

# GACETA MEDICA DE MEXICO

ORGANO DE LA ACADEMIA N. DE MEDICINA

Registrado como artículo de 2ª clase en la Administración de Correos  
de México, D. F., con fecha 21 de marzo de 1939

---

TOMO LXXXI

MARZO DE 1951

NUM. 1

---

## TRABAJOS ACADEMICOS

### LA FORMULA MATEMATICA DE LO VIVIENTE Y SU DEFINICION \*

Por el Dr. JOSE F. BULFO,  
académico de número

En ocasión de los comentarios que se hicieron a los trabajos presentados por los señores académicos en sesiones pasadas, ha tenido que surgir un tema apasionante para los dialécticos, necesario para adoctrinar la enseñanza biológica y útil para quienes como el médico buscan la causa de los fenómenos que ocurren en la materia viva con intención de comprenderla en sus muy diferentes manifestaciones y, si el caso lo pide, intervenir con sus recursos quirúrgicos, físicos, químicos o los llamados biológicos, para lograr el fin médico. Estos agentes, sean cuales fueren, tienen que intervenir en el fenómeno vital y producir un efecto; mas para explicarnos su modo de actuar no basta con reconocer y medir la última manifestación de su potencia o capacidad, se tiene por preciso analizar los diferentes tiempos de su permanencia en el organismo para saber todas y cada una de las fases de su acción. Este análisis es valioso acervo cooperativo que llega a la Biología para elaborar la síntesis conceptual de la materia viva, que por siglos se ha definido en forma insuficiente, cumpliéndose la sentencia de *Quetelet* que decía: "no se conoce aquello que no

---

\* Trabajo reglamentario de turno, leído en la sesión del 10 de noviembre de 1948.

es posible medir"; a lo que podría agregarse: no se puede definir aquello que ante nuestra comprensión no va apareciendo en su esencia y en sus atributos como integración de unidades ponderables o atributos distintivos. Las doctrinas, biológicas tales como el Creacionismo, el Vitalismo, el Mecanicismo o el Espiritualismo, no pudieron definir la vida, tampoco el ser vivo, precisamente por ignorar los principales elementos ponderables y cualitativos de la materia viva y del ser vivo. El Determinismo, habiendo procurado una mayor profundidad en el análisis de esta materia, encontró la posibilidad de medir algunas de las fuerzas que intervienen en el proceso y en el circunstancial necesario para la fenomenología del ser viviente. Esta base firme, puesto que ha sido medida y calificada con la ayuda eficaz de ciencias eminentemente ponderativas, como son la Física y la Química, ha afianzado el concepto definido de la materia viva y del ser viviente, que no quedan a la Filosofía Biológica sino dos problemas insolutos: la finalidad de lo existente y en otro aspecto, la libre determinación, el libre albedrío, en el ser humano.

Por esto, hoy en día, quedan como respetables recuerdos de nuestros ilustres antepasados las definiciones siguientes:

- (1) La vida es un sueño. Lope de Vega.
- (2) La vida es un minotauro, devora al organismo. Buffon.
- (3) Vida es lo contrario a la muerte. Diccionario Enciclopédico.
- (4) Vida es el conjunto de fuerzas que resisten a la muerte. Bichat.
- (5) Vida es la resistencia opuesta por la materia organizada a las causas que tienden a destruirla. Pelletan.
- (6) Vida es un principio interior de acción. Kant.
- (7) Vida es la fuerza que precede al crecimiento lo mismo que al decrecimiento de los seres dotados de órganos. Anónima.
- (8) Vida es la organización en acción. Beclard.
- (9) Vida es la actividad especial de los seres organizados. Dugés.
- (10) Vida es un doble movimiento interno de composición y descomposición a vez general y continuo, Blainville.

(11) Vida es la combinación definida de cambios heterogéneos a la vez simultáneos y sucesivos. Herbert Spencer.

(12) Vida es un torbellino más o menos rápido cuya dirección es constante y arrastra siempre moléculas de la misma especie, pero en que las moléculas individuales entran y salen continuamente de modo que la forma del ser vivo es más esencial que la materia. Cuvier.

(13) La vida es un doble movimiento de asimilación y desasimilación que se verifica en el interior de los seres organizados. José Mota.

He dejado para el final tres definiciones de vida propuestas por el eminentísimo Claudio Bernard:

(14) La vida es una creación. Claudio Bernard.

(15) Vida es la fuerza evolutiva del ser, Claudio Bernard.

(16) La vida es la relación entre el organismo y su medio. Claudio Bernard.

Todas estas definiciones no tienen doctrina única, y la Biología como ciencia lo exige para obtener una generalización que sirva para distinguir la fenomenología del ser viviente de aquella que ocurre en las entidades no organizadas. No es mi propósito requerir de los conceptos vertidos en las definiciones anotadas que estos concurren en la prolija discusión que sobre el tema hace el "Diccionario de Filosofía" —de J. Ferrater Mora, editado por Atlante-México, 1944. En este Diccionario, el curioso podrá encontrar además de los conceptos aristotélicos, tomistas, galileanos, descartesianos, etc., los de Schelling, Steffens, Bergson, Dilthey, Whitehead, Heidegger, Simmel y Ortega y Gasset, que en general corresponden a especulaciones filosóficas no inútiles, pero sí al margen de un propósito netamente útil a la Biología; es decir: se acepta que el problema de la vida tenga cuatro aspectos fundamentales: 1) La vida como entidad biológica tratada por la ciencia y la metafísica de lo orgánico. 2) La vida como vida práctica o como existencia moral que estudia la ética. 3) La vida como valor supremo, objeto de la concepción del mundo, y 4) la vida como objeto metafísico por excelencia donde se encuentran el valer y todas las especies del ser. La linde de este estudio no va más allá del *bios* sin alcanzar terrenos del *zoi* o del *Psiji*. En cambio, se recalca que la vida para los estudios biológicos y sus derivados debe considerarse como una condición de la materia capaz por sí misma de formar una individualidad simple o

compleja y determinarse en su fenomenología dentro de ciertos límites, conocidos ya muchos e ignorados otros, pero en todos los casos con la posibilidad de aplicar la métrica o calificarlos por su cualidad. Existiendo innumerables seres llamados vivos, por tener esa individualidad compleja y diversa condición fenomenológica, la definición que de estos seres necesita la Ciencia no puede ser idónea si usa del lenguaje común para caracterizarlos; es preciso recurrir a las abstracciones de la matemática que sí puede plantear una condición teórica general empleando símbolos y signos que conoten las circunstancias y los elementos concurrentes en el fenómeno vital. Tres son los caracteres principales que distinguen a los seres vivos de las entidades no vivas, a saber: 1) Su integración individual, 2) Sus relaciones con el medio en que viven y 3) Su energética peculiar.

Si se supone que un ser vivo está compuesto por materias de diferente composición y en diferentes condiciones físico-químicas, se concebirá como  $n$  parámetros determinantes:

$$\begin{array}{ccccccc}
 X_1^{(1)} & X_2^{(1)} & X_3^{(1)} & \dots & X_n^{(1)} \\
 X_1^{(2)} & X_2^{(2)} & X_3^{(2)} & \dots & X_n^{(2)} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 X_1^{(m)} & X_2^{(m)} & X_3^{(m)} & \dots & X_n^{(m)}
 \end{array}$$

en los que  $m > n$  y  $m$  sin relación con  $n$ .

Supóngase que todas estas sustancias se concentran en un lugar determinado del espacio y se limitan netamente del medio ambiente. Propongase  $2R_0$  la dimensión lineal del medio y que este tenga una forma burda de esfera, y que  $r_0$  sea el radio del espacio de concentración, esférico también. Luego

$$R_0 \gg r_0$$

Si de  $r_0$  se dispersa este material en el medio hasta  $4/3\pi R_0^3$ , esa concentración que es el principio de la organización, se perdería siendo igual a cero.

Pero si toda esta materia queda precisamente contenida en la esfera de radio  $r_0$ , puede proponerse que la organización es igual a 1. Los valores intermedios, que son los más interesantes, puesto que las relaciones de lo organizado con su medio le son características,

$$X r_0^2 + Y R_0^2 = C$$

**X = CONCENTRACION TRASCENDENTE**

**Y = " EN EL MEDIO**

**C = CONSTANTE**

X = concentración trascendente.

Y = concentración en el medio.

C = constante.

**Si X = Y            0 = Cero**

**Si Y = 0            0 = 1**

$$\therefore 0 = \frac{X-Y}{X}$$

$$X r_0^2 + Y R_0^2 = C$$

Interviniendo una membrana :

$$0 = \frac{1}{2} \frac{(X_c - Y_c)^2}{X_c^2} + \frac{1}{2} \frac{(X_m - Y_m)^2}{X_m^2}$$

Si se hacen figurar en la ecuación fundamental de la matemática biofísica (Raschevsky 1943).

$$f \frac{dx_i}{dt} = r \frac{\partial F}{\partial x_i} - \frac{\partial H}{\partial x_i}$$

las fuerzas de viscosidad y viscosidad y difusión  $f (dx_i / dt)$

$$\pi R_0^2 YV = \frac{4}{3} \pi R_0^3 \frac{dy}{dt}$$

**PROPONRIENDO:**

$$A = \frac{C}{r_0^3} ; B = \frac{R_0^3}{r_0^3} (>> 1);$$

$$P = \frac{32 \pi^2 \eta \alpha N}{3M} ; \quad \text{VII Bis}$$

se encuentra de la ecuación

$$0 = \frac{A - (B + 1) Y}{A - BY}$$

Resolviendo la ecuación (VIII) por  $y$ , diferenciando con respecto al tiempo e introduciendo el resultado de las representaciones del peso molecular ( $M$ ) y el número de Avogadro, y  $N/M$  por  $\text{cm}^3$  ya expresadas en  $P$ , se tiene

$$f \frac{dO}{dt} = \frac{AP R_0^4}{(1+B-BO)^2} \frac{dO}{dt}$$

Para ecuación (VI) introduciendo las expresiones  $F = K O$  y  $X$  la inmediatamente anterior

$$r K = \frac{P R_0^4 A}{(1+B-B_0)^2} \quad \frac{dO}{dt}$$

$$\text{Si } \alpha = \frac{A R_0^4}{B}$$

**INTEGRANDO EN LA ECUACION X:**

Si  $O=0$  para  $t=0$ , pero cuando  $t_1 = 1$

$$t_1 = \frac{\alpha B}{r K (1+B)}$$

Esta es pues la fórmula que expresa las condiciones teóricas y generales en que debe encontrarse una individualidad viviente que, por haberse separado del medio y guardando relaciones con él, puede conservar, en funciones de la energética material y del tiempo, un estado distinto y propio.

De esta integración, Raschevsky (1943) deriva otro conocimiento fundamental y útil a la Biología. Si  $r$ , ración de dos dimensionales físicas  $a/a$  en el principio hamiltoniano de la Biofísica es muy pequeña,  $t$  (tiempo) en que se llega a determinar la serie de variables y derivadas constitutivas del ser, será muy grande; para el autor sus dimensiones serán de varios años o décadas, lo que explica el fracaso al pretender observar o producir generaciones espontáneas.

b y c. Ahora bien, lograda la proposición teórica de una condición individual, pueden iniciarse las que se sigue referentes a las relaciones que esta entidad tiene con su medio, soportadas por su peculiar energética en lo que va implícito el intercambio material y por lo tanto energético del fenómeno vital.

Después de que Raschevsky elaboró la hipótesis de Lotka (1922) se introdujo las modificaciones pertinentes en el principio hamiltoniano de la física.

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} H dt = 0$$

en el que H es la función de las coordenadas generalizadas (q) cuanta y (p) momento, propone

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} F dt = 0$$

en vista de que el carácter más distintivo de la organización es la magnificación (maximize) de la energía obtenida de un tal potencial. Esto es por lo que F en la ecuación representa el suministro de energía en las correspondientes derivadas con respecto al tiempo y no la medida de esta energía como lo hace H en la ecuación XII.

Pero es conveniente generalizar este principio hamiltoniano toda vez que por hoy en día, se encuentra tan necesario para la explicación y resolución de básicos problemas de la biofísica:

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (r \delta F - \delta H - \sum f_i \frac{dx_i}{dt} \delta x_i) dt = 0$$

Cuando el suministro de energía sea nulo o despreciable el valor de F.

$$f_i \frac{dx_i}{dt} + \frac{\delta H}{\delta x_i} = 0 = (\text{ente fisico})$$

Mas si F tiene valor significativo:

$$\int_i \frac{dx_i}{dt} + r \frac{\delta F}{\delta x_i} = 0 = (\text{SISTEMA BIOLÓGICO})$$

Esto viene a demostrar por otra parte, que es inútil encontrar los linderos que separen netamente lo vivo de lo físico, toda vez que la ecuación de generalización puede comprender los casos llamados intermedios, según los valores asignados a los símbolos.

Esta insuficiente, pero fundamental discusión matemática, nos hace proponer una adoctrinada definición de ser vivo, útil quizás para uso en la Biología General en las escuelas:

Ser viviente es un conjunto unitario de factores enérgicos substanciales armonizados por herencia, que por sus múltiples relaciones con el medio, asimilan la energía y la transforman para abastecer su integración en el tiempo y proveer los fenómenos que le son específicos, llamados funciones.