

Las energías intrínseca y extrínseca en la representación relacional de los sistemas biológicos

Recebido para publicação em 28/9/1981

CARLOS A. LEGUIZAMON, Biomatemática, Gerencia de Investigaciones, Comisión Nacional de Energía Atómica, y Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

RESUMO. Trabalhos anteriores produziram um novo avanço nas representações relacionais abstratas, mediante a imposição dos conceitos de matéria e energia aos elementos matemáticos da representação. As definições que caracterizam a matéria foram dadas através do conceito de natureza física material; e as correspondentes às de energia foram dadas segundo essa energia fosse intrínseca ou extrínseca. A natureza física material e a energia intrínseca foram interpretadas como de valor (energético) estritamente equivalentes, porém a energia extrínseca foi interpretada como de valor adicional ao valor anterior. Este trabalho é dedicado a fazer mais preciosos os critérios usados para definir os conceitos anteriores e também proporciona elementos para quantificar o valor energético intrínseco da matéria biológica. São expostos critérios mais corretos para definir o conceito de natureza física material de forma tal que dado o critério de conformação geométrica, o qual facilita a ponderação do valor das energias intrínsecas, como, por exemplo, a de tipo elástico, efetuam-se precisões na definição de ambos tipos de energia, introduzindo-se novos critérios para uma melhor distinção entre as energias. Define-se a natureza física material *standard* com um valor de energia de referência, o que permite ponderar qualquer valor real de energia intrínseca de qualquer natureza física material.

ABSTRACT. New advances in the abstract relational representation were given through the assignation of concept of matter and of energy to the abstract elements of the representation. The concept of matter was defined through the definition of material physical nature, and the energy was considered as intrinsecal and extrinsecal. The material physical nature and the intrinsecal energy were seen as strictly equivalents, and the extrinsecal energy was considered as the additional value of that defined for the intrinsecal energy. This work is dedicated to make more precise criteria under which the previous concepts were obtained; and besides, it develops elements to estimate the intrinsecal energetic value of the biological matter. New developments are exposed for a more correct definition of the concept of material physical nature, introducing for this the criterion of geometric conformation which is used in order to obtain the value of extrinsecal energies as for instance that of elastic type. Precisions were made in relation with both types of energies introducing a new criterion for a better distinction of them. The material physical nature standard is defined and an energetical value is assigned for it, in such a way that any value of real intrinsecal energy of any material physical nature may be determined.

RESUMEN. Trabajos anteriores del autor han dado cuenta de un nuevo avance en las representaciones relacionales abstractas, quando a los distintos elementos bajo los cuales se las interpreta, se les asignó los conceptos de materia y de energía. Las definiciones que caracterizaron a la materia fueron dadas a través del concepto de naturaleza física material; y las correspondientes a las energías, fueron asignadas según esa energía fuese intrínseca o extrínseca. La naturaleza física material y la energía intrínseca fueron interpretadas como asignaciones de valor (energético) estrictamente equivalentes; en cambio, la energía extrínseca fue interpretada como de valor adicional al anterior, y bajo características específicas de asociación en relación con la naturaleza física material de referencia. Este trabajo es dedicado a hacer más precisos los criterios bajo los cuales los conceptos anteriores son obtenidos; y además, desarrolla elementos para cuantitar el valor energético intrínseco de la materia biológica. Es así como se exponen nuevos desarrollos para una más correcta definición del concepto de naturaleza física material, introduciéndose por ello, el criterio de conformación geométrica, el cual facilita la ponderación de las energías extrínsecas de tipo elástico, por ejemplo. En relación a ambos tipos de energías, se efectúan precisiones en los criterios que las definen, y se agregan otros que permiten una mejor distinción de las mismas. Un tercer aspecto, considerado como importante, es el que resulta de la definición de naturaleza física material *standard*; a lo que se suma la asignación de su valor energético, y la

metodología de ponderación de cualquier valor real de energía intrínseca de cualquier naturaleza física material.

1. ANTECEDENTES

Este es un trabajo de conceptualización que trata de obtener una mejor caracterización de los conceptos de materia y energía, introducidos en la representación relacional de los sistemas biológicos (8, 9, 10). Dado que estas representaciones se encuentran naturalmente ligadas a las representaciones relacionales de sistemas ambientales (9), a través de sistemas de transferencias biológico-ambiental (8), entonces conceptos similares pueden ser también obtenidos para tales otros sistemas.

La biología relacional es una rama de desarrollo biomatemático, para la cual los sistemas interesan a través de sus posibilidades de realización funcionales con independencia de sus partes estructurales. Las representaciones, entonces, surgen abstractas, y ellas unifican modalidades comunes de comportamientos, de sistemas, que en términos de su estructura física y química pueden ser muy disímiles.

Las representaciones son constituidas, entonces, por diversas ramas de la matemática que califica y no cuantita (en general) los hechos representados; y es así como los desarrollos se asientan sobre las teorías de conjuntos, grupos, grafos, de categorías, topología y similares.

Aún dentro de esos cánones tan abstractos, la posibilidad de realización de tales sistemas es dependiente de la materia y de las energías involucradas las que, en definitiva, dan validez y significado a la representación abstracta.

En Rosen (14, 15, 16) se impusieron las bases de la representación relacional de los sistemas biológicos, a través del estudio de los sistemas celulares de metabolismo-reparación. Cada sistema fue concebido como integrado por componentes, y éstos por sus ingresos y egresos. En un diagrama de un único componente, como el de la Fig. 1, f_{12} es un comportamiento del componente identificado por la entrada A_1 y por la salida A_2 .

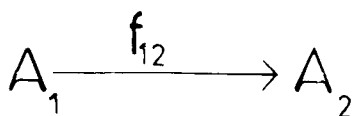


Figura 1.

Los componentes identifican un lugar o hecho concreto de realización biológica, tal como un órgano, una parte de éste, o un lugar de un

hecho material dado. Los componentes también identifican circunstancias abstractas, tal como aquellos componentes usados para representar una reacción química entre reactivos (entradas) para dar los correspondientes productos (salidas).

En nuevos avances sobre las representaciones, la materia y la energía fue introducida de manera natural, y así entonces, se obtuvieron diagramas como el dado por la Fig. 2 (8).

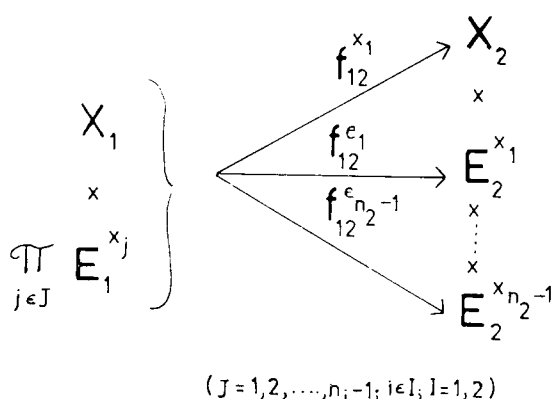


Figura 2.

Allí conjuntos como X_i ($i=1,2$) fueron llamados *conjuntos materiales*, por cuanto ellos representan la materia entrando (X_1) y saliendo (X_2) al componente. El concepto de materia fue introducido bajo la denominación de *naturaleza física material*, y mientras en los diagramas de las primeras formalizaciones por las categorías $M\alpha$, $M\alpha'$ y $M\beta$ (8,10), cada elemento $x_j \in X_i$ ($j \in J$; $J=1,2,\dots,m_i$) representó una diferente naturaleza física material, en los diagramas de la última y definitiva categoría biológica $M\gamma$, todo elemento del conjunto X_i identifica la la misma naturaleza física material. Así, la cardinalidad de cada conjunto X_i identifica la *cantidad* de la respectiva naturaleza física material. Similares criterios fueron impuestos a los conjuntos materiales Y_i de los diagramas relacionales representando sistemas ambientales (9).

Los conjuntos $E_i^{x_j} = \{e_j\}$ ($i \in I$, $I=1,2$; $j \in J$, $J=1,2,\dots,n_i-1$) fueron definidos como conjuntos unitarios de tal forma que e_j identifica el valor de *energía extrínseca* asignada.

La asociación entre las asignaciones de materia y de distintos o iguales valores de energía extrínseca fue formalizada por la operación producto cartesiano

$$X_i \times \prod_{j \in J} E_i^{x_j} \quad (j \in J, J = 1, 2, \dots, n_i - 1) \quad (1)$$

Como cada naturaleza física material fue concebida como correspondiente con un dado valor de energía intrínseca equivalente, productos cartesianos como el anterior representan el ligado criterio de *energía intrínseca* — *energía extrínseca*.

De manera natural, los comportamientos fueron entonces mejor individualizados, por cuanto el abstracto comportamiento inicial f_{12} de la Fig. 1 fue entonces dado a través de la n -upla $(f_{12}^x, f_{12}^{el}, \dots, f_{12}^{eni-1})$ de tal forma que

$$r(f_{12}^x) = X_2 \text{ y } r(f_{12}^{ej}) = E_2^j \quad (j \in J, J = 1, 2, \dots, n_i - 1)$$

Así entonces, las siguientes designaciones son naturales:

f_{12}^x : comportamiento material

f_{12}^{ej} : comportamiento energético

Como ha sido mostrado, tres asignaciones conceptuales aparecieron para nominar los elementos abstractos de representación; y todos ellos, en su conceptualización, quedaron munidos de características, que en sí constituyen propiedades naturales. En ese sentido, la naturaleza física material fue entendida como materia en um definido estado físico, y de acuerdo a ese estado, cada naturaleza física material fue concebida como correspondiente a un *determinado* valor de energía intrínseca (8, 9, 10, 11, 12, 13).

En términos de representación, fue natural concebir que cuando la naturaleza física material fuese representada por medio de conjuntos materiales X_i , entonces la energía intrínseca es no representable. Esto aparece desde la estricta equivalencia entre sendos conceptos.

La energía extrínseca fue primeramente concebida como no dependiente de la estructura física de la materia, como determinativa al lado de la naturaleza física material de las posibilidades de realización de los componentes, y como teniendo una lábil unión a su naturaleza física material de referencia.

La misma expresión anterior del producto cartesiano determina la posibilidad de una unión de la materia con un número de valores de energías extrínsecas no siendo, necesariamente, uno.

En definitiva, la aparición de diagramas relacionales biológicos material-energético como

el dado por la Fig. 2 fue acompañada por globales caracterizaciones de los conceptos involucrados. Esto permitió un nuevo avance teórico que se apoyó en consideraciones aplicadas concretas (10, 13); pero, a su vez, se realimentaron las exigencias sobre las definiciones de los nuevos conceptos. En relación a esto, ha comenzado a interesar las individualizaciones de sendos tipos de energía, y la ponderación del valor de las mismas en toda materia biológica.

Esto es así, desde las muy sugestivas evidencias experimentales obtenidas por S. Comorosán y seguidores (3), por las que, irradiados los sustratos con bajas dosis de energía, éstos, en presencia de su enzima específica evidencian nuevos parámetros enzimáticos, los que se encuentran conectados con el tiempo de irradiación y con el tipo de secuencia de tiempos de sucesivas irradiaciones.

La convergencia entre los hallazgos experimentales de S. Comorosán, y los desarrollos teóricos debidos al autor, son expresados en Lequizamón J. Giménez (13). Así, si las irradiaciones de un sustrato S, por el cual pasa a un estado S^* se interpreta por el producto cartesiano (2)

$$\underbrace{X_i \times E_i^{x_0} \times (\pi \times (\pi E_i^{x_k}))}_{k \in K \quad j_k \in J_k} \quad (2)$$

S^*

entonces las no significativas diferencias, obtenidas entre S y S^* por Comorosán, a través de las más desarrolladas técnicas experimentales, tienen justificación, ya que la diferencia entre S y S^* es imputable a energía extrínseca ligada a la naturaleza física material S. Adicionalmente, el efecto en sí es impuesto como debido a irradiaciones que proveen energía extrínseca al sustrato original, porque éste en el estado S^* puede fácilmente cumplir tal condición cuando S^* se encontrara en disolución a temperaturas normales, o bien cuando ultrasonido actuó sobre S^* . Como también se observan transferencias del efecto entre distintos sustratos cuando dos de ellos se mezclan en estado S_1 y S_2^* pasan al estado S_1^* , S_2 (2), entonces todo conduce a revelar *labilidad* en la ligazón energética.

Tal convergencia teórico-experimental resultó recíprocamente útil; por cuanto, por una parte se dio validez al producto cartesiano ordenado de las representaciones originales como

aquellas dadas por la Fig. 2 y por el producto cartesiano (I); y, por otra parte, se limitó una propiedad del Efecto Comorosán, y así se llegó a determinar que éste es viable para tiempos *finitos* de irradiación perteneciente a una suceso temporal *finita* de irradiaciones.

Todos estos antecedentes han impuesto la necesidad de una búsqueda de nuevos elementos de caracterización de sendos tipos de energía y de valorización energética de la naturaleza física material en juego. La óptica de los desarrollos, aunque conceptual, debe permanecer involucrada en los cánones de la biología relacional, es decir, de sus representaciones; y los nuevos hallazgos, podrían ser no comparables con similares conceptos energéticos-materiales expuestos bajo otras teorías o por medio de otras interpretaciones matemáticas.

2. SOBRE EL NIVEL DE REPRESENTACIÓN

Aunque la biología relacional se encuentra preponderantemente interesada en los aspectos cualitativos de los sistemas en análisis, más bien que en los cuantitativos; los últimos desarrollos introducidos aportan gran relevancia para el segundo tipo de criterio. Esto es posible de ser reconocido a través del criterio de *cardinalidad* asignado a los conjuntos materiales X_i de los diagramas abstractos material-energéticos dando lugar a la categoría $M\gamma$, y, también, a través del criterio de *valor energético* de cada energía intrínseca.

Es dable observar, como ambos aspectos están estrechamente relacionados a una correcta selección de la naturaleza física-material, la que a su vez depende del nivel de representación elegido para el análisis de los procesos biológicos. Entonces es así como *el nivel de representación debe ser una interpretación exacta de los objetivos previstos para obtener y de la información disponible del proceso*. Entonces, cada entrada y salida del sistema representado tiene que ser consistente con una interpretación definida de los hechos, considerándolos a éstos bajo niveles, ya sean atómicos, moleculares o químicamente más complejos.

Puede ser el caso en el cual el problema consiste en el estudio de la transformación biológica de una determinada entrada dada, por ejemplo, por un carbohidrato, un lípido, una proteína y agua, en forma tal que, por el análisis perseguido, el nivel de representación requiere la interpretación de cuatro diferentes naturalezas físicas materiales, y no sólo una como debería

ser el caso cuando el conjunto completo es concebido bajo una sola y compleja naturaleza física-material. Similarmente, pero de mayor diferencia, es cuando la selección ha tenido en cuenta múltiples naturalezas físicas materiales, como resultaría del caso dado por el C, H, N, O, S, P etc., determinando cada carbohidrato, lípido, proteína y agua.

En muchos casos, la concepción del problema desde niveles más elementales, determinaría diagramas (y categorías) con una intrincada red de mapeos materiales y energéticos, los que resultarían innecesarios para el análisis del problema, y que además aportarían una innecesaria cuota de complejidad y de obscuridad. En ciertos otros casos, la selección de la naturaleza física-material puede ser aún más elemental, y entonces, es posible pensar que los mapeos pueden tener en cuenta intrínsecas leyes inherentes a la constitución de la materia, lo cual es también innecesario.

El otro extremo aparece cuando la selección de la naturaleza física material es más grosera que la real. En este caso, hay una pérdida de información porque ciertos mapeos identificatorios de comportamiento estarán ausentes, debido a esta inapropiada selección. Esto generalmente ocurre cuando la naturaleza física material real no ha sido suficientemente reconocida.

Es así entonces como la selección del nivel de representación debe ser hecha en una forma consistente y de acuerdo a los objetivos biológicos que son perseguidos.

3. LOS NUEVOS DESARROLLOS

Sobre la naturaleza física material

Ha sido entendido que su definición requiere de conceptos adicionales a aquél que la caracterizaba como materia en un determinado estado físico. De hecho, un mismo estado físico es dado dentro de un conjunto numeroso de valores de las variables de estado: presión, volumen, temperatura y composición. Entonces para distinguir una misma materia en un mismo estado físico, pero bajo dos (o más) condiciones distintas de las variables de estado, la definición de naturaleza física material debe incluir la imposición de un dado valor a cada una de las variables de estado.

Una completa definición de naturaleza física material no es sólo privativo para la exacta ponderación del valor de energía intrínseca que le resulta estrictamente equivalente, sino también para el reconocimiento de las energías ex-

trínsecas que se le manifiestan ligadas. En relación a ésto, se tiene el nuevo concepto definido como *conformación geométrica* el que resulta de la disposición de una dada cantidad de materia en un dado volumen, o bien de la geometría resultante en relación a la disposición de los elementos que constituyen la materia de referencia.

Como se notará, según el nivel de representación optado, así resultarán las bases de ponderación del concepto. Una materia considerada dentro de niveles de representación elevados se ponderará geoméricamente por su volumen global y no por la disposición de los nucleones que la constituyen.

En términos de energías elásticas, es dable notar cómo una materia de características elásticas almacena o pierde esa forma de energía con mayor o menor facilidad, según el volumen correspondiente a una misma cantidad de esa materia. Visualícese el ejemplo a través de volúmenes que varían desde un cubo a un prisma, para el cual la longitud de un lado es considerablemente mayor a aquellas de los otros dos restantes. De hecho, la ilustración del concepto trata aquí una materia en un *alto* nivel de representación. Así entonces, si la naturaleza física material es definida para estructuras de la materia más elementales como átomos o núcleos de ellos, entonces el criterio de conformación geométrica debe tener en cuenta las distribuciones espaciales entre los componentes elementales de la materia.

En relación a ésto, si un conjunto material X, es determinado por una dada materia en estado sólido, constituida por cristales, los cuales definen la naturaleza física-material, entonces, de acuerdo a la disposición de los átomos, así serán las propiedades físicas de cada cristal. Esto es reconocido en cristalografía como el principio de Newmann, como es dicho en Gay (5). Así, la conformación geométrica viene a ser necesaria, porque si existiesen dos o más clases de cristales de una misma composición, bajo un igual conjunto de valores dados para el volumen, la presión y la temperatura, entonces, la diferente disposición de los átomos pueden dar lugar a diferentes posibles valores de energías extrínsecas.

Las previas consideraciones pueden también ser referidas a experiencias conectadas con aquellas de Comorosán, hechas por Kollias y Melander (7) y por la cual el incremento de la velocidad de reacción enzimica es ahora obtenido por una irradiación laser sobre una dada en-

zima a baja concentración. Esta experiencia fue inducida desde las observaciones de Fröhlich. Este autor propuso una interpretación para tal clase de fenómenos, considerándolos como debidos a modos de polarización de las moléculas, los que son producidos por un campo de polarización que a su vez depende de la posición en la molécula (4). Braumik, Bhaumik Kumar Ray and Dutta-Roy (1) han introducido una expresión para la densidad hamiltoniana de las energías involucradas en tales nuevas posibilidades de realización de las enzimas. Precisamente allí, los términos de la ecuación matemática expresan las distintas formas de típicas energías extrínsecas como lo son las energías cinética y elástica. Aún más, el mismo modo de polarización es dado por una expresión de una energía potencial efectiva.

Este conjunto de predictivos, experimentales y matemáticos trabajos de investigación, están expressando la real necesidad de considerar el concepto de conformación geométrica dentro de las representaciones relacionales de la materia. En tales representaciones los fenómenos son claramente distinguidos como debido a una naturaleza física material identificable (o energía intrínseca equivalente), y/o a sus energías extrínsecas ligadas; lo que nos es el caso para la clase de fenómenos descritos por Kollias y Melander, donde la matemática para expresar los fenómenos conciernen a una expresión sin tales distinciones.

De acuerdo entonces a las puntualizaciones anteriores, el concepto de *conformación geométrica* depende del nivel de representación desde el cual la correcta selección de materia es hecha. Si ése nivel corresponde a una selección de materia dada por ninguna distinción de sus nucleones, entonces *la conformación geométrica es concerniente con la descripción matemática de la forma dada por una determinada cantidad de materia en un determinado volumen*. Si en lugar de eso, el nivel de representación involucra estructuras atómicas de la materia, entonces *la conformación geométrica debe ser concerniente con la descripción matemática de las posiciones relativas de los nucleones o átomo de tal materia*.

Estamos ahora en condiciones de redefinir el concepto de naturaleza física material:

D1. *Una naturaleza física material dada correspondiente a una determinada materia para valores definidos de las variables de estado, presión, volumen, temperatura y composición, y con una precisa conformación geométrica.*

Sobre la energía intrínseca. Asignación del valor

El segundo de los aspectos analizados es el determinado por el criterio bajo el cual se establece la equivalencia estricta entre la naturaleza física material y el valor asignado a su energía intrínseca.

Si una molécula dada es identificada como materia, su energía real asignable interna será compuesta por la energía de rotación y vibración en el interior de la molécula, por la energía potencial interna determinada por la disposición de los componentes materiales de los núcleos y los electrones, por el valor de todos estos constituyentes materiales a través de su propia conversión en energía, y, para abreviar, por cualquier otra forma de energía incluida en la estructura de la materia.

Sin embargo, no es necesario conocer todas esas formas y valores de energía (bajo una exacta cantidad) para cualquiera de los procesos biológicos bajo análisis. Lo que es realmente necesario es asignar un valor E_{AB} para cada naturaleza física material (AB) en correspondencia con el comportamiento de (AB) para todo proceso biológico. Expresar las naturalezas físicas materiales como (AB) significa que las partes de A y B constituyen el conjunto total de partes de (AB) que pueden ser naturalezas físicas materiales en otros procesos biológicos.

Para continuar, es necesario entonces introducir el concepto de naturaleza física material standard.

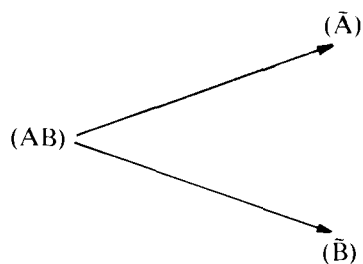
D.2 Naturaleza física material standard

$(\tilde{A})$; $(\tilde{B})$; $(\tilde{C})$; $(\tilde{D})$ etc. son aquellas naturalezas físicas materiales de transformación energética *nula* bajo cualquier proceso biológico perteneciente al conjunto biológico de sistemas existentes.

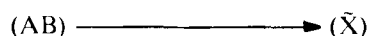
En este estado, un mismo valor energético E_0 es asignado a todas las naturalezas físicas materiales standards.

Entonces, se dirá que la *naturaleza física material (AB) tendrá valor de energía intrínseca equivalente* E_{AB} , la cual corresponde a o a la energía liberada por la transformación energética *total* de (AB), e a m veces E_0 más la energía liberada cuando (AB) es transformada por uno o más procesos biológicos en m naturalezas físicas materiales standards $(\tilde{A})$; $(\tilde{B})$ o $(\tilde{X})$. De hecho, X es comprendida como diferente a A o B y/o como parte (s) de una degradación material (en energía) de (AB).

La energía E_{AB} no sólo es determinable a través de un proceso del tipo



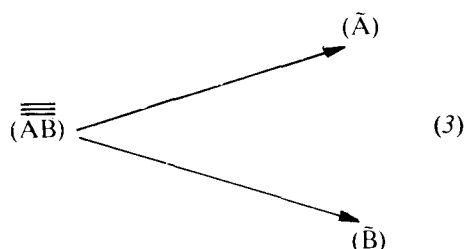
o desde el proceso



ocurriendo en el mismo sistema biológico siendo estudiado. Realmente, uno u otro de estos procesos puede ocurrir en un sistema biológico muy diferente de aquél que es estudiado, o puede ser posible a través de conjuntos numerosos de sistemas biológicos en sucesión, tal como el tipo de transformación



que puede haber sido originada en un sistema biológico, y que una transformación final como

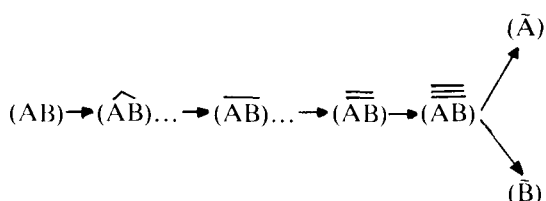


tiene lugar en un último y otro sistema de una cierta cadena biológica.

Así, se puede tener una transformación



en el sistema biológico estudiado, que puede sólo ser una parte de una transformación general del tipo:



Es necesario señalar que la modalidad operativa usada para establecer el valor de la energía intrínseca para cada naturaleza física material es similar a aquella empleada por la termoquímica (6). Así, para poder calcular el calor de formación de los compuestos químicos, establece, como un postulado, que los elementos que aparecen en la reacción química son encontrados en sus estados standard, esto es, en sus formas estables bajo temperatura normal y a la presión de una atmósfera. Entonces, para los cálculos, es adoptado por convención que el contenido de calor de todos los elementos en sus estados standard son tomados arbitrariamente como cero bajo cualquier temperatura. Así en termoquímica, el calor de formación de los compuestos son obtenidos como correspondiendo al incremento de su contenido de calor, cuando un mol de sustancia es formada a partir de sus elementos (a una temperatura y presión dadas). Sobre esta base, las definiciones de calor de reacción, calor de combustión, calor de hidrogenización etc. siguen.

Es necesario remarcar el hecho que la asignación E_{ab} a las naturalezas físicas materiales como (AB) será variable, si, por la evolución biológica misma, las naturalezas físicas materiales standards iniciales $(\tilde{A})$, $(\tilde{B})$ o $(\tilde{X})$ llegan a ser $(\tilde{A}')$, $(\tilde{B}')$ y $(\tilde{X}')$.

Energía intrínseca. Caracterización

Tomando en cuenta las consideraciones previas, el concepto de energía intrínseca puede ser entonces definido de la siguiente manera.

- D3. La *energía intrínseca* de cada naturaleza física material es concebida como: *a)* teniendo un valor *estrictamente equivalente* a la naturaleza física material de referencia; *b)* con un *valor único* asignado a la cantidad total de la naturaleza física material de referencia y *c)* con *preponderancia de discontinuidad* entre valores de equivalentes energías intrínsecas correspondientes a naturalezas físicas materiales de diferentes materias.

La condición *a* se obtuvo de previas consideraciones. La condición *b* es inherente a *a*; pero se debe tener en cuenta que el valor es asignado a toda la naturaleza física material.

La condición *c* es una característica definida de los valores de energía intrínseca. Dos aspectos importantes hacen viable esta última conceptualización. El primero surge de las mismas

diferencias estructurales entre las materias que constituyen cualquier sistema biológico; como aquellas dadas por un diferente tipo y número de átomos y por un diferente tipo y número de ligaduras energéticas (químicas) entre aquellos átomos (esto dicho para un nivel de representación dado).

El segundo aspecto confirmando el concepto es el dado por una cuantitativación energéticamente diferente de cada naturaleza física material, como resultado de la asignación de energía en referencia con un mismo E_0 , pero correspondiendo con diferentes naturalezas físicas materiales.

La conceptualización *c* es solamente referida a la "preponderancia" de la discontinuidad de valores. Esto surge del hecho que puede ser posible encontrar valores energéticos de diferencia infinitesimal como resultado de un conjunto particular de valores que definen condiciones de 2 o más naturalezas físicas materiales de diferentes materias.

Caracterización de la energía extrínseca

La energía extrínseca es solamente inherente en su forma y valor al estado físico de la materia y a la respectiva conformación geométrica.

Aunque la energía extrínseca es cuantitativamente indiferenciada en su manifestación, es clasificada en diferentes formas: mecánica (potencial y científica), química, calórica, elástica, eléctrica magnética etc.

Podemos mencionar los siguientes ejemplos de energía extrínseca:

- * Energía potencial: la materia X_i se encuentra en un nivel de altura diferente con respecto a otro de referencia, tal que esta altura determina su valor.
- * Energía cinética: la materia X_i es horizontalmente desplazada a través de cortas distancias (sin una variación de la acción de la gravedad) a una velocidad dada, la cual determina una cierta energía cinética.
- * Energía calórica: la materia X_i ha absorbido una cantidad determinada de calor.
- * Energía elástica: la materia X_i conformando un cuerpo elástico y bajo una cierta compresión tiene un determinado valor de energía elástica, el cual es liberado cuando la compresión cesa.

Se puede notar que cualquiera de estas formas de energía u otras similares, no tienen valo-

res estrictamente equivalentes a la naturaleza física material de referencia, pero ellas son *inherentes* a ésta, especialmente con respecto al tipo de estado de la materia. Esto surge del hecho que haciendo referencia a cualquiera de las posibles formas de energía, los valores adquiridos por ellos dependen de los estados físicos, gaseoso, líquido o sólido de la materia que define la naturaleza física material. Como fue dicho antes, el concepto de conformación geométrica es también necesario para ciertas formas de energía.

Sobre las bases de lo expuesto anteriormente es fácil interpretar las condiciones que definen la energía extrínseca:

- D4. La *energía extrínseca* es concebida como:
- a) solo *inherente* a la naturaleza física material de referencia; b) con la posibilidad de *más de un valor* de energía extrínsecamente ligada a la naturaleza física material; c) con un número de energías extrínsecas ligadas a la naturaleza física material no necesariamente constante; d) con la posibilidad de *continuidad* entre los diferentes valores energéticos asignados para energías extrínsecas y e) *com una lábil unión* con la naturaleza física material de referencia.

Por la caracterización *a*, la energía extrínseca no debe ser vista como independiente de su naturaleza física material. De hecho, formas y valores de energías extrínsecas son fuertemente relacionadas a la naturaleza física material, aunque esta relación no tiene estricta equivalencia como se da para la energía intrínseca. Útil es el ejemplo de una materia (agua, por ejemplo) en estado sólido, siendo capaz de almacenar diferentes valores de energía calórica, los cuales son diferentes a aquellos valores correspondientes a la energía calórica almacenada cuando la misma materia se encuentra en estado gaseoso.

Las caracterizaciones *b* y *c* surgen inmediatamente y ellas se deben al hecho que cada naturaleza física material puede tener más de una forma de energía ligada. Como antes, ellas pueden ser potencial, cinética, calórica, elástica, eléctrica, magnética etc.; y desde allí mismo surge que el número de ellas no tienen porqué ser constante o fijo.

La condición *d* es inmediata porque la continuidad de valores surgen de variaciones infinitesimales en las asignaciones dentro de cada forma de energía. Esto es otra vez directamente evidente para las formas de energía potenciales

y cinética, porque un simple cambio en el nivel de altura, o en la velocidad de los desplazamientos, puede hacer variable los valores de estas dos formas de energía.

La *lábil unión* de cualquier forma de energía extrínseca a su respectiva naturaleza física material, como se expresado en la condición *e*, puede ser reconocida a través de las mismas observaciones previas, como son dadas para los casos de formas de energía potenciales y cinéticas. Ellas desaparecen fácilmente como tal si el nivel vuelve a ser el de referencia o la velocidad de desplazamiento es nula.

OBSERVACIONES FINALES

Las representaciones siguen la filosofía general de la biología relacional, por medio de la cual los sistemas son analizados a través de sus realizaciones funcionales, con independencia de partes estructurales. Estas representaciones han tenido una amplia posibilidad de nuevos descubrimientos (10) y de nuevas aplicaciones (13) cuando los conceptos de materia y energía son asignados a elementos abstractos de las representaciones originales (8). Este trabajo es concernientes a tales aspectos por tratar de tener el más alto número de medios para calificar a la materia y a las energías. Ambas clases de ellas están conectadas a través de las asignaciones de las condiciones respectivas a la matemática involucrada en la representación; y desde allí resulta cómo las energías son diferenciadas en intrínseca y extrínseca.

El trabajo redefine el concepto de materia dado a través del concepto de naturaleza física material. Ahora aparece el criterio de conformación geométrica como medio para mejores conceptualizaciones de diferentes valores de energías extrínsecas. Como el nivel de representación puede ser variable de acuerdo al problema, entonces la conformación geométrica de la materia será asignada bajo diferentes consideraciones de tal concepto: formas geométricas generales para más altos niveles de representación de la materia o descripciones de estructura altamente específicas, que consideran disposiciones de los nucleones, si la materia es vista bajo la óptica de las estructuras atómicas, por ejemplo.

La energía intrínseca es una vez más expresada a través de su equivalencia con la naturaleza física material, pero ahora es también identificada en una clara diferencia con las extrínsecas, a través de su preponderancia para una curva discontinua de valores de energía corres-

pondientes a energías intrínsecas de materiais diferentes. Esta diferencia entre las dos clases de energía, junto a las condiciones que corresponden a la propia identificación de la energía extrínseca, permiten tener un camino adicional para reconocer la real naturaleza física material tomando parte en los procesos biológicos.

La equivalência entre la materia y su energía intrínseca ha sido un incentivo para calificar la primera con un valor energético correspondiente a una energía debido a su total transformación, o por un valor dado por una transformación parcial más los valores E_0 de energía pertenecientes a las naturalezas física materiales en juego.

Antes de terminar los presentes desarrollos es necesario puntualizar el hecho que las presentes conceptualizaciones son sólo un paso en el camino de una más precisa definición de conceptos de naturaleza física material y de las energías extrínsecas e intrínsecas. Obtener tales objetivos primordialmente depende de cómo la experimentación biológica puede ser conducida más cerca de la estructura elemental de la materia y cómo los nuevos descubrimientos pueden ser interpretados desde un punto de vista energético.

Este trabajo es parte del trabajo de investigación en biomatemática emprendida por la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

REFERENCIAS

1. Braumik, D., Bhaumik, K., Kumar Ray, A. y Dutta-Rou, B. 1978. On a model and the kinetics of photo-enhanced enzyme reactions. *Bulletin of Mathematical Biology*, 40: 719-726.
2. Comorosan, S., Vieru, S. y Sandru, D. 1970. Evidence for a new biological effect of low level irradiations. *Int. J. Radiat. Biol.*, 17: 105-115.
3. Comorosan, S. 1976. Biological observables. In Ronsen, R. org. *Progress in theoretical biology*, 4: New York, Academic Press, 161-204.
4. Fröhlich, H. 1975. The extraordinary dielectric properties of biological materials and the action of enzyme. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA.*, 72: 4211-4215.
5. Gay, R. 1977. *Introducción al estado cristalino*. Barcelona, Unibar.
6. Glasstone, S. 1947. *Thermodynamics for chemists*. New York, Van Nostrand.
7. Kollias, N. y Melander, W. R. 1976. Laser-induced stimulation of chymotrypsin activity. *Physics Letters*, A57: 102-104.
8. Leguizamón, C. A. 1975 a. Concept of energy in biological systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 37: 565-572.
9. Leguizamón, C. A. 1975 b. A theory for environmental systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 37: 675-689.
10. Leguizamón, C. A. 1976. Other developments regarding the concept of energy in biological systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 38: 547-563.
11. Leguizamón, C. A. 1977 a. Transfers between biological and environmental systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 39: 397-406.
12. Leguizamón, C. A. 1977 b. The bio-environmental system and the realizability of pre-biological systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 39: 407-413.
13. Leguizamón, C. A. y Giménez, J. C. 1980. Concept of energy in biological systems and the effects of irradiations of low energies on enzyme-substrate systems. *Bulletin of Mathematical Biology*, 42: 161-172.
14. Rosen, R. 1958 a. A relational theory of biological systems. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 20: 245-260.
15. Rosen, R. 1958 b. The representation of biological systems from the standpoint of theory of categories. *Bulletin of Mathematical biophysics*, 20: 317-342.
16. Rosen, R. 1959. A relational theory of biological systems II. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 21: 109-127.

*O único mistério do universo é o mais e não o menos.
Percebemos demais as causas — eis o erro, a dúvida.
O que existe transcende para mim o que julgo que existe.
A realidade é apenas real e não pensada.*

Fernando Pessoa, Ficções do interlúdio