. Esta obra relata la historia de diez experimentos prodigiosos y de los diez genios que los llevaron a cabo.

Como expresa Gagliardi (1988), *“La historia de las ciencias y de la epistemología puede ser utilizada en la enseñanza de ciencias de diversas maneras: para la determinación de obstáculos epistemológicos; para la definición de contenidos de la enseñanza; para introducir en clase la discusión sobre la producción, la apropiación y el control de los conocimientos a nivel social e individual; como complemento de la enseñanza de otras disciplinas, en particular la historia y la geografía”.*

### La estrategia de resolución de problemas

Esta estrategia es vista por los estudiantes como una de las principales actividades de los contenidos de estudio de las ciencias. De hecho, la mayoría identifican aprendizaje de ciencias con memorización de fórmulas, deducciones, secuencia de pasos y ecuaciones; en síntesis, problemas cualitativos. Experiencias que a la postre producen desazón y falta de interés por los estudios científicos, cuando deberían contraponerse a la enseñanza tradicionalista.

En búsqueda de alternativas a esta problemática de la enseñanza de las ciencias naturales, se recurre a la propuesta de Polya, citada por Barrios<sup>10</sup> (2004), y que ha sido aplicada con éxito por muchos profesores. De manera global, esta metodología se desarrolla en cuatro pasos: 1. Comprensión del problema; 2. Análisis de la solución (sobre la base de métodos lógicos, físicos y matemáticos); 3. Solución del problema; y, 4. Comprobación de la solución.

### El juego y los juguetes para aprender de manera divertida

Los niños y los adultos juegan de manera espontánea. En los primeros años de vida y en el aprendizaje escolar de los seres humanos, constituye una de las tareas primordiales para aprehender la realidad. Las madres lo saben y lo usan naturalmente desde los primeros contactos con sus hijos. Con el tiempo y como producto de la rigidez educativa, de los valores y normas establecidas para el trato social, deja de ser práctica cotidiana aunque no menos divertida.

Por ello, encontramos disponibles recursos lúdicos como barajas, rompecabezas, dominós, loterías, legos, mecanos y cubos, ideados con temáticas para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. He aquí otra mina para la explotación del aprendizaje de contenidos científicos y tecnológicos, que toman en cuenta el saber cotidiano y los gustos estudiantiles.

### El aprendizaje tutorial

Conocido también como aprendizaje entre iguales o pares y método tutorial, representa una alternativa didáctica en la que los alumnos aprenden a través del enseñar (Flehsig y Schiefelbein, 2003). De

10. Constituye una de las propuestas presentadas y recopiladas en el marco del tercer Congreso Didáctica de las Ciencias celebrado en la Habana bajo el auspicio del Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. Diversos autores (2004).

manera general, uno de los compañeros que obtuvo un nivel más avanzado en el aprendizaje ayudará a otros que todavía no dominan los conocimientos que deben ejercitarse. Como resultado, este proceso se torna bidireccional, ya que aprende también el alumno maestro así como sus colegas. En función de la atención a la diversidad de los sujetos que aprenden se concibe en la pedagogía de hoy una atención a esta diversidad, aspecto que la pedagogía tradicional no tenía en cuenta.

Una estrategia, bastante utilizada consiste en la ejecución de investigaciones conjuntas. En este caso, el alumno tutor posibilita el apoyo y el andamiaje necesarios para que otro aprendiz se beneficie de esta interacción, al modular las demandas del procesamiento de la información requerido de parte del aprendiz. Con ello, el tutor provee un modelo cognitivo de rendimiento competente, con el cual detectará, diagnosticará, corregirá y contrarrestará las ideas equivocadas o erróneas del condiscípulo menos dotado para el aprendizaje.

### Los “metaconceptos” como el criterio organizador

Los metaconceptos se evidencian como conceptos articuladores y dinamizadores de los contenidos de aprendizaje de las ciencias. Según Veglia (2007), los metaconceptos son “*conceptos estructurantes con un alto poder de abstracción y generalidad, de carácter multidisciplinar, que pueden estar atravesando cualquier contenido del área*”. De forma básica, para relacionar y organizar la enseñanza de las ciencias naturales, se sugieren 5 metaconceptos: unidad, diversidad, cambio, interacción y sistema.

Por ejemplo, para el bloque 3: el agua, un medio de vida, los metaconceptos a desarrollar serían: Unidad: es un líquido vital, disolvente universal, constituye la hidrosfera y las tres cuartas partes del agua del planeta; Diversidad: superficia-

les (dulce, salada) y subterráneas (acuíferos termales, minerales, blandas y duras: Cambio: estados (sólido, líquido y gaseoso) y ciclo (evaporación, condensación, precipitación e infiltración); Interacción: agua – seres vivos; agua – seres humanos (contaminación, usos, fuentes de energía e inspiración); y Sistema: estructurado por dos gases (hidrógeno y oxígeno), ecosistemas.

### Investigación como metodología de aprendizaje básico

Pasar de una concepción de la ciencia centrada en el academicismo y la educación tradicional que privilegia la memorización-repetición de saberes inconexos, descontextualizados y desactualizados, hacia el discernimiento como herramienta para construir conocimientos, emplear procesos de indagación e investigación para satisfacer las necesidades de aprendizaje que poseen todos los seres humanos.

Temas de pequeñas investigaciones grupales podrían ser: contaminación de vertientes y polución del aire por el smog producido por los tubos de escape de los automotores, la basura en las veredas, calles y parques, el cuidado de plantas y animales pequeños en acuarios y terrarios que sean de responsabilidad de los estudiantes, entre otros.

Como estrategias para investigar con los estudiantes se sugieren:

— La investigación guiada para superar la tradición (observación, problema, hipótesis, experiencia, análisis y conclusiones como un conjunto de pasos a memorizar).

— Superar la demostración como único modelo de aprendizaje en el laboratorio y sustentar el diseño experimental con los estudiantes.

— Fomentar la participación de los alumnos en actividades científicas y tecnológicas: clubes, ferias, congresos, concursos, olimpiadas, visita guiada, excursión, campamento y estada científica.

### Actividades extraescolares

Rutinas de aprendizaje diferentes que generan regocijo, contextualizan y recrean experiencias de trascendencia vital y ennobecedoras del espíritu humano; las salidas, excursiones al campo, trabajo en el huerto, salidas al mercado y visitas a museos de ciencias naturales, a más de permitir el disfrute de los escenarios y paisajes hermosos a través de expediciones al campo y la ciudad, suscitan mucho entusiasmo de parte de los alumnos. Si junto a ello se integra una planificación didáctica adecuada y la verificación a través de instrumentos de evaluación, la tarea situada resulta bastante motivadora y desarrolladora de procesos mentales superiores.

Con relación a este tipo de actividades, Kaufman y Serafini (Weissmann, et al., 1993) exponen: “*la huerta constituye un espacio donde los alumnos se acercan a trabajar de manera espontánea, autónoma respecto de la dirección del docente, y los maestros encuentran un nuevo desafío: compartir la jornada de trabajo con niños muy interesados por el aprendizaje*”.

### El cine como recurso didáctico

Resultaría cómico manifestar a los hijos o estudiantes que, como producto de su pésimo comportamiento, serán obligados a ir al cine o que su castigo será ver los filmes de Harry Potter, la historia sin fin, quisiera ser grande, pollitos en fuga, bichos, regreso al futuro o el señor de los anillos... La motivación por este tipo de actividades es intrínseca. De ahí que, usarlo como herramienta para el aprendizaje sería un gran acierto en un mundo audiovisual, en que educandos y profesores se ven asediados por imágenes de manera constante. No obstante, es necesario también, realizar lecturas críticas de sus textos.

### El acompañamiento de profesionales

La visita de médicos, odontólogos, enfermeras, tecnólogos, laboratoristas, agrónomos, químicos, físicos y otros representantes de la comunidad donde se ubica la escuela, constituye una oportunidad valiosa para generar un aprendizaje significativo y situado. Nadie mejor que ellos y ellas, que ejercen una profesión relacionada con el ámbito científico, puede apoyar en el mejoramiento de la calidad educativa de un centro escolar.

Como protagonistas de esta estrategia, los padres y madres de familia, así como los representantes de los estudiantes y los profesionales de la comunidad cercana, influirán positivamente al despertar intereses positivos hacia las producciones de la ciencia y la tecnología, mostrarán de primera mano su utilidad y evolución, así como las implicaciones sociales, culturales y ambientales para el mundo que habitamos en la actualidad.

### Integración de las TIC

De la mano del progreso de las tecnologías de la información y la comunicación, emergió la urgencia para desarrollar, hoy más que antes, las habilidades para aprender de manera autónoma. A través de la web se accede a capacitación y formación de pre y postgrado. Además, en todo momento y en casi cualquier sitio, se dispone de amplia cantidad de información y herramientas digitales de los más variados ámbitos a través de internet, la telefonía celular y la televisión por cable. En este contexto tecnológico, resulta más relevante el desarrollo de las competencias digitales para buscar, filtrar, organizar, generar contenidos, compartir y comunicar información, antes que la simple capacidad para descargar y copiar información de la web y la televisión.

En la actualidad, la educación expandida y las nuevas tecnologías para la ense-

ñanza de las ciencias, el aprendizaje visual y los entornos virtuales de aprendizaje son nuevos escenarios para el aprendizaje colaborativo. A través de ellas se accede a herramientas digitales, como: Scoopit, paper.li, buscar sonidos, Phet simulaciones, youtube; centros de divulgación científica, como: Estación Ciencia, Exploratum, Instituto Franklin, Maloka, Museo del Niño, Museo Elder, Questacon, Tecnociencia). La televisión de divulgación científica como: Discovery Channel, The History Channel y National Geographic Channel. A revistas digitales, como: Conozca más, Muy interesante, Icarito, Ecosistemas, Historia Natural, Investigación y Ciencia, National Geographic. Finalmente, a bases de datos para la búsqueda científica, como: Cengage, Ebsco, Eduteka, Hinari, Indágala, Issuu, I-eureka, O.E.A., Unesco, Ovid, Scielo, Scirus, Springer, Taylor & Francis y Google Académico.

### Desarrollo de proyectos de tecnología aplicada

En el siglo XXI, la tecnología nos inunda en todos los ámbitos del quehacer humano, por ello constituye una prioridad educativa preparar los niños, niñas y adolescentes, en su utilización adecuada. Urge abrir espacios para el conocimiento y aplicación de nociones básicas sobre técnicas de representación, materiales, estructuras, corriente eléctrica, máquinas simples, motores, informática, robótica y biotecnología. La construcción de pequeños artilugios. En este contexto, desde hace mucho tiempo se viene aplicando esta estrategia, con la nominación de tecnología a edades tempranas.

### Uso de organizadores gráfico

Estos son esquemas sintetizadores de conceptos básicos y estructurados de las relaciones dinámicas entre los conocimientos. En la actualidad, se cuenta con

más de un centenar de alternativas gráficas para desarrollar procesos de memorización, comprensión y razonamiento complejo: mapas conceptuales, mentefactos, mapas mentales, mandalas, etc. De igual manera se dispone de una variedad de herramientas digitales para el diseño creativo, económico y fácil de la multiplicidad de organizadores gráficos disponibles. Por ello hoy, estas herramientas se conocen como Organizadores Gráficos Interactivos (OGIS). Entre los principales paquetes informáticos: Cmap Tools, Inspiration, Edraw Max, Mindjet Mindmanager, FreeMind, Intel, Open office Draw, SmartDraw, Timeline maker, Cronos, Microsoft Visio, Prezi, Spider Scribe.net, Edistorm, Wridea, Lucidchart, Spicynodes, Chartle.net, Gliffy, Creately, Mindomo, entre otros.

### Aplicación de las rúbricas como efectivas herramientas para la enseñanza-aprendizaje -evaluación.

El seguimiento, acompañamiento y verificación sistemática del cumplimiento de tareas de parte de los estudiantes, ayuda a mejorar sustancialmente los resultados de aprendizaje. Para ello, todo docente debería usar esta estrategia poderosísima de aplicación reciente: las rúbricas, son guías de puntuación de los estudiantes que describen las características específicas de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento, con el fin de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno, de valorar su ejecución y facilitar la proporción de feedback (Andrade, 2005; Mertler, 2001; Moskal, 2000; Stevens y Levi, 2005; citado por Bujan, Rekalde y Aramendi, 2011).

### Conclusiones

Como resultado de los aportes de la filosofía, sociología, epistemología, ética, economía e historia de la ciencia, se pueden definir varias tendencias esenciales:

énfasis en la dimensión social de la ciencia, relevancia de la actividad científica frente saber científico, aproximación interdisciplinaria entre filosofía, sociología y ciencia.

Los procesos de producción, difusión y aplicación de conocimientos son inaplicables al margen de los intereses económicos, políticos y militares.

La ciencia y tecnología no son neutrales, prevalece el interés, los condicionamientos y el planteamiento de fines para su desarrollo. En procura de mejorar la comprensión científica es necesario utilizar de manera reflexiva y fundamentada las ideas y métodos disponibles propios del quehacer científico.

La ciencia constituye un tipo de conocimiento falible y se perfecciona a partir de los conocimientos y productos antecedentes, en otras palabras las teorías pue-

den ser refutadas, además, la ciencia avanza mediante la construcción de consenso en comunidades científicas, constituye un proceso de construcción social.

Frente a esta realidad lastimera y pesimista, es necesario emprender procesos de enseñanza aprendizaje que tomen en cuenta, los enormes esfuerzos y conocimiento que han alcanzado los investigadores en torno a cómo deberían aprender ciencia los estudiantes en las aulas de clase, así como la vinculación necesaria del aprendizaje de la ciencia con las problemáticas cotidianas del ambiente que viven, deberían formar parte sustancial en las acciones para el mejoramiento de su enseñanza y aprendizaje. Un ejemplo concreto constituyen las 22 alternativas didácticas relatadas como estrategias para mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales en Ecuador. •

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnet, M. (2011). *Ciencia, conciencia, paciencia*. La Habana: Ed. Boloña.
- Bernal, J. (2007). *La ciencia en la historia*. La Habana: Ed. Científico-Técnica.
- Bujan, K., Rekalde, I., Aramendi, P. (2011). *La evaluación de competencias en la Educación Superior*. Bogotá, Colombia: Eduforma.
- Castaño, C. (2011). *Curso de Didáctica de las Ciencias Naturales*. Quito: Mineduc.
- Colectivo de Autores. (2004). *Didáctica de las ciencias. Nuevas perspectivas*. La Habana: Pueblo y educación.
- Driver, R., Guesne, E., Timberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Flechsigt, K., Schiefelbein, E. (2003). *Veinte modelos didácticos para América Latina*. Washington: OEA.
- Gaarder, J. (1999). *El mundo de Sofía*. La Habana: Editorial Arte y Literatura.
- Gagliardi, R. (1988). *Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias*, *Enseñanza de las Ciencias*, 6, Vol. 3, pp. 291-296.
- Guerra, F. (2011). *El aprendizaje renovado de las ciencias naturales en la escuela y el colegio*. (DOI: <http://sofos-proyectoidea.jimdo.com/app/download/6160271982/EL%20>).
- Guerra, F. et al. (2013). *Modelo educativo UTN*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Johnson, G. (2008). *Los diez experimentos más hermosos de la ciencia*. Madrid: Cayfosa.
- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económico.
- Mineduc (2010). *Introducción a la Actualización Curricular de la Educación General Básica. Área de Ciencias Naturales*. Quito: Mineduc.
- Morin, E. (2010). *La cabeza bien puesta*. Guayaquil: Eduquil.
- Núñez, J. (2007). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. La Habana: Félix Varela.
- Osborne, R., Freyberg, P. (1998). *El aprendizaje de las ciencias, influencia de las ideas previas de los alumnos*. Barcelona: Narcea.
- Pauwels, L. Y Bergier, J. (1979). *La rebelión de los brujos*. Madrid: Plaza & Janes.
- Pozo, J., Postigo, Y. (2000). *Los procedimientos como contenidos escolares*. Barcelona: Edebé.
- Ramirez, A. (2001). "Problemas teóricos del conocimiento indígena". Yachikuna. (DOI: <http://icci.nativeweb.org/yachaikuna/1/ramirez.pdf>).
- Rodari, G. (2008). *Gramática de la fantasía. Introducción al arte de inventar historias*. Caracas: Editorial Laboratorio Educativo.
- Rosewntal, T; Zimmerman, B; Bandura, A; Anthony, E. (2008). *Teorías del aprendizaje social (I)*. Caracas: Editorial Laboratorio Educativo.
- Shayer, M., Adey, P. (1986). *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea.
- Sheckles, M. (1964). *Cómo enseñar ciencias al escolar*. Buenos Aires: Paidós.
- Thomson, G. (2009). *Los primeros filósofos*. La Habana: Ed. Ciencias Sociales.
- Vargas, A., López, M., Lillo, C., Y Vargas M. (2012). *El papiro de Edwin Smith y su trascendencia médica y odontológica*. (DOI: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012001000020&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012001000020&script=sci_arttext)).
- Veglia, S. (2007). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo. Claves para la reflexión didáctica y la planificación*. Buenos Aires: Novedades educativas.
- Weissmann, H. et al. (1993). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.

Recibido: 7 noviembre 2014  
Aceptado: 8 abril 2015



“El que no sabe obedecer, no sabe mandar”

Eloy Alfaro