



HACIA UNA TEORÍA AXIOMÁTICA DE LA NUTRICIÓN: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA DE LAS DISCIPLINAS NUTRICIONALES

L. Lareo

*Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Ciencias,
Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7ª No. 40-62, Bogotá
llareo@javeriana.edu.co*

RESUMEN

Las disciplinas biológicas y entre ellas las básicas biomédicas, como la nutrición humana, carecen de sistemas formales que les permitan consolidar en modelos los avances en sus conocimientos y generar nuevos conocimientos con base en sistemas exclusivamente lógico-deductivos. En este trabajo se presentan algunos elementos para una aproximación axiomática de la nutrición que pueden empezar a suplir un sustrato teórico de estas disciplinas.

Palabras clave: axiomas, modelos, nociones básicas, nutrición.

ABSTRACT

The biological sciences and among them the basic biomedical sciences, such as human nutrition, lack formal systems that allow them to consolidate their advances in knowledge (discoveries) into models which would permit the generation of new advances based exclusively on logical-deductive systems. This article presents some elements for an axiomatic approach to the science of nutrition that could begin to provide these disciplines with a theoretical foundation.

Key words: axioms, basic notions, models, nutrition

INTRODUCCIÓN

El proceso alimentario-nutricional, como es considerado en Este trabajo, está constituido por las dos fases obvias. La primera fase es la alimentaria que comprende todos los procesos de producción, almacenamiento, procesamientos, mercadeo, etc. hasta que el alimento esté listo para ser ingerido

por un organismo heterótrofo. A partir del momento en el cual el alimento es ingerido se inicia el proceso nutricional en sí. Este proceso nutricional o nutrición de un organismo heterótrofo tiene una serie de etapas como la ingestión, digestión, absorción, transporte, metabolismo —catabolismo y anabolismo—, almacenamiento y finalmente excreción. Este trabajo trata funda-

mentalmente del proceso nutricional en sí mismo, consistente con las definiciones clásicas de nutrición. (Goodhart y Hillis, 1973; Munro y Allison, 1964)

Con lo anterior y el conocimiento del desarrollo histórico del concepto de nutrición, asociado al procesamiento de alimentos, que aparece en Hipócrates (460-377 a. de J. C.) en sus aforismos y en el capítulo 3 de su libro *Sobre la medicina antigua* (Vera, 1970) se puede visualizar el carácter eminentemente empírico de esta área del saber.

La nutrición es entonces un cuerpo de conocimientos sobre la utilización que de los alimentos ingeridos hace un organismo. Este cuerpo de conocimientos empíricos clinicoexperimentales es una conjunción de otras ciencias básicas y disciplinas de pensamiento como la fisiología, morfología, química, bioquímica, física y biofísica, para enumerar sólo algunas relevantes.

Este cuerpo de conocimientos empíricos, como en la mayoría de las ciencias biomédicas, carece de un sistema formal que permita el desarrollo, generación y avance teórico del conocimiento en esta área con base en los datos empíricos adquiridos.

Se propone que dicho sistema formal sea una teoría axiomática como de la que se ocupa el presente trabajo. Esta teoría no es una disciplina ni una teoría nutricional sino una teoría matemática cuyo objeto consiste en la totalidad de la nutrición misma. Corresponde vagamente al término “metamatemática”, en este caso “metanutrición” y como tal, y siguiendo los lineamientos de Hilbert explícitamente recogido y ampliado por Kleene (Klenne, 1952) para la metamatemática, es una teoría matemática.

Esta teoría pretende mejorar la estructura conceptual de los aspectos básicos de la nutrición y demostrar la posibilidad de derivar de manera puramente lógica, todos los teoremas que se generen en la teoría, sin la ayuda de la intuición “nutricional”, a partir de un sistema de axiomas subyacente.

Como ya se sabe desde Descartes (Descartes, 1965), a quien debemos la posible traducción de las proposiciones geométricas en analíticas, una base axiomática impecable puede tener la seguridad de que posee un modelo analítico.

Un modelo analítico no es otra cosa que un conjunto de objetos analíticos —pares de números, ecuaciones lineales,...— entre los que quedan definidas algunas relaciones de tipo analítico —la igualdad, la posibilidad de resolver una ecuación lineal mediante un par de números,... —.

Cualquier afirmación de la matemática axiomática tiene la siguiente forma: “del sistema de axiomas... es lógicamente derivable... la proposición...”.

Respecto a la estrecha relación existente entre la axiomática y la lógica clásica resulta muy importante reconocer que Gödel demostró en 1930 (Gödel, 1930a) que las fórmulas lógicamente verdaderas son, precisamente, aquellas que en cada sustitución de los símbolos de relación por signos de relaciones particulares se transforman en proposiciones verdaderas. También es importante reconocer las limitaciones de un sistema axiomático cualquiera, lo cual también fue demostrado por Gödel (Gödel, 1930b) en su famoso teorema sobre la completitud de los sistemas formales.

Un estudio detallado de la aplicación de sistemas axiomáticos formales a las ciencias empíricas es presentado por Suppes (Suppes, 1960).

Existen, además, varios ejemplos de teorías axiomáticas en diversas ciencias como por ejemplo en la física, en la que muchos de sus campos han sido trabajados en este sentido. Entre ellos se encuentran, para citar solamente algunos, la termodinámica clásica (Giles, 1964), la mecánica clásica de una partícula (Hamel, 1959; Simon, 1974; McKinney *et al.*, 1953), la mecánica de sistemas continuos (Truesdell, 1967), la mecánica de los cuerpos rígidos (Mackay, 1963) y la mecánica cuántica (Sneed, 1984).

Los éxitos en los avances teóricos logrados en estas áreas con estas teorías sugieren que todas las teorías axiomáticas pueden llegar a ser inmensamente productivas, a pesar de las limitaciones ya citadas.

La formalización axiomática presentada aquí para la nutrición permitirá generar avances teóricos validables experimentalmente y a su vez reducir dentro de pocos conceptos y definiciones comprensivos la abundante evidencia experimental existente.

PROPUESTA DE UN SISTEMA AXIOMÁTICO

Se toma como premisa fundamental en esta línea de pensamiento el hecho ampliamente aceptado que las relaciones lógicas entre las sentencias de una teoría científica pueden ser expresadas por un sistema axiomático (16).

Un sistema formal matemático, axiomático, es un conjunto de signos junto con reglas para utilizarlos. Los signos individuales se denominan signos primitivos. En este trabajo se consideran signos primitivos los representados por los siguientes símbolos:

x, y, z, w	variables
α, β, x, δ	funciones
\Rightarrow	si ... entonces
\Leftrightarrow	sí y sólo sí
$<$	menor que
\leq	menor o igual a
$>$	mayor que
\geq	mayor o igual a
$=$	igual a
\neq	diferente de
\sim	similar
\subset	contenido en
\subseteq	contenido o igual a
\in	pertenece a
\notin	no pertenece a
\neg	negación, no es
\nexists	no existe
\wedge	conjunción
\vee	adjunción
\circ	función de interacción no específica
$+$	adición
$-$	resta
$*$	producto
$/$	división
\mathcal{N}	número de variables o funciones

Además el sistema debe ser absolutamente unívoco en las implicaciones de cada uno de los términos empleados para ello a continuación una serie de nociones comunes, definiciones y finalmente los axiomas que constituyen el sistema y que serán el fundamento para demostrar algunos teoremas como ejemplo de su aplicabilidad.

Para este trabajo el conocimiento nutricional ha sido dividido en las siguientes áreas, de las cuales sólo los aspectos generales y ejemplos determinados del área de proteínas se presentan en este documento.

Las áreas de la nutrición consideradas son:

- Aspectos generales
- Proteínas
- Carbohidratos
- Fibra dietaria
- Lípidos
- Energía
- Vitaminas
- Minerales
- Factores antifisiológicos
- Interacciones entre macronutrientes
- Interacciones entre micronutrientes
- Interacciones entre macro y micronutrientes
- Interacciones de los macro y micronutrientes con los factores antifisiológicos
- Antagonismos/sinergismos entre nutrientes

En esta breve introducción a la propuesta se presentan algunos de los aspectos generales de la teoría, axiomas, nociones comunes y un ejemplo general de un teorema y su demostración.

DEFINICIONES

En esta sección, las expresiones de conceptos que se consideran ideas primitivas* se marcan con un asterisco y se les hace una referencia a otros documentos ya que si bien su implicación filosófica es necesaria para el desarrollo de la teoría no es esencial para la completitud y rigor de este trabajo. Cuando algún concepto sea de nuevo citado y su definición sea requerida se lo traerá con una representación como, *Def.*

1. **Nutrimiento.** En primer lugar es necesario precisar que ésta es la forma correcta del idioma español, pero comúnmente se le identifica con la palabra nutriente, traducción literal del inglés nutrient. Un nutrimento es la expresión mínima de una sustancia* requerida por un organismo* para sostener la vida*.
2. **Contenido.** Es la cantidad de un nutrimento determinado por método, analítico, químico, fisicoquímico y/o bioensayo. Se designa con *C*. Se puede expresar en diferentes unidades, siendo particularmente útiles las de concentración.
3. **Alimento.** Sustancia de origen natural* o sintético* que una vez ingerido por un organismo puede aportar diferentes cantidades de uno o varios nutrimentos.
4. **Procesamiento.** Tratamiento físico, químico o fisicoquímico que se realiza a un alimento para hacerlo palatable* es decir apto para ser consumido según los hábitos y creencias de diferentes grupos sociales. Lo realmente importante del procesamiento como función de interacción inespecífica (°) es su efecto sobre los nutrimentos contenidos en el alimento.
5. **Digestión.** Proceso bioquímico por medio del cual los nutrimentos de un

alimento se hacen disponibles para ser absorbidos. Se expresa por la función δ .

6. Digestibilidad. Razón existente entre el contenido de un nutrimento en un alimento y la cantidad que realmente se hace disponible al organismo luego de digerido. Se representará por $\% \delta$.
7. Absorción. Procesos de transporte por los cuales los nutrimentos disponibles luego de la digestión pasan del lumen gastrointestinal al interior de las células de la pared gastrointestinal. Se representa por la función α .
8. Absorbabilidad. Razón existente entre la cantidad del nutrimento disponible luego de la digestión y la cantidad que entra al interior celular. Se representa por $\% \alpha$.
9. Utilización. Razón existente entre la cantidad de un nutrimento que es absorbido y la cantidad que el organismo incluye en sus procesos anabólicos y catabólicos. Se representa por $\% \upsilon$.
10. Disponibilidad o biodisponibilidad. Razón existente entre el contenido de un nutrimento en un alimento y la cantidad de ese nutrimento que puede ser utilizado por el organismo cuando se ingiere el alimento. Se representa por $\% \beta$.
11. Requerimiento. Cantidad mínima de un nutrimento, experimentalmente determinada, que es necesaria para el funcionamiento normal del proceso vital de un organismo individual. Se considera funcionamiento normal del proceso vital el que está comprendido dentro de ciertos parámetros preestablecidos que en el fondo quieren medir la absoluta y comple-

ta expresión del potencial genético del organismo en cuestión. Se expresa como **R**.

NOCIONES COMUNES

1. Esencial. Se dice del nutrimento que los organismos heterótrofos no pueden sintetizar, y por lo tanto, su única fuente es por ingestión.
2. Semiesencial. Se dice del nutrimento que los organismos heterótrofos no pueden sintetizar en las cantidades que requiere el organismo durante todo su ciclo vital o durante periodos específicos del ciclo vital.
3. Identidad. Los nutrimentos del mismo tipo contenidos en diferentes alimentos se consideran idénticos químicamente aunque no lo sean necesariamente en el aspecto funcional pues su biodisponibilidad depende de la matriz desde donde es procesado.
4. Cualquier procesamiento modifica en algún grado la biodisponibilidad de los nutrimentos de un alimento.
5. La cantidad de un nutrimento que queda luego del procesamiento se denomina contenido real, el contenido previo al procesamiento se denomina total.
6. Aporte. Cantidad final de un nutrimento que brinda un alimento a un organismo específico.
7. Balance. Interacción entre dos o más nutrimentos que optimiza su utilización.
8. Limitante. Nutrimento que se encuentra en un alimento en una cantidad inferior a la requerida para hacer balance cuando se ingiere el alimento solo o dentro de una dieta.

9. Dieta. Mezcla de alimentos para la ingestión.
10. Adecuación. Relación entre las cantidades de los nutrimentos ingeridos y los requerimientos para esos nutrimentos.

$$\sum x/R$$

Donde $\sum x$ es la contribución de todos los alimentos ingeridos en un determinado momento del tiempo por un organismo específico.

11. Puntaje. Relación entre el contenido total de un nutrimento en un alimento y un patrón de referencia experimental o teórico.

$$C_{total}/C_{referencia}$$

12. Suplementación. Adición de uno o más nutrimentos específicos a un alimento para alcanzar balance y adecuación.
13. Complementación. Sinergismo existente entre nutrimentos de diferentes alimentos para que una vez ingeridos dentro de una dieta se optimice su balance y adecuación.

AXIOMAS

1. El contenido total de un nutrimento específico en un alimento es siempre mayor o igual a cero.

$$C_{total} \geq 0$$

2. El contenido real es igual o menor que el contenido total de un nutrimento.

$$C_{real} \leq C_{total}$$

3. La digestibilidad de un nutrimento es siempre menor o igual a 1.

$$\% \delta \leq 1$$

4. La absorbilidad de un nutrimento es menor o igual a 1.

$$\% \alpha \leq 1$$

Con base en las anteriores definiciones, nociones comunes y axiomas se demostrará a continuación un grupo de teoremas.

Teorema 1

La cantidad utilizable de un nutrimento es menor que su contenido total.

Dm.

Por el axioma 2 se sabe que $C_{real} = C_{total}$, por la noción común 4 se sabe que lo utilizable por el organismo es la C_{real} , por la Def. de utilización se sabe que es el producto de la $\% \delta$ y la $\% \alpha$ y por los axiomas 3 y 4 se sabe que $\% \delta \leq 1$ y $\% \alpha \leq 1$, $\Rightarrow \% v \leq 1$.

LITERATURA CITADA

- DESCARTES, R. (1965). *Discurso del método. Dióptrica, Meteoros y geometría*. Ed. Alfaguara, Madrid.
- GILES, R. (1964). *Mathematical Foundations of Thermodynamics*. Macmillan, New York.
- GÖDEL, K. (1930a). La suficiencia del cálculo lógico de primer orden. En: *Kurt Gödel. Obras completas*, Mosterín, J. (ed.) Alianza Universidad, 1981, 20-34. Traducción al español de "Die Vollständigkeit der Axiome des logischen Funktionenkalküls" por J. Mosterín.
- GÖDEL, K. (1930b). Sobre sentencias formalmente indecibles de Principia matemática y sistemas afines. En: *Kurt Gödel. Obras completas*, Mosterín, J. (Ed.) Alianza Universidad, 1981, 55-89. Traducción al español de "Über formal

- unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme” por J. Mosterín.
- GOODHART, R.S. y M.E. HILLIS (1973). *Modern Nutrition in Health and Disease*. Dietotherapy. Lea & Febiger. Philadelphia.
- HAMEL, G. (1959). Die Axiome der Mechanik. *Handbuch der Physik* 5: 1-42.
- KLEENE, S.C. (1952). “Introducción a la matemática” traducción al español de “Introduction to mathematics” por Manuel Garrido, Ed. Tecnos, Madrid.
- MCKINSEY, J.C.; SUGAR, C. y SUPPES, P.C. (1953). Axiomatic Foundations of Classical Particle Mechanics. *J Classical Mechanics and Analysis* 2: 253-272.
- MUNRO, H.N. y J.B. ALLISON (eds.) (1964). *Mammalian Protein Metabolism*. Academic Press. New York.
- SIMON, H. A. (1974). Axioms of Newtonian Mechanics. *Philosophical Magazine* 36: 888-905.
- SUPPES, P.C. (1960). A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences. *Synthese* 12: 287-301.
- TRUESDELL, C.A. (1967). Foundations of Continuum Mechanics. In: *Delaware Seminar in the Foundations of Physics*, Springer, New York, 35-48.
- VERA, F. (ed.) (1970). Hipócrates. En: *Científicos griegos*. Editorial Aguilar. México, 71-132.
- Recibido: 12.05.2005
Aceptado: 14.03.2006

