

FUSIÓN DE SABERES Y REPRESENTACIONES CONCEPTUALES EN LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

FUSION OF KNOWLEDGE AND CONCEPTUAL REPRESENTATIONS IN BIOLOGICAL SCIENCES

Izaskun Petralanda

RESUMEN

En el trabajo se presenta una propuesta de organización integral del conocimiento biológico desde la perspectiva del *paradigma tipo II* de la Ciencia, incluyendo conceptos clave, postulados básicos y presupuestos de referencia conceptual. La propuesta, con derivaciones hacia el contexto educativo de las Ciencias Biológicas favorece la emergencia de nuevos contextos de aproximación al conocimiento de la Vida para generar nuevas representaciones no reduccionistas sobre ella, tales como las bioculturales y las bioéticas, que posibiliten el desarrollo de nuevas relaciones y saberes.

ABSTRACT

A proposal to integrate biological knowledge from the perspective of the scientific paradigm type II. The work analyzes the dynamic complexity of biological constructs about Life and the possibilities for generating non-reductionist conceptual representations of it. The key concepts of the proposal, its basic conceptual postulates and its biological referents are discussed, as well as the repercussions it might have on the emergence of new and complex biological representations such as bioculture or bioethics, and on Biology education.

Palabras clave: Biología, representaciones conceptuales, complejidad, fusión de saberes,

Keywords: Biology, conceptual representations, complexity,

1. CAMBIOS PARADIGMÁTICOS Y SABERES EN LA CIENCIA PARA EL SIGLO XXI

El *paradigma reduccionista*, también denominado *paradigma positivista* o *paradigma tipo I* que prevaleció en la Ciencia a partir del siglo XVIII, tuvo su mayor exponente en la física clásica o mecánica propuesta por Isaac Newton (1643-1727) a partir de los postulados de René

Descartes (1596-1650). El paradigma generó una ontología, una epistemología y una metodología llamadas *reduccionistas*, las cuales proponen que el conocimiento científico tendría como objetivo básico proporcionar una representación *objetiva* del mundo externo, cuya aparente complejidad puede ser resuelta mediante la *reducción* de los fenómenos a sus componentes más sencillos, ya que sus propiedades o comportamientos permitirían explicar las propiedades o comportamiento de los fenómenos más complejos que conforman. La verdad consistiría en la fidelidad con que las imágenes de la realidad que elabora el observador representan la realidad tal como ella es

Unidad de Ética de la Ciencia, Facultad de Ciencias,
Universidad Central de Venezuela **Correo e:** bioeticaucv
@yahoo.com, ueticyt@gmail.com

(Martinez, 1998). La metodología analítica reduccionista posibilitó a la Biología, durante los siglos XIX y XX, construir numerosas imágenes y modelos teóricos sobre la Vida, particularmente en el ámbito de los procesos celulares y moleculares básicos de la misma.

Sin embargo, el propio avance del conocimiento científico en las últimas décadas del siglo XX, particularmente en Física, Química y Biología, ha puesto en evidencia las limitaciones del *paradigma reduccionista* para comprender o conocer los distintos niveles de organización de la Vida, tanto en el ámbito subatómico como en el de las poblaciones o metaentidades como paisajes y biocultuomas (Petalanda, 2007). En Biología, ya en 1982 el biólogo Ernest Mayr sugería que los organismos biológicos eran sistemas complejos cuyas cualidades no podían reducirse a las de los elementos que los constituían y hacia los años 1990s comenzaron a proliferar nuevas disciplinas biológicas (denominadas con el sufijo *ómica*, i.e, genómica, proteómica) que estudian sistemas o entidades biológicas complejas tangibles (denominadas con el sufijo *oma*, i.e, genoma o conjunto de genes de un organismo; proteoma o conjunto de todas las proteínas de un organelo celular, célula, tejido, órgano u organismo), las cuales no podrían ser comprendidas por reducción de los conjuntos a sus componentes. Así, los avances del conocimiento científico, particularmente el biológico, hicieron evidente que el *paradigma reduccionista*:

1. No permite analizar y explicar adecuadamente las propiedades emergentes¹ de los sistemas complejos.

2. Favorece la disgregación del fenómeno en estudio en condiciones artificiales controladas y simplificadas, no naturales, con lo cual se pierden muchas de las relaciones objeto/entorno, cruciales para comprender el fenómeno que se estudia.

3. Favorece el determinismo (*prescriptivismo*) y la predictibilidad de los fenómenos en base a causalidades lineales, lo que no ocurre natural-

mente en los sistemas complejos, los cuales se caracterizan por la multicausalidad y multiconsecuencialidad no lineal o múltiple y la impredecibilidad (Zbilut y Guiliani 2008)

4. No permite explicar el fenómeno de autoorganización espontánea de los sistemas en distintos niveles de organización de la Vida, fenómeno que ocurre cuando un sistema adecuadamente definido puede incrementar su orden interno en el tiempo sin la imposición de orden (i.e., información) desde el exterior de los límites del sistema. Esto tiene gran repercusión en la termodinámica de los sistemas complejos, ya que implica una disminución de su entropía (i.e, desorden), con lo cual los sistemas auto-organizativos no pueden ser cerrados pues esta disminución de la entropía interna se explica por la transferencia de energía a través de sus límites exteriores y un correspondiente incremento de la entropía del ambiente en el que el sistema está incluido (Newth, 2006).

Comenzó así a surgir, a finales del siglo XX, un nuevo paradigma del conocimiento científico, denominado *paradigma de la complejidad* o *paradigma tipo II* de la Ciencia, el cual incluye algunos aspectos del *paradigma reduccionista* (i.e., metodología analítica para describir y conocer ciertos tipos de fenómenos) pero tiene una epistemología integradora que requiere conceptos nuevos, tales como la emergencia de cualidades impredecibles, la multicausalidad no lineal y la autoorganización espontánea. En este paradigma, las leyes naturales no son determinísticas sino proveedoras de constricciones con posibilidades de variabilidad y el punto de vista del observador externo al sistema y el del observador interno al sistema pueden ser irreductibles uno al otro pero complementarios (Mazzochi, 2008)

5. Una cualidad (propiedad o comportamiento) emergente de un sistema complejo refiere a aquella cualidad que no estaba implícita en las cualidades de los componentes del sistema o que aparecen en el tiempo sin que puedan predecirse de las cualidades anteriores del sistema.

El *paradigma tipo II* requiere nuevos modelos de generación y reflexión del conocimiento científico y su educación, lo que representa una dificultad importante ya que, como afirma Herrman:

“inherente al pensamiento científico de los últimos siglos ha sido la resolución de crear una representación de la realidad libre de complejidad.” (Herrmann, 1998).

Por otra parte, la noción de verdad ya no se refiere a la correspondencia con la realidad sino al ámbito de la experiencia a que se refiere el conocimiento o explicación.

En el *paradigma tipo II* las características de producción del conocimiento son: Vinculación a sistemas abiertos (más que conforme a intereses exclusivamente académicos o de las necesidades del conocimiento científico); heterogeneidad, heterarquía y transitoriedad; inclusión de un contexto de personas más amplio y transdisciplinaridad (Sandín, 1998). Según Hollingsworth y Müller, el *paradigma tipo II* tiene como meta teórica el reconocimiento y formación de patrones; su perspectiva teórica se orienta a los fenómenos vinculados o enclaustrados simultáneamente en múltiples niveles de la realidad; sus capacidades predictivas son bajas y su complejidad alta; tiene una ontología monista con arquitectura altamente compleja; las perspectivas de cambio enfatizan el dinamismo y los sistemas abiertos que operan lejos del equilibrio; enfatizan los eventos raros o colectivos y son sensibles a fenómenos con distribuciones atípicas; los macrofenómenos emergen del comportamiento colectivo de los microfenómenos y tienen alto potencial para la investigación multireferencial e interdisciplinaria (Hollingsworth y Müller, 2008)

La Biología, desde el *paradigma tipo II*, requiere una transición del actual conocimiento biológico orientado a la descripción (propia del *paradigma reduccionista*) hacia el conocimiento biológico orientado a la síntesis (Solé, 2007), lo que Mitchell (2005) denomina *pluralismo integrativo* orientado a lograr la cooperación

entre explicaciones complementarias que utilizan múltiples niveles de conocimiento simultáneamente. Para lograr esa complementación explicativa se requiere comenzar, probablemente, por la complementación de racionalidades:

“Se sabe que la racionalidad humana es plural, de manera que, al hablar de ella se hace referencia a un conjunto de procesos bioculturales complejos con los cuales se accede a distintas realidades o distintas dimensiones de una misma realidad. Se habla así de racionalidad lógico-empírica (que le da validez y realismo a constructos teórico-científicos de la realidad); de racionalidad hermenéutica (con pertinencia científica y tecnológica, que en su función de “explicación/comprensión” nos acerca a la interpretación plural y reflexiva de la realidad); o de racionalidad simbólica o poética (que nos acerca a lo real o realidad no refleja, a histórica y colectiva y que ha sido más analizada desde los sistemas culturales de conocimiento que desde los científicos o tecnológicos). La preeminencia de un tipo de racionalidad sobre otra en la ideación y construcción del conocimiento humano ha variado a lo largo de la historia y, con ello, también el tipo de conocimiento generado, planteándose (en estos momentos) la necesidad de articular propuestas de análisis de realidades que favorezcan articulación, sinergia y transformación” (Petralanda, 2008).

Según el *paradigma tipo II* la Biología puede ser considerada una disciplina con subdisciplinas (*dominios de conocimientos*) que tienen distintos niveles de organización, vocabulario y sistemas de conceptualización propios, los cuales, si bien son independientes, requieren comunicarse entre sí y con otras disciplinas de la Ciencia. Cada *dominio de conocimiento* es un sistema abierto que participa en el desarrollo de la Biología de manera compleja, aunando la generación de conocimientos diversos y la integralidad del saber biológico como un todo coherente e integrado

(Emmeche *et al.*, 1997) En otras palabras, se combinan la *multireferencialidad*, la *interdisciplinariedad* y la *transdisciplinariedad* de los conocimientos de cada dominio: La *multireferencialidad* que posibilita la emergencia de nuevas contextualizaciones de los conocimientos, lo que puede llevar a la *interdisciplinariedad* con integración terminológica conceptual y de resultados hasta lograr un todo significativo, una integración sistémica de conocimientos o *transdisciplinariedad* caracterizada según Martínez por:

“una completa integración teórica y práctica (de conocimientos)... logrando compartir un nuevo mapa cognitivos común sobre el problema, es decir, llegando a compartir un marco epistémico amplio y una cierta meta-metodología que les sirven para integrar conceptualmente las diferentes orientaciones de sus análisis: postulados o principios básicos, perspectivas o enfoques, procesos metodológicos, instrumentos conceptuales, etc.”(Martínez, 2003: 117)

En suma, el *paradigma tipo II* de la Ciencia tiene amplias repercusiones no sólo en la aproximación al conocimiento de realidades complejas, sino también en el desarrollo del conocimiento científico y de la educación científica.

INTERFACES DE SABERES

2.1. Interface Ciencia-Sociedad

Como se señaló anteriormente, el *paradigma tipo I* de la Ciencia que hasta mediados del siglo XX le confería unidad epistemológica y metodológica está siendo transformado y la revisión de conceptos como *verdad*, *objetividad*, *racionalidad* y *método*, desde una perspectiva nueva, indica que tales nociones pudieran no tener fundamentación de verdad única, con lo cual, la globalización de los saberes adquiere visos de contextualización socio-cultural anteriormente poco considerados. Ello tiene extraordinaria importancia para el diseño y desarrollo de políticas

académicas y diseños curriculares para la educación científica, los cuales están siendo revisados en Europa, Asia y Las Américas, particularmente a partir de la *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior: La educación superior en el siglo XXI* auspiciada por la UNESCO a finales del siglo XX. Estas iniciativas, tendientes entre otras a la transformación del *Ethos* universitario, requieren fortalecer un *acuerdo socio-cultural* entre, por lo menos, tres de los entes involucrados en dicha transformación: la Sociedad, la Universidad en pleno (incluyendo profesores y estudiantes) y quienes construyen y transforman la *Teoría del Conocimiento* (científico, tecnológico y cultural) dentro y fuera de la Universidad. Acuerdo que debe tomar en consideración nuevos horizontes éticos, con lo cual se requiere promover la reflexión y el debate, con sinceridad de intención entre las partes, para que cada una de ellas sea considerada por las demás como un interlocutor válido en el establecimiento de las bases epistemológicas y procedimentales del acuerdo y su desarrollo posterior. Bases que tienen que ser fundamentadas y orientadas desde una visión de la persona humana, la sociedad y el desarrollo cónsona con una perspectiva ética cívica, discursiva y deliberativa (Garritz, 2006). Así, el nuevo acuerdo posibilitaría que la Universidad fuese la cuna de la compleja sinergia *CTS* (Ciencia, Tecnología y Sociedad), en la cual se capacitarían los recursos humanos que promoverían el desarrollo sociocultural durante el siglo XXI (Brunner, 2000; Romero *et al.*, 2009), sin que ello signifique que se pierda la finalidad interna de la Universidad como centro de innovación, aplicación, evaluación y difusión del saber.

La articulación *CTS* se ve favorecida por la epistemología y la metodología del *paradigma tipo II* ya que proporciona marcos epistemológicos y metodológicos que posibilitan la investigación y desarrollo de saberes en interfaces complejas.

2.2. Interfaces del contexto de educación de la Ciencia La estructura e interrelaciones de los cuatro contextos de la Ciencia propuestos por

Javier Echeverría (innovación, aplicación, evaluación y educación del conocimiento científico) es de particular relevancia para el *paradigma tipo II* por las complejidades y posibilidades de nuevos conocimientos científicos que generan, con especial atención al contexto educativo:

“Aunque estos cuatro ámbitos se presentan como separados, debido a que hemos seguido utilizando una cierta metodología analítica..., hay que señalar que pueden estar fuertemente interrelacionados entre sí, y que de hecho interactúan y se incluyen recíprocamente. ...El contexto de educación, por consiguiente, afecta a los otros tres contextos. Y recíprocamente: las innovaciones, las diferentes aplicaciones y los nuevos criterios de evaluación modifican tarde o temprano la actividad docente, precisamente cuando se han convertido en una forma de saber, y no son un simple conocimiento... Los científicos dedicados a la enseñanza, a la innovación, a la evaluación y a la aplicación suelen estar separados entre sí, desde el punto de vista de sus prácticas cotidianas y de su ejercicio profesional. Más el avance de la ciencia depende de todos y cada uno de ellos, y no sólo de los descubridores e innovadores... también un nuevo método de enseñanza, o una adecuado retórica en el proceso de difusión social del conocimiento científico, pueden contribuir al progreso de la ciencia.” (Echeverría, 1998: 66).

El *paradigma tipo II* genera la necesidad de promover modelos de educación científica que, desde el punto de vista pedagógico, potencien el pensamiento sintético (Gilbert, 2009), es decir la habilidad para generar algo que no estaba antes allí, una cualidad emergente. Según Ramón Calzadilla:

“...en la práctica educativa se establece entre análisis y síntesis un intercambio permanente. Si se ha disociado un objeto cualquiera y observado individualmente las distintas partes es necesario proceder a una reconstitución del todo. El total así ob-

tenido se relaciona con otro total más amplio previamente asimilado por la conciencia ... la síntesis puede ser real o intelectual, según se aplique a la "materia" o consista en una recomposición mental de lo separado en el análisis. La síntesis es entonces la posición de opuestos como iguales, y requiere inevitablemente una antítesis, en tanto que oposición de opuestos como opuestos. Este aspecto creador de la síntesis ha procurado ver lo que había de trascendente en los hechos. Esta realidad trascendente puede residir en los hechos mismos o en el espíritu que los concibe, en todos los casos podrá hablarse de un rasgo creador en la síntesis.” (Ferrater Mora, 1951; Calzadilla, 2004).

En ese mismo sentido, los avances de la psicología educativa señalan que las demandas de saberes y competencias en el siglo XXI requieren modelos educativos que propicien y favorezcan la complejificación de la mente. Según Robert Kegan, la mente humana, durante el tiempo de Vida de cada persona, evoluciona hacia la complejificación, no por simple sustitución o agregación de saberes sino por procesos similares a los de los sistemas complejos descritos anteriormente (i.e., autoorganización, emergencia de cualidades impredecibles, pluricausalidad no lineal...). Lo interesante de esta propuesta es su intención de prevenir que las personas no respondan *auto-satisfactoriamente* a las crecientes y complejas demandas del entorno socio-cultural en el siglo XXI, dado que las competencias que hasta ahora habían provisto los modelos vigentes en la educación superior no han tenido el éxito esperado para resolver los más apremiantes problemas de la relación *CTS* o la complejidad de los nuevos conocimientos. Esto se debe, según Kegan, a que los modelos educativos tradicionales generan estructuras y procesos mentales basados en categorías cruzadas y transversales, que si bien posibilitan:

“...pensar de manera abstracta, identificar una vida psicológica interna compleja, orientarnos hacia el bienestar de una rela-

ción humana, construir valores e ideales conscientes y subordinar los intereses propios en aras de una lealtad mayor hacia la conservación de lazos de amistad o de participación de equipo o de grupo.”

ello no es suficiente para responder satisfactoriamente a las demandas de las sociedades democráticas actuales, industriales y postindustriales. Para esto se requiere generar sistemas cognitivos complejos que posibilitarían

“...que interpongamos cierta distancia de la presión social para que podamos ver y juzgar las expectativas y exigencias que nos bombardean de todas direcciones; ...podamos no sólo identificar una vida interna de sentimientos y pensamientos, sino que nos responsabilicemos del hecho de que somos los creadores (no sólo el locus) de esos sentimientos y pensamientos...y creemos un sistema más complejo de abstracciones o valores que genere abstracciones o valores diferentes, los priorice y resuelva internamente los conflictos existentes entre ellos.” (Kegan, 2004: 331, 333, 335).

FUSIÓN DE SABERES Y REPRESENTACIONES CONCEPTUALES EN LA BIOLOGÍA

En atención a lo indicado en los numerales anteriores, se elaboró una propuesta de organización sintética de los conocimientos biológicos que favoreciera la fusión de saberes y representaciones conceptuales para así responder a las necesidades de articulación de las interfaces CTS y de contextos de la ciencia. El proceso se realizó siguiendo estrategias cognitivas de las modalidades narrativa y paradigmática. Según Jerome Bruner (1986), hay dos modalidades de funcionamiento cognitivo: *La narrativa*, que posibilita la construcción de *mundos posibles* con criterio de validez basado en la verosimilitud y *la paradigmática*, que posibilita la formulación de argumentos lógicos inferenciales y cuyo criterio de validez

es la verdad lógica (Kegan, 2004). Si bien para Bruner la mentalidad científica funciona principalmente según la modalidad paradigmática, el biólogo evolucionista Jesús A. León (2005:176) señala que:

“eso es harto discutible. Ciertamente la lógica y las matemáticas operan de esa manera. Pero ¿las ciencias fácticas, naturales y sociales, que auscultan el mundo pero, para explicarlo, han de postular entidades y procesos presuntamente existentes en un trasmundo inalcanzable mediante la mera experiencia? Parece claro que no basta el raciocinio inferencial para acceder a ese trasmundo... parecería ser que la habilidad de gestar ciencia deriva de la posibilidad de pensar en “modo sub-juntivo”, confinada apropiadamente con el “modo inferencial” ...La imaginación que “inventa para poder descubrir”...que llame a al postular hipótesis atrevidas, quizás hunde sus raíces en el mismo humus de la imaginación literaria. Empero, la ciencia no es sólo fruto de la imaginación, debe aunar ‘conjeturas y refutaciones’ (Popper), debe nadar hasta emerger en el mundo manifiesto, y allí aferrarse a la boya de exigentes criterios de verificación...Porque es sólo en el mundo ‘externo’, accesible a la experiencia, donde se pueden hacer mediciones. Pero es la correcta lógica la que garantiza que lo que vamos a medir sea consecuencia de nuestras hipótesis y no de otras. Sólo así podemos poner a prueba nuestra imagen del ‘trasmundo’ y ver si explica el funcionamiento del mundo...Es con esta alianza de mentalidades cómo es posible la ciencia: entre la pujanza inventiva y la frialdad de la inferencia y la prueba, entre la imaginación y el cálculo” (Bruner, 1986)

Así, en el presente trabajo se asumió una modalidad cognitiva mixta, narrativa y paradigmática, para abstraer, a partir de los diversos conocimientos de las subdisciplinas de la Biología, los conceptos y postulados biológicos que aquí se proponen. El análisis se realizó estableciendo los siguientes referentes:

Referente 1. El objetivo central de la Biología es describir la Vida, a la vez que discernir los procesos mediante los cuales se transforma y para ello se generan representaciones biológicas conceptuales

La Biología requiere describir representacionalmente la Vida como un sistema complejo para lo cual recurre a representaciones e imágenes biológicas conceptuales. Ello no siempre es posible ya que muchas veces, dichas representaciones se derivan de conceptos o sistemas conceptuales elaborados en otras disciplinas, que estudian fenómenos muy distintos a las realidades fenomenológicas que la Biología describe o interpreta. Según Moronta:

“Veamos el caso en que tenemos una teoría diferente, pero que los significados de muchos de sus términos no están en ella misma únicamente, sino que están originalmente tomados de otras teorías. Tal es el caso de la mecánica estadística, que se desarrolló como una disciplina aparte, y posteriormente a la teoría de la mecánica clásica y la termodinámica. En este caso, es más difícil tener imágenes mentales sobre las expresiones de la mecánica estadística, donde la herramienta matemática de la estadística y las probabilidades, no se utilizan en los fenómenos observados en la Vida diaria, de forma directa, y sólo los aceptamos como resultados de cosas que pueden o no suceder. Dentro de la teoría mencionada, entonces esos resultados matemáticos tendrán un significado que simplemente debemos aceptar.” (Moronta, 2002: 55).

Se entiende aquí por *representación* lo que Alejandro Llano define como:

“..esa extraña entidad intermedia entre el sujeto y el objeto a la que los filósofos llaman `representación`, ya sea intelectual o imaginativa.”

A los efectos de esta propuesta se consideró que las *representaciones biológicas* son intelectuales, basadas en *conceptos biológicos* relacio-

nados entre sí (relaciones representativas, conceptos-cosas) y que constituyen *signos formales*, cuyo utilización y generación se educa mediante *signos instrumentales* (palabras) específicos del lenguaje biológico:

“...Cuando pienso en el hombre, no pienso en lo que estoy pensando, sino en el hombre, pura y simplemente. El signo formal funciona, pues, sin imponer su propia realidad: antes por el contrario, su función estriba en llevar al sujeto a la conciencia de un cierto objeto, por lo que en realidad cumple el papel de signo de una manera mucho más perfecta que todos los demás signos, los cuales exigen que previamente se repare en ellos, para pasar a la connotación del respectivo significado... En el concepto, la mente discierne la esencia de la cosa respecto a su accidental efectividad, es decir, abstrae...(el concepto) es un signo que no se deja ver objetivamente, que no impone su presencia, sino la presencia del objeto que representa, con la cual el cognoscente se identifica al conocer...El signo no es la cosa y por ello puede remitir representativamente a ella.” (Llano, 199: 17).

Además, se considera que las *representaciones biológicas conceptuales* cumplen los tres teoremas de Frege, según indica Llano:

“Las representaciones no pueden ser sensiblemente percibidas: no pueden ser vistas, ni tocadas, ni gustadas, ni oídas... Las representaciones "se tienen", mientras que una cosa "se ve" y un pensamiento «se capta»; se tienen sensaciones, sentimientos, estados de ánimo, deseos; una representación que alguien tiene pertenece al contenidos de su conciencia...Las representaciones necesitan un portador; las cosas del mundo exterior, en cambio, son independientes en comparación con las representaciones.” (Llano, 1999: 17, 147, 262).

Referente 2. Las representaciones biológicas conceptuales pueden organizarse en un espacio

representacional conceptual de lo biológico, multidimensional que se articula transdimensionalmente.

Las dimensiones del *espacio representacional conceptual de lo biológico* aluden a dimensiones complejas transfinitas de la Vida, las cuales se articulan e interaccionan entre sí de manera o en puntos impredecibles, generando nuevas dimensiones transfinitas que la Biología investiga, transformándolas en nuevas *representaciones* utilizando en todo ello lenguajes y conceptos diversos y complejos.

Referente 3. Las representaciones biológicas conceptuales denotan información consentido-en-contexto, se elaboran mediante distintas escalas de observación de la Vida, con carácter discontinuo.

La Vida se representa conceptualmente en la Biología como debida a cambios cualitativos de la complejidad del universo físico hacia la emergencia de significados (sentido) en contexto, los cuales, en el caso particular de la Vida humana se expresan en la emergencia de la capacidad de auto-reflexión y de representación del conocimiento generado por sí mism@ y por otr@s (independientemente de la diversidad de opiniones entre los Biólogos sobre si ello tiene o no connotaciones de propósito o plan) (Bawden, 2007; Donald, 2008).

Además, en las *categorías conceptuales biológicas* hay discontinuidades, aunque luego ellas se utilicen concurrentemente para caracterizar a las entidades de la realidad y representarlas. Según Jaffé:

“cada escala de observación abre un mundo nuevo de relaciones, leyes y fenómenos, a pesar de que todos los niveles representan al mismo (objeto)...al viajar de una escala o nivel de observación al siguiente nivel de agregación, aparecen fenómenos particulares...cada una de las distintas escalas o niveles de análisis requerirá, sin embar-

go, herramientas diversas para entenderlas y cada una estará gobernada por leyes diferentes de la naturaleza.” (Jaffé, 2007: 79).

POSTULADO BÁSICO DE LAS REPRESENTACIONES CONCEPTUALES BIOLÓGICAS

La Vida y su entorno se representan como conjunto(s) abierto(s), de sistemas² –dimensionalmente limitados o no– conformados por estructuras y procesos –abiertos o cerrados–, que generan continuamente estadios transicionales de desequilibrios diversos, pudiendo generar nuevos sistemas con propiedades y cualidades emergentes, a veces impredeciblemente. Los principios básicos de este devenir se enmarcan dentro de principios básicos como el de conservación de la energía y los de transformación de sistemas complejos (i.e., autoorganización espontánea, emergencia de nuevas cualidades dinámicas). Los sistemas se transforman en el espacio y el tiempo mediante procesos complejos como la selección natural, pudiendo generar continua, espontánea e impredeciblemente diversidad.

Conceptos en el Postulado Básico

Los *conceptos básicos* en las *representaciones biológicas conceptuales* aquí consideradas serían: *Vida, sentido, continuidad, organización, interactividad, complejidad, progresión* (evolución), *diversidad, vulnerabilidad, bioculturalidad*. Escapa a los fines de este trabajo el análisis sobre la heterogeneidad natural de esos conceptos, su relación con la *mente* y las categorías, así como con los *objetos* a los que denotan, la naturaleza de su intermediación, etc.

Postulados Derivados que conforman el Postulado Básico

1. La *Vida* se representa como un *continuo* desde el macrocosmos hasta el microcosmos.
2. La *Vida* se representa *organizada* en *sistemas biológicos* limitados, dimensional y funcio-

nalmente, con estructuras y procesos *interactivos* de, al menos, tres tipos (Informativos, comunicacionales y energéticos).

4. Los *sistemas biológicos* se representan como *complejos*, y esta complejidad se expresa en redes categóricas de diversas dimensiones, que representan los ámbitos micro y macro de la *Vida*.

5. La *transformación* de los sistemas biológicos se representa ontogenéticamente y filogenéticamente con *sentido de continuidad* (i.e, crecen, se desarrollan, reproducen y extinguen) mediante estrategias que actúan e interactúan a diversas escalas de complejidad (i.e., unitarias, colectivas y metaentitativas).

6. Los *sistemas biológicos* se transforman en el espacio y el tiempo a través de estrategias complejas como la *selección natural*.

7. Los *sistemas biológicos* son *vulnerables* y en lo humano la vulnerabilidad de la Vida se expresa en su dimensión *biocultural*.

Cada uno de los *Postulados Derivados* denota una *dimensión representacional biológica* de la Vida, las cuales se pueden articular entre sí dinámicamente para generar nuevas dimensiones representacionales y constituir coordenadas para la arqueología del saber biológico.

Los *Postulados Derivados* están constituidos por *núcleos de agregación conceptual* (fusiones de saberes y representaciones conceptuales) conformados, a su vez, por otros *núcleos de agregación conceptual* que conforman *representaciones biológicas* de menor complejidad (denominados aquí *módulos conceptuales sub-disciplinares*). Cada *módulo* es generado a partir de los conocimientos de las diversas sub-disciplinas de la Biología (Biología Vegetal, Bioestadística,

Biología animal, Bioquímica, Genética, Fisiología, Biología Celular, Biología Molecular, Ecología, Evolución y muchas otras...).

Los *módulos, núcleos y postulados*, constituyen planos dimensionales de complejidad diversa que posibilitan la articulación de los conocimientos entre sí y con los de otras disciplinas de la Ciencia y de los Saberes Humanísticos (Física, Química, Matemática, Filosofía, Bioética, Antropología...), favoreciendo la emergencia de nuevos saberes como los bioéticos y bioculturales.

Es importante resaltar que cada uno de los *módulos, núcleos y postulados* representa distintos sistemas conceptuales cuyos elementos pueden interactuar, interna o externamente a sus propias dimensiones, generando las *representaciones biológicas conceptuales* de la Vida. De manera que, los contenidos conceptuales de cada *módulo, núcleo y postulado* se relacionan entre sí por vinculaciones del tipo “partes inseparables”, “derivación directa”, “requerimiento para”, “vinculación como caso particular pero con conceptualización propia” o “en conjunción con... producen...”, entre otras posibles.

La fusión de saberes y representaciones biológicas conceptuales sobre la Vida y lo que la constituye, presentada en este trabajo desde la perspectiva del *paradigma tipo II* de la Ciencia, presenta una posibilidad de generar modelos de educación biológica sintéticos, cónsonos con los modelos de complejificación de la mente y que respondan a las complejas necesidades de los distintos contextos del conocimiento científico y de la relación *CTS*. Todo ello favorece y posibilita la emergencia de nuevos referentes de aproximación al discernimiento sobre el interés primordial de la Biología: *La Vida y su sentido, en su inaccesible belleza, verdad y bondad...*

LITERATURA CITADA

- BAWDEN, D.
2007. Organized complexity, meaning and understanding. *Aslib Proceedings: New Infections Perspectives*, 59 (4/5): 307-327.
- BRUNER, J.
1986. *Actual mind, possible worlds*. Harvard University Press, Massachusetts.
- BRUNNER, J.
2000. Educación superior: Desafíos y tareas. *Biological Research*, 33 (1):1-9.
- CALZADILLA, R.
2004. La pedagogía como ciencia humanista: conocimiento de síntesis, complejidad y pluridisciplinariedad. *Revista Pedagogía*, XXV (72): 123-148.
- DONALD, M.
2002. *A mind so rare: The evolution of human consciousness*. W.H.Norton, New York, 202 p.
- ECHEVERRÍA, J.
1998. *Filosofía de la ciencia*. Akal, Madrid, 215p.
- EMMECHE, C.; KÖPPE, S. y F. STERNFELDT
1997. Explaining emergence: towards an ontology of levels. *Journal General Philosophy Science*, 28: 83-119.
- GARRITZ, A.
2006. Naturaleza de la ciencia e indagación: Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana Educación*. 42:127-152.
- GILBERT, S. y S. SARKAR
2009. Embracing complexity: Organicism for the 21st century. *Development Dynamics*, 219:1-9.
- HERRMANN, H.
1998. *From biology to sociopolitics: conceptual continuity in complex system*. Yale University Press, New Haven.
- HOLLINGSWORTH, R. y K. MÜLLER
2008. Transforming socio-economics with a new epistemology. *Socio-Economic Review*, 6: 395-426.
- JAFFÉ, K.
2007. *¿Qué es la ciencia? Una visión interdisciplinaria*. Empresas Polar, Caracas, 154 pp.
- KEGAN, R.
2004. Los conocimientos que funcionan como epistemologías: cómo queremos que los adultos sepan. (327-359). En: *Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la Vida*, D. Rychen & L. Hersh (Eds). FCE, México.
- LEÓN, J. A.
2005. Posibilidad de traslados teóricos de las ciencias naturales a las sociales (161-176). En: *Ciencia y tecnología en América Latina. Una mirada desde Venezuela*. UCV-Fundación Polar, Caracas.
- LLANO, A.
1999. *El enigma de la representación*. Síntesis, Madrid, 303 pp.
- MARTÍNEZ, M.
2002. *La nueva ciencia*. Trillas, México, 275 pp.
2003. Transdisciplinariedad: Un enfoque para la complejidad del mundo actual. *Conciencia Activa*, 1: 107-146.
- MAYR, E.
1982. *The growth of biological thought*. Harvard Univ Press, Cambridge, 973 p.
- MAZZOCHI, F.
2008. Complexity in biology. *EMBO reports*, 9(1):10-14.
- MITCHELL, S.
2005. Biological complexity and integrative pluralism. *Quarterly Review Biology*, 79: 406.
- MORONTA, D.
2002. *Comprensión moderna de la ciencia*. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 120 pp.
- NEWTH, D.
2006. Emergence and self-organization in chemistry and biology. *Australian Journal of Chemistry*, 59: 841-848.
- O'MAILEY, M. y J. DUPRÉ
2005. Fundamental issues in systems biology. *Bio-Essays*, 27(12):1270-1276.
- PETRALANDA, I.
2007. ¿Ética y bioculturalidad? El reconocimiento del otro(a) en la salud (113-124). En: *Pontes Interculturais*. A. Sidekum & P. Hahn (eds.). Nova Harmonía, Sao Leopold.
2008. Multidimensionalidad de la ciencia y la tecnología: La perspectiva ética (89-102). En: *La dimensión ética de las ciencias y las tecnologías*. Comisión de Estudios Interdisciplinarios de la UCV, Caracas,
- ROMERO, J.; M. FERNÁNDEZ, I. HERNÁNDEZ, F. GONZÁLEZ, H. RAMOS, J. VALLS, I. PETRALANDA y G. ALONSO.
2009. *Propuesta de diseño curricular de la Escuela de Biología. Facultad de Ciencias, UCV*. Facultad de Ciencias UCV, Caracas, 47p.

SANDÍN, M. P.

1998. El conocimiento científico en educación. En: *Investigación cualitativa en educación*, MacGraw Hill, Madrid, pp. 3-26.

ZBILUT, Z y A. GIULLANI

2008. Biological uncertainty. *Theory Biosciences*, 127: 223-227.

SOLÉ, R.

2007. Synthetic protocell biology: from reproduction to computation. *Philosophical Transactions Royal Society B*, 362(1486): 1727-1739.

NOTAS:

1. Una cualidad (propiedad o comportamiento) emergente de un sistema complejo refiere a aquella cualidad que no estaba implícita en las cualidades de los componentes del sistema o que aparecen en el tiempo sin que puedan predecirse de las cualidades anteriores del sistema.
2. A los efectos de esta propuesta, se denomina *sistemas* a complejos de estructuras y funciones, con componentes interdependientes y subordinados cuyas relaciones y propiedades son altamente determinada por su función en el todo (O' Mailey y Dupre, 2005).