

## **PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DURANTE LA INSTALACIÓN DE LA REUNION DE LA JUNTA DIRECTIVA DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL CARIBE (CCC). Noviembre 23 de 2001.**

Permítanme expresarles el más cordial saludo de bienvenida a Colombia y a esta ciudad tras el objetivo, por todos los aquí presentes compartido, de trabajar por el fortalecimiento de la Comunidad Científica del Caribe y dar comienzo al desarrollo de Programas para que ello sea una realidad.

La Academia Colombiana de Ciencias los recibe y acoge con sentimientos de la más profunda fraternidad y el firme convencimiento de que sólo trabajando de consuno, podemos alcanzar el objetivo de contribuir a fortalecer la capacidad científica de nuestros países, tan necesaria para abordar los problemas cada vez más complejos del presente y de los que sobrevendrán en el futuro. Si lo logramos habremos contribuido a crear las bases para el bienestar general de nuestros conciudadanos.

Pero no debemos olvidar que todavía nos falta mucho por hacer para que, quienes deberían ser los protagonistas de los procesos encaminados a tan elevado propósito, comprendan y tengan plena conciencia del papel que corresponde al conocimiento científico en la solución de tales problemas. En particular, del conocimiento científico que nosotros mismos ya seamos capaces de generar, tras el escudriñamiento sistemático y metódico de nuestras realidades naturales, ambientales, socioeconómicas, históricas, políticas y culturales, condición a la vez indispensable para el diseño de un modelo de desarrollo sostenible de inspiración endógena.

Por lo anterior, considero de la más alta prioridad realizar esfuerzos dirigidos a que la ciudadanía y, en particular, nuestros dirigentes, tengan plena conciencia de la manera cómo el desarrollo exponencial del conocimiento científico ha sido el factor que ha incidido con mayor intensidad, en la calidad de la vida de las sociedades que lo crean y utilizan.

Por lo mismo, para los países que aún les falta mucho por hacer para fortalecer la capacidad científica propia, tan intenso y acelerado desarrollo del conocimiento ha significado la profundización de la brecha que los separa de los llamados países desarrollados y cada vez mayor dependencia económica de estos mismos países.

Por lo mismo, en lo que concierne a nuestros países, más pronto que tarde tenemos que continuar esforzándonos por el fortalecimiento de la calidad de la educación, en todos sus niveles, en especial, de los sistemas de formación de nuevas promociones de científicos, así como por robustecer la investigación científica participativa y solidaria que permita elevar la eficacia de las acciones y ampliar las estrategias mediante la colaboración entre países que como los nuestros, pese a los avances consolidados en los últimos años, tenemos todavía muchos vacíos por llenar.

En el siglo XXI será cada vez más necesario convencer a los gobiernos de los países de la región del Gran Caribe sobre la necesidad de adoptar una política dirigida a promover programas de cooperación, que sin dejar de tener en cuenta las realidades y problemas de cada país, promueva el surgimiento en la región de modelos de desarrollo de inspiración endógena que hagan posible crear capacidad científica que nos permita abordar y solucionar los problemas comunes.

Entre otros, por ej., las políticas de cooperación deben dirigirse a que los países de la región, con fundamento en los conocimientos científicos logrados sobre sus recursos y potencialidades, desarrollen nuevas tecnologías y medios de producción que enriquezcan nuestros recursos naturales con el “valor agregado” del conocimiento.

Teniendo en cuenta las responsabilidades que en tal proceso conciernen a los educadores de todos los niveles

se deben poner en práctica políticas dirigidas a estrechar los nexos entre las Instituciones de todos los niveles del Sistema Educativo y crear redes para las distintas disciplinas del saber, en referencia a toda la región.

Como ha sido destacado en las conferencias regionales de UNESCO, a las Instituciones de Enseñanza Superior de los países en desarrollo, corresponde papel protagónico en el proceso de mejoramiento de la calidad de todo el sistema educativo así como en la promoción de las capacidades endógenas. En esos mismos certámenes se ha destacado la necesidad de establecer organizaciones intergubernamentales, en regiones afectadas de problemas similares, como es también el caso de la región del Gran Caribe.

Con toda razón en nuestras reuniones efectuadas en la ciudad de La Habana, y en Cartagena de Indias, nos comprometimos a trabajar de consuno en la integración de esfuerzos y acciones que permitan compartir, las capacidades ya existentes en nuestros respectivos países y así extender sus beneficios a toda la región del Gran Caribe.

Para dar cumplimiento a tal compromiso estuvimos de acuerdo sobre la necesidad de formular recomendaciones a los gobiernos en cuanto a la definición de políticas nacionales, regionales e internacionales, de desarrollo de la ciencia y la tecnología y de impulso a la innovación tecnológica.

El mismo compromiso significa también que realicemos proyectos sustantivos de cooperación encaminados a dar respuesta a las principales necesidades de los países de la región. Debemos comenzar por identificar posibles fuentes de financiación y por obtener facilidades materiales suficientes, así como la asesoría especializada para el mismo fin.

Se pensó que es necesario que los Gobiernos de los países de la región, aporten al mínimo, el 1% del gasto público, destinado al financiamiento de actividades de investigación y desarrollo en ciencia y tecnología, sin menoscabo de los aportes actuales de los Gobiernos a las universidades y a otras entidades públicas.

Desde luego, los Estados tienen que implementar los objetivos y acciones ya mencionadas, mediante el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales y sociales; así como de la formación de nuevas promociones de científicos, incluyendo la capacitación a través de maestrías y doctorados.

Para todo ello se requiere promover el intercambio de docentes, estudiantes e investigadores y fortalecer así la capacidad científica de los países del Caribe.

Al mismo tiempo, mediante la ayuda mutua de nuestros países, tenemos que implementar "centros" de investigación científica y tecnológica altamente calificados para el estudio y solución de problemas o el aprovechamiento de potencialidades presentes en un determinado lugar de nuestra región. Se requiere también promover proyectos conjuntos a corto y largo plazo de investigación científica, dirigidos al mejoramiento de la producción económica sostenible, mediante el apoyo financiero de los gobiernos de los países involucrados.

En síntesis, la Comunidad Científica del Caribe, requiere de la colaboración de los Gobiernos de los respectivos Estados, para complementar los programas regionales de ciencia, tecnología y educación, que decida adelantar, tras el logro de los objetivos para los cuales fue establecida.

Considero que entre tales programas, debería dar prioridad a los siguientes:

- Programas de Construcción de Capacidad Científica Regional, ejecutables, mediante la creación de Redes de Cooperación entre universidades y entidades de educación científica estatales e industriales, que promuevan la cooperación de científicos de las Ciencias Naturales y Sociales y de las diferentes tecnologías o ingenierías.
- Fortalecimiento de la comunicación e información entre la Comunidad Científica, el estado y los responsables de las decisiones de los sectores productivos, para lograr el diseño de proyectos de investigación aplicada.
- Programas de formación en los niveles básicos, secundario y universitario, dirigidos a estudiantes y a Maestros, fundamentados en el principio de la internalización de los métodos de la Ciencia y de la cultura científica en el sistema educativo.

Desde el punto de vista operativo, esto implica dar prelación a la "contextualización" de los conocimientos científicos universales ya disponibles con las realidades de nuestros entornos locales y regionales, a través de la confrontación de los conocimientos disponibles con tales realidades.

Esto con el fin de valorar la fuerza explicativa de tales conocimientos y si es o no necesario complementarlos, ampliarlos o sustituirlos por nuevos conocimientos que precisa crear para lograr la comprensión de los fenómenos y realidades de entornos tan particulares, como los de nuestra región. Esto pone en evidencia los alcances y beneficios y realidades de la creación científica y muestra la necesidad de mejorar en tal sentido la calidad de la educación.

Programas, en fin, de “Difusión de la Ciencia”, dirigidos, a la concientización del público, en general, sobre la importancia de la ciencia y de sus aplicaciones para consolidar el bien común.

Esta es también la filosofía en la cual se apoya el Proyecto presentado a la ICSU con el objeto de lograr su apoyo financiero y que se discutirá, según está previsto, en desarrollo de la Agenda de Trabajo de esta reunión.

Bienvenidos a esta reunión, Señores Miembros de la Junta Directiva de la Comunidad Científica del Caribe. Estoy seguro que con la colaboración de todos uds. las reflexiones y análisis que se efectúen en desarrollo de los temas contemplados en la agenda que me permití someter su consideración, esta reunión significará un paso hacia adelante en el fortalecimiento de la comunidad y de sus objetivos, comenzando por aquellos a los cuales me he referido en estas palabras a modo de introducción.

## COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL CARIBE

### Acta No. 01/2001

#### Reunión Junta Directiva

Los días 23 y 24 de noviembre de 2001, se celebró en Bogotá – Colombia, la reunión de la Junta Directiva de la Comunidad Científica del Caribe (CCC).

Asistentes: Luis Eduardo Mora Osejo, Presidente Harold Ramkisson, Vicepresidente, Francisco Guzmán Pasos, Tesorero, Mario Bonetti, Vocal e Ismael Clark Arxer, Secretario.

Como invitados participaron: José A. Lozano – Colombia, Mariano José Vargas – Nicaragua, Sergio José Pastrana – Cuba y Ricardo Salazar – Colombia.

### AGENDA

1. Discusión del plan de actividades de la CCC para los próximos dos años.
  - a) Elaboración del texto de una petición dirigida a los organismos decisorios de los Estados del Caribe que forman parte de la CCC sobre la necesidad de conceder a la ciencia y la tecnología la prioridad que se merecen como campos de acción imprescindibles para el desarrollo integral de los respectivos países, en particular, en lo que concierne a la educación y al fortalecimiento de los sectores económico, de la salud y de la cultura, en general.
  - b) Elaboración de un plan de intercambio de profesores e investigadores de las ciencias, exactas, naturales y humanas para fortalecer programas de investigación de mejoramiento de la calidad de enseñanza en los niveles: básico, medio y superior.

- c) Creación de una revista científica de la CCC.
  - d) Realización de un ciclo de conferencias itinerante que cubra los países del área del Gran Caribe, sobre temas en los cuales el país del conferencista haya logrado un desarrollo científico o tecnológico descollante.
  - e) Revisión del proyecto sobre el establecimiento de una red de institutos para el mejoramiento de la capacidad científica de los países del Caribe para presentar a ICSU (debe ser presentado, a más tardar, en marzo del 2002, para financiación en el 2003).
  - f) Realización de un encuentro interdisciplinario con participación de las ciencias exactas, naturales, económicas y sociales sobre “Conocimiento Científico vs. Sostenibilidad”, de manera que la CCC pueda contribuir con una ponencia en la reunión de Johannesburgo: Río más diez.
2. Plan de promoción y ampliación de la membresía de la CCC.
  3. Vinculación de la CCC a organismos internacionales de carácter científico y cultural, tales como UNESCO, ICSU, IAP.
  4. Identificación de posibles fuentes de financiación para desarrollar las actividades anteriores.
  5. Asuntos generales.

### ACUERDOS

1. Se aprueba la agenda de la reunión.

2. Los Dres. Lozano y Vargas redactarán un proyecto de acuerdo especial para someter a la Junta Directiva.
3. Las instituciones miembros de la CCC comunicaran a los Dres. Clark y Guzmán hasta el 31-01-02 las capacidades y posibilidades de intercambio en el seno de la CCC y a partir de esas contribuciones se prepara un documento por ellos que será presentado a las instituciones miembro antes del 31-03-02.
4. Los Dres. Ramkissoon, Vargas y Bonetti constituyen un comité para elaborar las ideas para la creación de una revista y un boletín de la CCC, de acuerdo con las líneas recogidas en los minutos de esta reunión y presentarán una propuesta a los miembros de la Junta Directiva antes del 31-03-02.
5. Se revisó el proyecto presentado al ICSU y se acordó reformularlo. Cada institución miembro comunicará sus intereses para el nuevo proyecto al Presidente. El Dr. Ramkissoon ayudará en la redacción final del documento con la ayuda de expertos en este tema, para poder evaluarlo por las instituciones miembros y hacer su presentación antes de la fecha tope al ICSU.
6. Los países miembros harán llegar al Secretario los criterios de sus respectivas comunidades científicas sobre el tema de conocimiento científico y sostenibilidad con el objetivo de redactar una posición común de la CCC sobre el tema a los efectos de presentarla ante la Conferencia Cumbre de Johannesburgo.
7. Se continuará trabajando en contacto con las demás instituciones que potencialmente puedan ser miembros para continuar ampliando la CCC.
8. El Dr. Ramkissoon preparará un borrador de plegable divulgativo y lo circulará a los miembros de la Junta Directiva antes del 31-12-01 para su publicación en la Academia Colombiana de Ciencias.
9. La Presidencia de la CCC hará gestiones con OEA, TWAS, UNESCO, ICSU e IAP con el fin de establecer vínculos formales en estas organizaciones.
10. Los miembros de la CCC enviarán a la Secretaría información sobre los intereses de proyectos y posibles fuentes de financiamiento para establecer los posibles primeros proyectos multilaterales de interés común.
11. Se acuerda celebrar la próxima reunión de la Asamblea en Santo Domingo en la última semana de noviembre de 2002.
12. Se aprueba el Acuerdo de Bogotá, que se adjunta al Acta.

LUIS EDUARDO MORA OSEJO  
Presidente

FRANCISCO GUZMÁN PASOS  
Tesorero

HAROLD RAMKISSOON  
Vicepresidente

MARIO BONETTI  
Vocal

ISMAEL CLARK ARXER  
Secretario

## PENSAR LA VIDA<sup>1</sup>

La vida es quizás uno de los fenómenos naturales más singulares que ocurren en nuestro planeta cuyo conocimiento racional y objetivo, por múltiples circunstancias, entre ellas, motivaciones culturales y religiosas, permaneció por mucho tiempo estancado y envuelto en el mis-

terio. Solamente a comienzos del siglo XIX nació la Biología como disciplina científica unitaria, cuando el zoólogo francés **Jean Baptiste Lamarck** (1744-1829) concluyó que todos los seres vivos metabolizan, se desarrollan, crecen, se reproducen, heredan caracteres de los

<sup>1</sup> Palabras pronunciadas por el presidente de la Academia el 18 de octubre de 2001 en Cali durante el encuentro: Filosofía y Medio Ambiente.

respectivos progenitores y evolucionan. Siempre rodeados por un entorno propicio, con el cual permanentemente interactúan.

En efecto, se trata de funciones compartidas por todos los organismos, cuya interacción conjunta hacia el interior del organismo o hacia el entorno constituye la dinámica de la vida. Desde cuando Lamarck en su *Philosophiae Zoologique* (1809) dio a conocer esta teoría, la Biología constituye una disciplina independiente y autónoma de las Ciencias Naturales, en particular, con respecto a la Física y a la Química, de las cuales se diferencia tanto en los aspectos metodológicos como conceptuales.

Pero, a pesar de los sorprendentes avances y múltiples intentos que desde antaño ha efectuado el hombre por responder a la pregunta: ¿Qué es la vida? las conclusiones no siempre han resultado satisfactorias. Así provengan de intentos de inspiración holística o reduccionista. Estas últimas procedentes de la Física y, en particular, de los estudios sobre sistemas físicos simples, desprovistos de propiedades emergentes, en contraste con los sistemas biológicos, complejos. Además, sin tener en cuenta que la vida es un fenómeno dinámico, complejo, que desde su aparición ha tenido un desenvolvimiento histórico igualmente complejo.

Con razón **Mahner & Bunge** (1997) afirman que el “misterio” que se ocultaba tras la pregunta: ¿Qué es la vida? Comenzó a esclarecerse solamente al finalizar el siglo XX, mediante la interacción dialéctica de las disciplinas de la Biología Organísmica y de la Biología Molecular, en coincidencia con la superación, en el transcurso del siglo pasado, de las aproximaciones vitalistas y mecanicistas.

Como es conocido, según el vitalismo, los organismos, se distinguen, por ser entidades especiales, inmateriales, a modo de entelequias, con tendencias a perseguir metas, a adoptar formas globales especiales o, a generar impulsos particulares.

Por otra parte, dentro del mecanicismo se pueden distinguir dos versiones; la versión mecánica y la versión físico-química.

De acuerdo con la versión mecánica extrema, los organismos representan sistemas análogos a las máquinas, en coincidencia con el pensamiento de **René Descartes** (1596-1650). Mientras que según el mecanicismo moderado, los organismos pueden ser descritos como máquinas formales, diferenciadas según el organismo, aunque siempre coincidentes con los autómatas autorreproducibles de **von Neumann**. Según la versión fisicoquímica los organismos son equiparables a sistemas físicos o a

sistemas químicos, o también, a sistemas fisicoquímicos complejos.

En cambio, como lo expone **Bunge** (1979) la visión biosistémica reconoce el fenómeno del “bios” como un nivel emergente del sistema químico. De acuerdo con esta visión las unidades sistémicas, para cualquiera de las disciplinas biológicas, son los organismos, inmersos en un medio ambiente, con el cual interactúan permanentemente. El organismo como tal, está integrado por subsistemas moleculares, celulares, orgánicos interactuantes. Del mismo modo, los organismos se integran en supersistemas: poblaciones, comunidades y ecosistemas también actuantes entre sí y con el entorno.

Por supuesto, las unidades de la Biología u organismos constituyen totalidades. Principio no siempre aceptado, sobre todo mientras predominó la influencia del mecanicismo y con éste la del reduccionismo.

La visión sistémica de la vida, es sustentada, entre otros autores, por **Bertalanffy** (1968); **Wuketits**, (1978), **Mayr**, (1996) y **Mahner & Bunge** (1997). De acuerdo con esta visión, la vida como tal sería una propiedad emergente de un sistema complejo de cierta composición y estructura, inmerso e interactuante con un entorno apropiado.

Las funciones biológicas o biofunciones, llevan implícitas ciertas connotaciones teleológicas, al punto que la palabra función puede ser reemplazada por la palabra propósito, sin que se modifique sustancialmente su significado.

La noción de biofunción contribuye a esclarecer los significados de los términos “adaptación” y “adaptabilidad” ambos diferentes del concepto “adecuación” o “fitness”, como lo llamara **Charles Darwin**, (1809-1882) en su obra “*On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of favored Races in the Struggle for Life* (1859).

El término “adaptación” da por sentado que el ser vivo o biosistema no puede existir sino inmerso en un entorno o “habitat”, con el cual interactúa. Concepto este último estrechamente relacionado con el de “medio-ambiente”, como lo exponen **Mahner & Bunge**, (1997). Por consiguiente, cuando se afirma que un organismo está adaptado, por ej. al habitat “humedal” quiere decir, que puede sobrevivir y reproducirse exitosamente si interactúa con un medio cuyas condiciones coinciden con las de un humedal. Por consiguiente, la adaptación no es puntual, es un concepto fenomenológico. No tiene que ser necesariamente un determinado humedal, aunque sí tiene que cumplir las condiciones de dicho hábitat.

En cambio, la *adaptabilidad* se refiere al ajuste de los organismos a un hábitat, de por sí sujeto a cambios. También en este caso suele hablarse de adaptaciones fisiológicas, de ajustes fenotípicos, de aclimataciones o modificaciones que pueden ser reversibles o irreversibles. Por ej., los seres humanos, entre otros mamíferos, pueden adaptarse a las grandes alturas, mediante el incremento del número de eritrocitos para compensar el decrecimiento de la concentración del oxígeno del aire a medida que la altura s.n.m. del hábitat aumenta.

Muchas plantas cambian de forma según la altura del hábitat. También algunos peces cambian de colores, según las condiciones del hábitat. La plasticidad fenotípica contribuye a determinar el grado de adaptabilidad de un organismo. En este caso, el término “adaptación” encierra la noción de estado de ajustamiento de un organismo a su ambiente. En este sentido, el significado de adaptación coincide con el de adecuación o con el de “fitness” de **Darwin**.

Este concepto se refiere a la propiedad de equilibrio entre el sistema complejo: organismo-ambiente. Propiedad que puede ser alterada por los cambios del organismo o también en una o más componentes del respectivo ambiente, o de ambos. Por lo mismo, la noción de adaptabilidad presupone actividad del organismo y dinámica del hábitat.

La adaptación, en este sentido, tiene mucho que ver con el papel de la “selección natural”, engendradora, de adaptación en el sentido de “fitness”, equivalente a ajustamiento al hábitat, en el sentido de **Darwin** y por ende, con el concepto de éxito reproductivo. Ambos de particular relevancia para el proceso de la evolución, según la teoría de **Darwin**.

En síntesis, bajo este significado, la adaptación es un indicador del estado de ajuste de un organismo a las características del medio ambiente.

Recordemos que todavía a lo largo del siglo XVIII, predominó el dogma de “la constancia de las especies de los organismos”. Fue a comienzos del siglo XIX, cuando también **Lamarck** (1809), propuso la teoría, según la cual las especies de organismos existentes, provenían de otras especies ya desaparecidas. Con este enunciado se proponía, por primera vez, la teoría de la evolución, fortalecida años más tarde por **Charles Darwin**, (1859), quien además formuló una teoría completamente nueva y original sobre las causas del fenómeno. Es decir, la teoría de la “variabilidad heredable de los organismos, responsable de la diversidad de los mismos, sobre la cual actúa la “se-

lección natural”, ejercida por las condiciones del ambiente que “selecciona” los variantes individuales más aptos.

En la década de los años 30 del siglo XIX **Schleiden** (1838) y **Schwan** (1839) fundaron la “**Teoría celular**” y años más tarde, **Virchow**, anunciaba el principio que marcó un hito en la historia de la Biología: “**Omnis cellula e cellula**”. Desde entonces, la célula pasó a ser considerada como la unidad fundamental de toda forma de vida.

Durante el pasado Siglo XX, las investigaciones biológicas, bajo la visión de la teoría de la evolución y de la teoría celular, se orientaron a indagar por el origen de la vida, al tiempo que surgieron nuevas disciplinas experimentales y teóricas; tales como, la Bioquímica, la Genética, la Teorías de Sistemas y de la Información. Los estudios efectuados en estos campos, entre otros, permitieron ganar nuevos puntos de vista y extender las ideas de **Darwin** hacia la búsqueda de una explicación sobre el *origen de la vida*. Por otro lado, el conocimiento de las propiedades de la materia, demostró ser una condición importante para la comprensión de los sistemas vivientes.

Entre las contribuciones sobre el origen de la vida, merece destacarse, la del bioquímico alemán **Manfred Eigen** (1973) autor de la “Teoría del Hiper ciclo”. **Eigen** (l.c.) partió del principio, según el cual, todas las células vivas contienen moléculas de proteínas y ácidos nucleicos. Estos compuestos evolucionaron en estrecha interrelación. La interacción entre ambas clases de moléculas conduce a un sistema estable; pero siempre y cuando la capacidad catalítica de la molécula de proteína se mantenga y utilice en la reducción al mínimo de las fallas en la replicación de las moléculas de ácidos nucleicos. De otra parte, la secuencia de nucleótidos debe contener la suficiente información para la síntesis de la molécula de proteína. **Eigen** (l.c.) calculó la probabilidad estadística para el origen de un hiper ciclo y la selección del más apropiado. **Eigen**, (l.c.) llegó a la conclusión que sí existe tal probabilidad, determinante de la aparición de las formas más elementales de vida en la tierra.

Aún cuando la teoría de la evolución de **Darwin** no facilita la reconstrucción, paso a paso, de la secuencia exacta de los sucesos que finalmente dan lugar a la aparición de una especie nueva; en cambio, si facilita la captación de las condiciones decisivas para el desarrollo de nuevos niveles de organización, dotados de características cualitativas nuevas y de las consecuencias derivables de tal proceso.

**Mayr** (1982) se ha preocupado, como pocos otros autores, por evitar interpretaciones erróneas sobre las ideas

de **Darwin** acerca de la evolución, en particular, sobre el fenómeno de la "Selección Natural". **Mayr** (l.c.) incluye entre los grandes logros del darwinismo y de las investigaciones del siglo pasado, efectuadas bajo tal visión, haber podido *demostrar la unidad de la Biología*, no obstante la inmensa diversidad de organismos.

También **Mayr** (1982), reflexiona sobre la dicotomía, entre fenotipo y genotipo y hace énfasis en que la "selección natural" actúa sobre el fenotipo y no sobre el genotipo, sin que ello implique desconocer el significado de la Genética en el esclarecimiento de los procesos de la evolución.

Pone también énfasis en que los objetos de estudio de la Biología son objetos complejos, asimilables a biosistemas de diversos niveles de complejidad, caracterizados por diferentes propiedades emergentes. De donde deduce que no es posible pretender reducir la Biología a otras ciencias, como la Física, la Química o la Fisicoquímica. Las acciones o actividades propias de una especie resultan de tales propiedades emergentes, en particular, las interacciones entre varios individuos y poblaciones de una especie.

Así, fue posible que emergiera la cultura humana de interacciones sinérgicas entre varios eventos evolutivos de la especie *Homo sapiens sapiens*. Quizás el más importante consista en el refinamiento evolutivo de las funciones del cerebro. El uso de herramientas, la formación de sociedades que comparten un trabajo común, el manejo agrícola y, en especial el desarrollo del lenguaje, aparecen a raíz de la creciente sofisticación de las funciones cognitivas y de las destrezas motoras del cerebro del *Homo sapiens sapiens*. Probablemente, relacionadas con el incremento gradual del volumen del cerebro, aunque no como único y decisivo factor.

De acuerdo con **Singer**, (1995,1999), los cerebros de los mamíferos evolucionaron mediante la utilización de estrategias complementarias para representar contenidos. La primera estrategia está radicada en las neuronas individuales que son sintonizadas para dar respuesta selectivamente a constelaciones particulares de sensaciones externas.

La segunda estrategia, de acuerdo con este modelo, consistiría en la integración temporal de las neuronas en un conjunto funcional coherente, el cual representa un contenido particular y, en el cual, cada neurona particular del conjunto, está en sintonía con una característica elemental del objeto percibido.

Los cerebros que tienen la habilidad de enlazar los resultados de sus operaciones computativas y de generar

de esta manera representaciones de sus propios estados internos, son capaces de desarrollar lo que podría llamarse "funciones del ojo interno". Es decir, pueden ser conscientes de su propio desempeño.

El surgimiento de la conciencia fenomenológica atribuible también a los mamíferos superiores y a los primates, vista de esta manera, es una consecuencia del proceso evolutivo, o sea de un proceso que condujo a la aparición de una arquitectura cerebral capaz al mismo tiempo de formular representaciones por la repetición iterativa de operaciones cognitivas elementales.

**Sitte**, (1991) señala que el avance del conocimiento biológico ocurrió desde lo complejo macroscópico hacia lo fundamental microscópico. Esto reviste particular interés, por cuanto, los primeros objetos de estudio de la Biología fueron los objetos más complejos, es decir, aquellos que el hombre percibe espontáneamente con sus sentidos y, de una u otra manera, hacen parte del medio en que se desenvuelve la vida humana. Únicamente cuando el hombre obtuvo la información suficiente sobre los fenómenos y objetos macroscópicos, se esforzó por profundizar, cada vez más, en el conocimiento de los fenómenos y objetos subyacentes en el mundo de lo elemental microscópico.

Por lo mismo, la evolución de los Homínidos durante los dos últimos millones de años fue, prioritariamente, la evolución del cerebro, la cual se tradujo en la evolución de la capacidad de valoración de la información sobre la realidad circundante. Capacidad a la vez limitada por el poder de percepción y resolución del "aparato" sensorial y cognoscitivo. Esto mismo determinó que durante la evolución biológica tal "aparato" estuviera adaptado al mundo de dimensiones intermedias o "mesocosmos".

Durante toda la Edad Media predominó el convencimiento, según el cual, nuestros sentidos si son capaces de captar los aspectos esenciales del mundo de manera correcta y sobre todo exhaustiva. Sin embargo, los avances logrados por la Física sobre el conocimiento del espacio de grandes y pequeñas dimensiones pusieron al descubierto las limitaciones de la capacidad cognoscitiva de la especie humana, (**Mohr**, 2001). Se pudo así concluir también que únicamente las estructuras de la Matemática mantenían validez para cualquier dimensión. Apoyado en ellas, el hombre, logró desde el mesocosmos intentar adentrarse en el conocimiento de los espacios de muy grandes o muy pequeñas dimensiones.

De esta suerte, la matemática devino en el lenguaje de la Física. Pero nuestra capacidad de representación e ima-

ginación permaneció en el mesocosmos. De ahí que nadie sea capaz de imaginarse “fotones” lo que significa “un año luz”.

En lo que concierne a la Biología quizás todo ello haya influido, entre otros para que los estudios sobre la evolución, sucedan a la inversa, y desde lo elemental submicroscópico se intente alcanzar la comprensión de lo complejo macroscópico, en caso que el investigador persista en su interés, también por los organismos en sí mismos. A menudo esto último no ocurre, por cuanto suele erróneamente considerarse que ello sería un tema de la ciencia del pasado, o Historia Natural, como se acostumbra a llamarla.

Durante la época de Darwin era poco lo que se conocía sobre los mecanismos elementales implicados en el origen de una nueva especie; pero entre tanto, se ha avanzado mucho en tal empeño. Al promediar el siglo XIX **Gregor Mendel** (1822-1884), creó una nueva disciplina biológica, la Genética, como resultado de sus estudios sobre la transmisión hereditaria de características morfológicas, de generación en generación y, como conclusión decisiva propuso la teoría sobre la existencia de factores transmisibles o hereditarios o genes. Teoría que por largos años permaneció desconocida. Las propuestas de **Mendel** tuvieron que ser rescatadas y reconfirmadas por **Correns**, **Tschermak** y de **Vries**, al comienzo del siglo XX.

Ya hacia la década de los años 30, de ese mismo siglo, se contaba con nuevos conocimientos sobre la herencia de las características de los organismos, al punto que la teoría de **Darwin**, bajo este nuevo aspecto, pudo ser considerada desde nuevas perspectivas.

Cabe destacar las contribuciones de **Dobzhansky**, (1937), **Huxley** (1942) y **Stebbins** (1950) quienes integraron los resultados de sus investigaciones genéticas y crearon de esta manera la “Teoría Sintética de la Evolución”, más conocida con el nombre de “Neodarwinismo”. A todo ello se sumaron los trabajos de **Fischer** (1930) y **Wright**, (1931) quienes definieron los conceptos de “Fitness” y selección, en términos matemáticos; con lo cual pudieron realizar análisis cuantitativos sobre estos mismos fenómenos.

Las concepciones de los autores mencionados se oponen a los conceptos de **Mayr**, (1984,1998) entre otros autores, quien siempre ha expuesto la teoría, según la cual, para la selección, el gen individual o alelo, no es definitivo, sino el genoma completo. De la totalidad del genoma depende la modelación del fenotipo y como tal, es el genoma completo el que determina la adecuabilidad

del organismo a un determinado hábitat. De allí que los análisis y modelos matemáticos fundamentados en un solo gen o alelo, de acuerdo con **Mayr** (l.c.) son irrelevantes para la comprensión de la evolución. En esta concepción organísmica de la evolución, **Mayr** (l.c.) coincide también con **Darwin** (1859).

En la actualidad, en la Biología se distinguen los siguientes niveles jerárquicos: molécula, macromolécula, célula, organismos multicelulares y ecosistemas. **Darwin** se concentró, de acuerdo con el nivel de conocimiento de su época, en la observación de los organismos y de las especies que ellos conforman, como también de las interacciones entre tales especies y el medio ambiente.

**Darwin** pudo demostrar que las especies de organismos, con el transcurso del tiempo, se adaptan al medio ambiente. Por ejemplo, la diversidad de colores, perfumes y formas de las flores, no hubieran podido surgir si no hubieran estado simultáneamente presentes, en el mismo entorno, las especies de insectos polinizadores que perciben tales atributos como señales indicativas del sitio donde se encuentran las flores productoras del néctar, para alimento de ellos. Fue así también como se pudo establecer la “selección natural” de otros factores implicados sin que **Darwin** hubiera creído necesario detenerse en la consideración de la posible existencia de un nivel elemental, responsable de las respectivas adaptaciones.

Muchos investigadores contemporáneos prefieren dar respuesta primero a preguntas relacionadas con esto último. Así, se preguntan: ¿existen en la realidad, bio-sistemas? Si existen, ¿cuáles son las causas que llevaron a la formación de un bio-sistema y cuáles son las regularidades que puedan reconocerse, por ejemplo, en los niveles jerárquicos superiores ya mencionados de los organismos totales terrestres?

Bajo el nuevo enfoque podría decirse que por evolución biológica ahora se entienden las transformaciones que con el transcurso del tiempo sufren las características transmisibles por herencia de los organismos. De modo que el cambio en el enfoque consiste en dar prelación ya no a la variabilidad fenotípica, sino a la correspondiente al nivel genético. Se sabe que los organismos pertenecientes a una misma especie, diferenciados por uno o muchos caracteres, genéticamente heredados, son portadores de alelos diferentes. Por consiguiente, la evolución consiste en los cambios que ocurren, de generación en generación, de las frecuencias de alelos al interior de una misma población o de una misma especie.

Durante la evolución genética del organismo humano se incrementó paulatinamente la capacidad de pensar y

con ella las estructuras y posibilidades cognoscitivas. El pensar, bajo la influencia de la selección natural, se adaptó a las estructuras del mundo real, es decir, de la naturaleza. Se alcanzó así la identidad, por lo menos parcial, entre las estructuras cognoscitivas y las estructuras reales. Por lo mismo el conocimiento “a priori” del mundo con el cual nacemos está anclado en nuestro genoma en forma de información genética, al igual la información genética para el caminar erguido, el pronunciar articulado de palabras y de escucharlas e interrelacionarlas con estructuras u objetos del mundo real, en fin, la capacidad de ver y de sentir.

De la Biología Evolutiva se desprendió la Biosociología, disciplina que se ocupa del estudio de las relaciones entre los individuos de una misma especie, en particular, del comportamiento social-interindividual. Por lo mismo, no es fácil establecer claras diferencias, con respecto a otros aspectos de la evolución biológica que tienen que ver, respectivamente, o con el comportamiento individual o con el comportamiento colectivo, versus el entorno que las sustenta. Lo primero corresponde a la Etología, mientras lo segundo a la Ecología.

En particular, la Sociobiología trata de valorar las adaptaciones del comportamiento social del organismo y esclarecer así las preguntas relacionadas con la determinación de las causas evolutivas del comportamiento social. La Etología, por otra parte, intenta principalmente explicar las causas inmediatas que inducen determinadas modalidades del comportamiento individual, responsables de las particularidades funcionales interconexas. Por ej., los sistemas de apareamiento.

Dentro de un marco general, la Etología se ocupa también de los estudios comparados del comportamiento de las especies. Entre los exponentes más destacados de esta rama de la Biología se cuentan **Niko Tinbergen** (1907-1988), y **Konrad Lorenz** (1903-1989). **Tinbergen** contribuyó a la teoría del instinto y **Lorenz** hizo contribuciones notables, a la Etología y difundió ampliamente los conocimientos logrados por esta disciplina.

Una de las preguntas ligadas a la Sociobiología, formulada por **Wilson**, (1975,1978) fue la siguiente: ¿Pueden derivarse de la Sociobiología principios éticos, reglas de comportamiento e imperativos categóricos?

Se trata de una pregunta de difícil respuesta, aunque podría preguntarse si realmente su respuesta es de la competencia de la Sociobiología. Puede decirse que la Sociobiología es una disciplina en “estado naciente”, futuro de sólidas perspectivas hacia el futuro.

Del mismo modo, dadas las actuales incertidumbres sobre el futuro de la humanidad y, en general, del planeta recobra cada día mayor urgencia e importancia la reflexión sobre los impactos del actual modelo de desarrollo socioeconómico y cultural globalizado. Corresponde a los biólogos, sociobiólogos y especialistas de todas las disciplinas, científicas detenerse en la consideración de las repercusiones éticas de los avances del conocimiento científico básico y de los usos que se dan o se piensa dar a los conocimientos científicos. Sobre todo, ante el hecho que los resultados de la Ciencia tienen ahora efectos sociales ambivalentes.

De una parte, los resultados de la Ciencia proporcionan inmensos efectos benéficos para la humanidad, pero por otra parte, sobretudo en los tiempos que corren, puede también incurrir en efectos adversos para la sociedad humana y para el sostenimiento de la vida en el planeta, en particular, en consecuencia de las aplicaciones inspiradas en el utilitarismo a ultranza. Por ej., de la Ingeniería Genética. Sin mencionar la compartimentalización e hiperespecialización de las disciplinas, en detrimento de la aproximación interdisciplinaria a la solución de los problemas complejos, como los surgidos a raíz de los impactos sobre los sistemas ambientales que soportan la vida en el planeta.

A manera de conclusión podría afirmarse que la investigación científica, en el futuro, debe fundamentarse en una ética sólida, coherente con los valores consagrados de la calidad de la vida humana. Los mismos en los cuales se asentará su preservación y avance cultural. Solamente así podrá lograrse un desarrollo sostenible, en el que tenga sustento la calidad de vida para las presentes y futuras generaciones. Para ello, tres principios constituirán el fundamento de tal sistema ético: a) preservar la dignidad humana con apoyo en la promoción de la solidaridad social que implica respetar la identidad del individuo y preservar los sistemas de soporte de la vida que configuran el medio ambiente o entorno en el cual están inmersos todos los organismos, incluida la especie *Homo sapiens sapiens*. Esto llevaría al surgimiento de una Economía- ecológica que proteja la biosfera y la creación y aplicación de procedimientos de desarrollo limpio, sostenible, en cuanto preserven para las generaciones futuras el patrimonio natural, los recursos y potencialidades del entorno.

El segundo principio, derivado del primero sería: promover la solidaridad de las presentes generaciones con las que nos sucederán en el futuro. Principio que debería ser guía para el futuro desarrollo de la Ciencia. Así mismo, este principio debería servir de pauta para seleccionar las tecnologías que merezcan ser creadas o transferidas de otros contextos previa adopción a nuestro entorno o

aquellas que, definitivamente deban ser sustituidas por tecnologías de origen endógeno.

Como lo muestran muchos ejemplos, los métodos biotecnológicos tienen un gran potencial innovador en el mejoramiento de las plantas cultivadas y especies de animales domésticos. Sin embargo, todavía quedan muchos interrogantes por resolver. Por ejemplo, si bien ya es posible transferir genes a células vegetales, el sitio de la integración del gene transferido al genoma total y el número de copias del gene integrado al genoma total, no es previsible. Sin embargo, del número de las copias del gene integradas al genoma de la planta, depende el impacto e intensidad de la expresión fenotípica.

Se sabe con seguridad que las bacterias infecciosas, debido a la capacidad de capturar e incorporar al genoma total genes especiales, pueden desarrollar resistencia a los antibióticos. Los genes pueden ser transferidos, horizontalmente a través de varias especies de bacterias. Debido a la efectividad de este mecanismo de transferencia génica, las resistencias a los antibióticos se propagan rápidamente; razón por la cual, la industria farmacéutica tiene que reemplazar permanentemente los antibióticos más frecuentemente utilizados. Por tratar de incorporar a las plantas genes "deseados" con fines técnicos, puede ocurrir, entre otros, que se transfieran también genes resistentes a los antibióticos, así, en las plantas, la posibilidad de transferencia de genes resistentes a los antibióticos, sea más baja que en las bacterias.

## Bibliografía

- Bunge M.** 1979. *Ontology II: A World of Systems*. Reidel, Dordrecht.
- Bertalanffy, L.v.**, 1968. *General System Theory*, New York.
- Darwin Ch.** 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored races in the Struggle for Life*. London.
- Dobzhansky, T.** 1937. *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press. New York.
- Fischer, R.A.** 1930. *The general theory of natural selection*. Clarendon Press, Oxford.
- Schleiden, M.J.** 1838. Beiträge zur Phytogenesis, in: Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin (Müllers Archiv) 5: 137-176.
- Eigen, M.** 1971. Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. *Naturwissenschaften* 58: 465-523.
- \_\_\_\_\_ & **Schuster, P.** 1979. *The Hypercycle*, Springer-Verlag, Berlin.
- Huxley, J.S.** 1942. *Evolution, the Modern Synthesis*. G. Allen and Unwin, London.
- Mayr, E.** 1982. *The Growth of Biological Thought*. The Belknap Press. Cambridge Mass./US.
- \_\_\_\_\_ 1988. *Toward a new philosophy of biology*. The Belknap Press.
- \_\_\_\_\_ 1998. *Das ist Biologie. Die Wissenschaft des Lebens*. Spektrum Akademie Verlag. Heidelberg-Berlin.
- Mahner M. & M. Bunge.** 1997. *Foundations of Biophilosophy*. Springer. Berlin, New York, Heidelberg.
- Mohr, H.** 2001. Über die Bedeutung der Hermeneutik in den Naturwissenschaften. *Nat.Wiss.Rund.* 54: (49: 192-195).
- \_\_\_\_\_ *Biologische Erkenntnis*. Taubner Stuttgart. 1981.
- Singer, W.** 1995. Development and Plasticity of cortical processing Architectures. *Science* 270: 758-764.
- \_\_\_\_\_ 1999. Neuronal Synchrony. A versatile Code for the Definition of Relations? *Neuron* 24: 49-65.
- Singer, W.** 2001 *The Transition from biological to cultural evolution. Prospects for a new Millenium Science and the Future of Mankind. Science for Man and Man for Science. The Preparatory Session 12-14 November 1999 and the Jubilee Plenary Session 10-13 November 2000. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia* 99:350-359.
- Sitte, P.** 1991. Wege, Einsichten und Möglichkeiten der Biologie, *Naturw. Rdsch.* 44: 337
- Schleiden, M.J.**, 1838. Beiträge zur Phytogenesis. In: *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin: Müllers Archiv* 5:137-176.
- Stebbins, G.L.** 1950 *Variation and Evolution in Plants*. Columbia University Press. New York.
- Schwann, T.**, 1839 *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen*. Sander'sche Buchhandlung. Berlin.
- Wright, S.**, 1931. Evolution in mendelian populations. *Genetics* 16: 97.
- Wilson, E.O.**, 1975. *Sociobiology -the new synthesis*. Harvard University Press. Cambridge.
- \_\_\_\_\_, 1978 *New Scientist* 80: 45-49.
- Wuketits, F.M.** 1978. *Wissenschaftstheoretische Probleme der modernen Biologie*. Dunker & Humboldt. Berlin.