

De La Salle

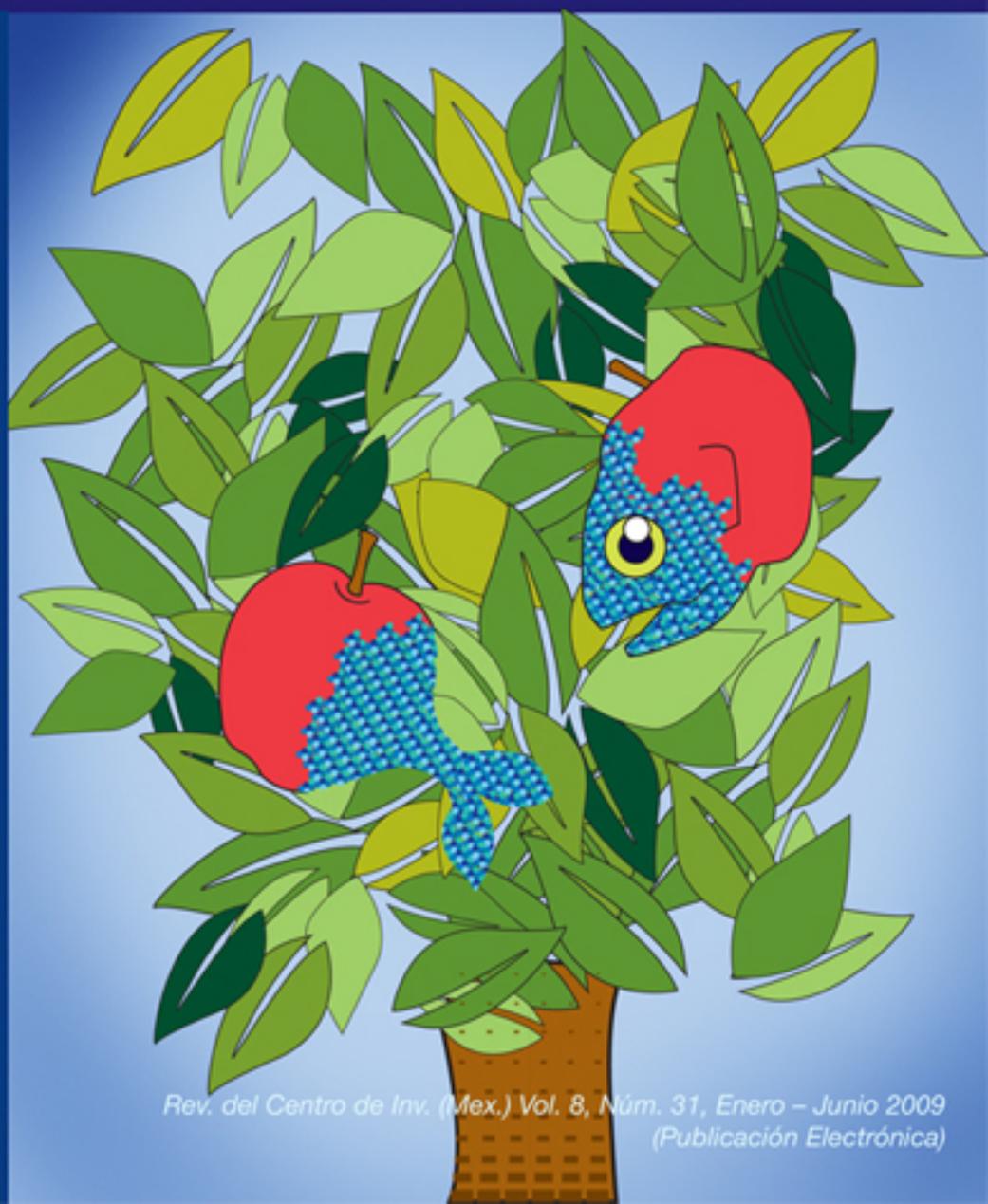


Universidad
La Salle®

Revista del Centro de Investigación

<http://www.ci.ulsal.mx/revista>

Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana



Capacidad prebiótica en
almidón de papa
Pescados procesados y
pacientes renales
Estado nutricional en jóvenes
Bioética y nutrición
DATM y orientación nutricional
Parasitosis intestinal

Rev. del Centro de Inv. (Mex.) Vol. 8, Núm. 31, Enero – Junio 2009
(Publicación Electrónica)

*Revista
del Centro de
Investigación*

UNIVERSIDAD LA SALLE



*ISSN 1665-8612
(publicación electrónica)*

Nuestros autores

- **Alejandra Lamadrid Avendaño.**
Lic. en Química de Alimentos (ULSA).
- **Lilia Angélica Bernal Gracida.**
QFB (ULSA), Mtría. en Ciencias Bioquímicas y Candidato a Doctor en Ciencias Biológicas (UNAM).
- **María Guadalupe Morales Meza.**
Lic. en Químico Bacteriólogo Parasitólogo (IPN) y Mtría. en Ciencias Químico Biológicas (IPN).
- **María Isabel Castro-González.**
Lic. en Biología (UNAM), Mtría. en Nutrición Animal (UNAM), M. en C. (Esp. en Metodología de la Ciencia) (IPN) y Doctorado en Ciencias Biológica (UAM).
- **Daniela Miranda-Becerra.**
Lic. en Química de Alimentos (ULSA).
- **Sara Montaña-Benavides.**
QFB (UNAM).
- **María de Lourdes Jiménez Guerrero.**
QFB (ULSA), Esp. en Enseñanza Superior (ULSA), Pasante Mtría. en Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana (ULSA).
- **Herlinda Madrigal Fritsch.**
Nutricista en Salud Pública (SSA) y Mtría. En Salud Pública (SSA).
- **Enrique Mendoza Carrera.**
Bioquímica y Doctorado en Filosofía (UNAM).
- **María Martha Heinen Cortés.**
Cirujano Dentista (UNAM), Cirujano Maxilofacial (UAEM), Mtría. en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud (UNAM).
- **Oscar Vázquez Tsuji.**
Médico Cirujano (UNAM), Esp. en Parasitología Pediátrica (INP).
- **Teresita Campos Rivera.**
Médico Cirujano (UNAM), Esp. en Bioquímica Clínica (UNAM).
- **Jaime Uribe Cortéz.**
Lic. en Sociología (UAM-A), Mtría. en C. Sociales (FLACSO) y Mtría. en Docencia y Administración de Educación Superior (COLPOS), estudiante del Doctorado en Estudios Urbanos (UAM-A).
- **Olivia Frago Susunaga.**
Lic. en Comunicación (UIA), Lic. en Grabado (INBA), Lic. en Diseño Gráfico (UVM), Maestría en Artes Visuales (UNAM), Maestría en Ciencias de la Comunicación (UNAM) y Candidato a Doctor en Diseño (UAM-A).
- **Bibiana Solórzano Palomares.**
Diseño Gráfico (UIA), Mtría. en Nuevas Tecnologías e Hipermedios y estudiante del Doctorado en Diseño (UAM-A).

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN
VOL. 8. NÚM. 31

Distribución y publicación: Dirección de Posgrado e Investigación de la Universidad La Salle

Dirección: Esther Vargas Medina
Coordinadora Editorial: Alma Rosa Hernández Mondragón

Diseño: Portada: Mara Espejel González (EMADYC-ULSA) y **Banner:** Blanca Estela López Pérez (UAM-A)

Apoyo Técnico: María Concepción Fortes Rivas
Corrección de Estilo y Cuidado Editorial: Mario J. Salgado Ruelas.

Asesoría Legal: Verónica Bátiz Álvarez
Coordinador Temático: Juan Carlos Falcón Martínez
Especialistas Temáticos: José Sámano Castillo (UNAM) y Luis Arturo Rivas Tovar (IPN-GIO)

Correspondencia:



[Revista del Centro de Investigación.](#)

Dirección de Posgrado e Investigación.
Benjamín Franklin # 47, Col. Hipódromo Condesa,
México, D.F. C.P. 06140.
Tel. 5278 95 00 ext. 2386, 2388
Fax. 5515 7631 E-Mail: <revista@ci.ulsal.mx>

Publicación Electrónica, impresión de 30 ejemplares para resguardo bibliográfico.

Reservado todos los derechos Posgrado e Investigación de la Universidad la Salle. Reserva para el uso exclusivo del título Núm. 04-2002-052810271000-102, ante la Dirección General de Derechos de Autor, certificado de solicitud de título Núm. 7960 y certificado de contenido Núm. 5638. ISSN 1665-8612. Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los autores. El logotipo y la denominación de la Universidad la Salle son marcas registradas.

Publicación indizada en:

CLASE ([Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades](#)) de la DGB-UNAM.

iresie ([Índice de revistas de Educación Superior e Investigación Educativa](#)) de la DGB-UNAM.

latindex ([Directorio de Publicaciones Científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal](#)). Y también se consulta en: <<http://www.latindex.unam.mx/larga.php?opcion=1&folio=1333>>.

CATMEX ([Catálogo comentado de Revistas Mexicanas sobre Educación Superior e Investigación Educativa](#)) de la DGB-UNAM. Y también se consulta en: <<http://www.cesu.unam.mx/catmex/>>

redalyc ([Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal](#)). Y también en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/HomRevRed.jsp?iCveEntRev=342>>

EBSCO ([Servicios de Información](#)). Y también se consulta en: <<http://ejournals.ebsco.com/>> ó <<http://www.ebscohost.com/thisMarket.php?marketID=1/default.asp>>.



Dirección de Posgrado e Investigación

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD LA SALLE
Vol. 8, Núm. 31 ENERO-JUNIO de 2009
ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMÁTICA: CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y NUTRICIÓN HUMANA
Artículos de Investigación

Capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por bacterias ácido lácticas silvestres para evaluar su actividad como prebiótico.	5-21	<i>Alejandra Lamadrid Avendaño Lilia Angélica Bernal Gracida María Guadalupe Morales Meza</i>
Pescados procesados: ¿son todos recomendables para pacientes renales?.	23-33	<i>María Isabel Castro-González Daniela Miranda-Becerra Sara Montaña Benavides</i>
Evaluación del estado nutricional de los alumnos de la Escuela Preparatoria de ULSA (D. F.).	35-50	<i>María de Lourdes Jiménez Guerrero Herlinda Madrigal Frisch</i>

Ensayo

Bioética, Nutrición y Enfermo Hospitalario.	51-67	<i>Enrique Mendoza Carrera</i>
---	-------	--------------------------------

Revisión temática y Nota crítica

Impacto de la disfunción temporomandibular sobre la dieta del paciente.	69-74	<i>María Martha Heinen Cortés</i>
Giardiasis. La parasitosis más frecuente a nivel mundial.	75-90	<i>Oscar Vázquez Tsuji Teresita Campos Rivera</i>

SECCIÓN NO TEMÁTICA

Ensayo

Globalización económica y organización del espacio urbano: el caso de Santiago de Chile, la gran megalópolis de América Latina.	91-96	<i>Jaime Uribe Cortéz</i>
El giro del diseño: transdisciplina y complejidad	97-107	<i>Olivia Fragoso Susunaga</i>

Revisión temática y Nota crítica

Patrimonio digital. La tecnología en la difusión y reproducción de las obras de arte.	109-115	<i>Bibiana Solórzano Palomares</i>
---	---------	------------------------------------

Directorio

Criterios de autor

Editorial

Varios son los temas que marcan la agenda de necesidades por resolver en la sociedad contemporánea. Uno de ellos, tiene que ver con qué y cómo se alimentan 6 millones de personas y el otro con la capacidad del planeta para satisfacer tales demandas, tomando en cuenta la finitud de sus recursos. El presente número de la [Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle \(RCI\)](#) aborda el problema desde la doble perspectiva de la alimentación y nutrición humana. Es doble, en tanto la dimensión de la alimentación alude a cuestiones socio-biológicas; enmarcadas en las interacciones sociales, las cuales marcan las formas y significados que las personas asumen como válidas de acuerdo a su cultura, estatus económico y hasta en cuestiones urbanas y rurales de su distribución geográfica. En cambio, la nutrición refiere en mayor medida a una dimensión psico-orgánica en el que se analiza la predisposición del cuerpo humano para la absorción de todos los elementos necesarios en un funcionamiento adecuado del organismo. Entramos entonces en las distinciones entre prebióticos, probióticos, nutrientes, patologías, cuestiones químicas y cuadro psicoemocional de los sujetos en el tema de la nutrición.

Diversos son los artículos del **número 31** de la RCI que abordan tanto el tema de la nutrición como el de la alimentación. Destaca el texto que señala la capacidad de adhesión y fermentación de almidón de papa por bacterias ácido-lácticas silvestres para la evaluación de su actividad como prebiótico, trabajo ganador del [Concurso de Investigación "Premio Hermano Salvador González 2008"](#) realizado por una alumna de la Universidad La Salle y asesorado por dos especialistas adscritas a la misma institución y a la Universidad Nacional Autónoma de México, respectivamente. Otros dos artículos afrontan una problemática común que se presenta en la atención hospitalaria referente a las necesidades y requerimientos nutricionales de los pacientes en los centros médicos y de salud del mundo, particularmente en México. Martha Heinen en su texto explica el impacto de la disfunción temporomandibular de la dieta del paciente, los problemas derivados y la exigencia de tratarlo, de sumar el tratamiento nutricional junto con el diagnóstico médico. Junto al anterior se publica el resultado de una investigación realizada por María Isabel Castro y su equipo de especialistas sobre el consumo de pescado procesado en los pacientes con problemas renales, sus consecuencias y el manejo correcto de la dieta en tales casos. En el marco de las discusiones de los textos ya mencionados ofrecemos al lector un texto de Enrique Mendoza que permite sintetizar la problemática del manejo médico hospitalario de la nutrición desde una perspectiva ensayística expone las implicaciones bioéticas en el manejo del paciente que está sometido a tratamiento en diversas especialidades en los hospitales mismos.

Desde el aspecto de la alimentación, es decir desde una perspectiva socio-biológica, destacan las contribuciones que Óscar Vázquez, investigador del Instituto Nacional de Pediatría y de la Universidad La Salle, hace sobre el tema de la Giardiasis, la parasitosis con mayor frecuencia en el mundo y la demanda por controlar dicho problema de salud pública más allá de un enfoque meramente médico-instrumental. Se requiere, dice Vázquez, un esquema de cultura de la alimentación cuyo impacto disminuya la frecuencia de tal enfermedad. Asociado a este texto, pero con un objeto de estudio específico, ofrecemos el artículo de María de Lourdes Jiménez sobre la evaluación del estado nutricional de los alumnos de la Escuela Preparatoria de la Universidad La Salle en el Distrito Federal.

Como es tradición en nuestra revista, ofrecemos al lector una sección no temática en el que podrá enterarse de diversos tópicos tales como problemas económicos y de organización del espacio urbano en grandes ciudades, o mejor dicho, en las megalópolis de América Latina. Jaime Uribe da cuenta de esta perspectiva urbana analizando el caso de Santiago de Chile. Por último, incluimos dos textos sobre la relación de la imagen, el diseño y la tecnología. Uno de ellos apunta al giro del diseño en la sociedad contemporánea, giro que ahora busca ubicarse en una perspectiva transdisciplinaria y lo que en este momento se ha vuelto un tema de coyuntura en las ciencias en general que es la complejidad. El otro destaca la importancia de la tecnología en la difusión y reproducción de las obras de arte como patrimonio digital. El lector puede asociar este último como réplica o suscripción de lo que Walter Benjamín escribió hace más de 70 años en la Europa de entre guerras sobre la reproducción técnica de la obra de arte en un tiempo de transición.

Una vez descrito el contenido de este número restaría comentarles lo siguiente. Con el número 31, la Revista del Centro de Investigación cierra el ciclo de 6 ejemplares que corresponden a las áreas del conocimiento en el que se desarrollan proyectos de investigación en la Universidad La Salle. Por su parte, el número 32, de próxima circulación, cerrará el volumen ocho y, esperamos que, ello brinde nuevas perspectivas en el debate en que se desenvuelven las diversas disciplinas.

Dr. Felipe Gaytán Alcalá
Coordinador de Investigación

Capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por bacterias ácido lácticas silvestres para evaluar su actividad como prebiótico¹

¹Alejandra Lamadrid Avendaño,

²Lilia Angélica Bernal Gracida y ³María Guadalupe Morales Meza

Escuela de Ciencias Químicas, Universidad La Salle

E-mail: ¹alejandralamadrid@hotmail.com, ²labg@ulsa.mx, ³mgmm@ulsa.mx

Recibido: Marzo 2, 2008. Aceptado: Noviembre 8, 2008

RESUMEN

Se evaluó la capacidad prebiótica de los gránulos de almidón de papa en bacterias ácido láctica (BAL) con características probióticas. Se utilizaron muestras de almidón de papa de diferentes variedades y almidón de maíz que se utilizó para comparar los resultados con un almidón de diferente origen. Se caracterizó el almidón midiendo: el tamaño del gránulo, el contenido de amilosa y de amilopectina, el nivel de fosforilación, la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida y el contenido de almidón resistente (AR) para conocer si estos factores determinan la capacidad prebiótica del almidón. Se encontró que el tamaño de gránulo y el contenido de amilosa determinaron la resistencia a la hidrólisis enzimática que presentaron los almidones de papa. En la hidrólisis ácida los almidones con mayor contenido de amilosa presentaron una mayor resistencia a la degradación. El almidón de papa presentó en promedio un 80% de AR y el de maíz un 44.6%. El almidón de papa por su alto contenido de almidón resistente puede ser un prebiótico potencial para las BAL del colon. En los ensayos de la capacidad amilolítica, cosedimentación y fermentación se trabajó con 44 BAL silvestres y con *Lactobacillus casei* Shirota y *Acti regularis* como cepas probióticas control. Las BAL no presentaron actividad amilolítica, sin embargo, presentaron un alto porcentaje de bacterias adheridas a los gránulos de almidón de las diferentes variedades de papa que va de un 75% hasta un 99%, siendo esta asociación un mecanismo de protección para las bacterias ante las condiciones del tracto gastrointestinal. No obstante que el almidón no fue hidrolizado por las BAL se realizó el estudio tendiente a la identificación de los productos de fermentación con la glucosa, que es uno de los productos de la hidrólisis del almidón. Las BAL produjeron ácido láctico como metabolito principal y algunas de éstas dieron pequeñas cantidades de ácido butírico metabolito deseado en una cepa probiótica.

Palabras Clave: prebiótico, probiótico y almidón resistente.

¹ Trabajo ganador de la Medalla "Hno. Salvador González 2008", Nivel: Licenciatura, Categoría: Avanzada, Área: Ciencias de la Salud, XV Jornadas de Investigación, Universidad La Salle, mayo de 2008.

ABSTRACT

Potato starch granules prebiotic capacity was evaluated in lactic acid bacteria (LAB) with probiotic characteristics. Samples from a variety of potato and maize starch were used to compare results against a starch of different origin. The starch was characterized by measuring the granule size, the amylase and amilopectin content, the phosphorylation level, the susceptibility to enzymatic and acidic hydrolysis, and the content of resistant starch (RC) to know if these factors determine the starch prebiotic capacity. It was found that the granule size and the amylase content determined the enzymatic hydrolysis resistance showed by the potato starches. In the acidic hydrolysis starches with greater amylose content showed a higher resistance to degradation. The potato starch showed an average of 80% of RC and the one of maize 44.6%. Due to its high content of resistant starch, the potato starch may be a potential prebiotic for the colon's LAB. During the essays of amyloclithical capacity, co-sedimentation, and fermentation 44 wild LAB and *Lactobacillus casei* Shirota and *Acti regularis* were used as probiotic control stocks. LAB did not present amyloclithical activity; nevertheless, they presented a high percentage of adhered bacteria to the starch granules of the several potato varieties that goes from 75% to 99%, being this association a mechanism of protection for bacteria for the gastrointestinal tract conditions. Although the starch was not hydrolyzed by LAB a study tending to identify glucose fermented products was performed, which is one of the products of the starch hydrolysis. LAB produced lactic acid as the main metabolite and some of these produced small amounts of desired metabolite butyric acid in a probiotic stock.

Keywords: preboitic, probiotic, resistant starch.

INTRODUCCIÓN

Debido a la demanda de los consumidores por alimentos que promuevan la salud, la industria de los alimentos ha desarrollado alimentos funcionales. El concepto de alimento funcional incluye alimentos o ingredientes alimentarios que ejercen algún beneficio adicional específico en la salud del consumidor, más allá de su valor nutricional básico. [1] Dentro de éstos se encuentran los probióticos, prebióticos y simbióticos, los cuales mejoran el balance de la microbiota del intestino humano, mejorando la salud del consumidor. [2]

Los probióticos son microorganismos vivos que se usan como suplemento en algunos alimentos y proveen efectos positivos en la salud del consumidor, ya que mejoran la composición de la microbiota del intestino. [3] Los probióticos más importantes asociados con el tracto intestinal humano son las bacterias ácido lácticas (BAL). [4] Estas bacterias se han asociado con la disminución de la intolerancia a la lactosa, el aumento en la resistencia de infecciones gastrointestinales, la mejora de la digestión, la reducción de los niveles de colesterol y la disminución del riesgo de cáncer de colon. [5]

Por otro lado los prebióticos se definen como ingredientes alimentarios que no son digeridos por el hombre y estimulan el crecimiento de un limitado género de bacterias que habitan el colon, como las BAL, de tal forma que mejoran el balance de la microbiota del colon. [6,7] El almidón en la dieta del hombre es la mayor fuente de carbohidratos y en las plantas es el principal componente de almacenamiento, específicamente se sintetiza en los cloroplastos de las hojas verdes y en los amiloplastos de las semillas y tubérculos formando gránulos. [8] Algunos almidones tienen digestión incompleta y no son absorbidos en el intestino delgado, debido al tamaño del gránulo y a su estructura molecular; a este tipo de almidón se le ha nombrado como almidón resistente. [3] El almidón resistente llega al colon donde es fermentado por la microbiota generando ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como el acético, el propiónico y el butírico. [9] Siendo este último el de mayor importancia en la salud ya que es fuente de energía para las

células del epitelio y este compuesto también protege a las células de daños al ADN, de esta manera puede prevenir el cáncer de colon. [10]

Se han estudiado alternativas para mejorar la viabilidad de los probióticos, siendo uno de los avances en la industria de los alimentos la combinación de probióticos con prebióticos, dando lugar a lo que se conoce como: simbiótico. Se ha demostrado que algunas bacterias intestinales pueden adherirse al almidón *in vitro* y esta adhesión algunas veces va acompañada de una eficiente utilización del sustrato. La adhesión de las bacterias al almidón proporciona protección hacia los factores adversos que se presentan tras el paso por el tracto gastrointestinal promoviendo una mayor distribución de probióticos viables en el colon. [3,7] En este trabajo se evaluó la utilización como sustrato y la capacidad de adhesión de una colección de 44 bacterias ácido lácticas silvestres con características probióticas a los gránulos de almidón de papa para conocer su posible asociación benéfica. Se analizó la susceptibilidad a la hidrólisis ácida y enzimática de los gránulos de almidón; además, se determinaron algunas de sus características fisicoquímicas para conocer si éstas determinan su capacidad prebiótica.

MÉTODOS

Para la obtención del almidón se utilizaron papas blancas y rosas que se adquirieron en mercados públicos y tiendas comerciales del Distrito Federal. Se trabajó con almidón de maíz comercial para comparar los resultados con un almidón de diferente origen. Se utilizaron 44 cepas de bacterias ácido lácticas de origen silvestre que fueron aisladas y analizadas sus propiedades probióticas en un estudio previo. También se utilizaron dos cepas de bacterias ácido lácticas comerciales *Lactobacillus casei* Shirota y *Acti regularis* como cepas probióticas control. Los parámetros medidos en el presente trabajo se analizaron por triplicado.

Purificación del almidón

Para la purificación del almidón se utilizó el método descrito por Wiesenborn *et al.* [11] Las papas se licuaron y el material obtenido se tamizó por las mallas no. 20 y no. 60. Este material se lavó varias veces para su purificación. El producto obtenido se dejó secar en estufa por 24 horas a 50°C.

Caracterización del almidón

Determinación del tamaño de gránulo

Para medir la distribución del tamaño de gránulo en las muestras de almidón se utilizó el equipo de difracción de rayos láser Malvern Mastersizer WR14 1XZ.

Determinación de fosfato

Se calcinaron las muestras de almidón y de las cenizas obtenidas se analizó el contenido de fosfato por la técnica descrita por Ames, [12] donde se obtiene un cromóforo que se lee a 820 nm.

Determinación de amilosa y amilopectina

Para la cuantificación de la amilosa y la amilopectina en las muestras de almidón se empleó el *kit* enzimático *Megazyme*. [13] Se utilizó la separación de estos polímeros mediante la precipitación de la amilopectina con la concanavalina A dejando en el sobrenadante la amilosa que se hidrolizó a glucosa.

Ensayos de susceptibilidad a la degradación

Ensayo de susceptibilidad a la hidrólisis enzimática

Para medir la cinética de la hidrólisis del almidón se utilizó el método reportado por Heitmann *et al.*, [14] con algunas modificaciones. El almidón se expuso a la degradación por la acción de la enzima amiloglicosidasa (E.C 3.2.1.3) de *Rhizopus* sp. de Sigma. Se midieron los azúcares reductores liberados por la hidrólisis a diferentes tiempos: 0, 20 y 40 minutos, además de 1, 1.5, 2, 3 y 24 horas. Los azúcares reductores se analizaron mediante la reducción del ácido dinitrosalicílico. [15]

Ensayo de susceptibilidad a la hidrólisis ácida

Para medir la susceptibilidad a la hidrólisis ácida de las muestras de almidón se utilizó el método propuesto por Vasanthan y Bhatti [16] con algunas modificaciones. Las muestras de almidón se suspendieron en ácido clorhídrico 2.2 N. De este material se tomaron alícuotas a diferentes tiempos: 0, 1, 2, 6 y 14 días. Las alícuotas fueron neutralizadas y se midieron los azúcares reductores liberados.

Determinación del almidón resistente

Se realizó el ensayo *in vitro* para la determinación del almidón resistente (AR) midiendo el grado de susceptibilidad a la degradación por acción enzimática ya que este tipo de almidón se define como la fracción de almidón que resiste la digestión enzimática después de 120 minutos. [8] Se utilizó el método descrito por Silvester *et al.*, [17] con algunas modificaciones. El valor del AR se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{AR \%} = (\text{glucosa total} - \text{glucosa liberada en 120 min digestión} / \text{glucosa total}) * 100$$

Recuperación de las bacterias ácido lácticas

Se utilizaron 44 cepas de bacterias ácido lácticas de origen silvestre que se aislaron y cuyas propiedades probióticas se analizaron en un estudio previo. Las cepas congeladas en caldo MRS (Man, Rogosa y Sharpe) con 10% de glicerol se sembraron en caldo MRS durante 24 horas. De este medio se sembró por estría en cajas con agar MRS y se realizó un Gram para revisar la morfología de la bacteria.

Perfil bioquímico de las bacterias ácido lácticas

La identificación bioquímica se realizó mediante pruebas de fermentación de carbohidratos con caldo base rojo de fenol adicionado con 1% de carbohidratos. Los carbohidratos que se utilizaron fueron: glucosa, lactosa, arabinosa, trealosa, rafinosa, xilosa y manitol. Los resultados obtenidos se compararon con los reportados por Novei. [18]

Adhesión de las bacterias ácido lácticas a los gránulos de almidón mediante la técnica de cosedimentación

La adhesión de las bacterias a gránulos de almidón se midió por el ensayo de cosedimentación propuesto por Crittenden *et al.*, [3] con algunas modificaciones. Las bacterias se mezclaron con una suspensión de almidón que se dejó reposar por una hora. De este material se tomó el sobrenadante en el cual se determinó la adhesión de las bacterias con el gránulo de almidón midiendo la turbidez a 540 nm y calculando con la siguiente expresión: % bacterias adheridas = $100\% - (a-b/C) * 100$; donde a: absorbancia de la suspensión bacteriana y almidón; b: absorbancia de la suspensión de almidón y c: absorbancia de la suspensión bacteriana.

Determinación de la capacidad amilolítica de las bacterias ácido lácticas mediante la técnica en placa de agar almidón

La hidrólisis del almidón por las bacterias ácido lácticas se determinó cualitativamente, empleando el método descrito por Crittenden *et al.* [3] Las bacterias ácido lácticas se inocularon en cajas de agar MRS con almidón 1% p/v. Se incubaron a 37°C durante 48

horas. Se adicionó solución de lugol (I₂-KI) en las cajas. La presencia de almidón se identifica por una coloración azul oscura y la hidrólisis del almidón por un halo claro alrededor de la colonia.

Prueba de fermentación del almidón

Para la prueba de fermentación de los almidones se utilizó el medio de base caldo rojo de fenol adicionado con 0.3% de cada almidón. Este medio se inoculó con bacterias sembradas durante 24 horas en cajas de agar MRS. El medio base rojo de fenol a pH 7 es rojizo, la producción de ácidos por el proceso de fermentación reduce el pH del medio; con ello el medio cambia a un color amarillo y se determina como prueba positiva y negativa cuando no hay cambio de coloración en el medio.

Identificación de los productos finales de fermentación mediante HPLC

Para el análisis de los productos de fermentación de las bacterias ácido lácticas se utilizó el análisis de cromatografía líquida de alta resolución mediante la técnica descrita por Ehrlich *et al.*, [19] para la identificación de los siguientes ácidos orgánicos: acético, propiónico, butírico y láctico.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos del contenido de fosfato y amilosa se analizaron mediante el análisis de varianza de un factor y la prueba mínima significativa de Fisher. En la hidrólisis enzimática y ácida se realizó el análisis de regresión lineal en la cual se obtuvieron las pendientes de las diferentes muestras de almidón que se compararon utilizando el análisis de varianza de un factor seguido de la prueba mínima significativa de Fisher; para estos análisis se utilizó el programa Excel de Windows 97. El ensayo de cosedimentación se analizó mediante el análisis de varianza de dos factores y se empleó el programa estadístico SPSS 11.

RESULTADOS

Se purificó el almidón de seis muestras de papas tres de papas rosas (R1, R2 y R3) y tres de papas blancas (B1, B2 y B3). Se comparó la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida de las diferentes muestras de almidón. Además, se analizaron algunas de sus características físicoquímicas para conocer si éstas se relacionan con la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida.

Tamaño de gránulo

El tamaño de gránulo se determinó en las diferentes muestras de almidón (figura 1) ya que es una característica física que se relaciona directamente con la composición del gránulo y la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática. [20]

La distribución del tamaño de gránulo de las muestras de almidón se clasificó de acuerdo con su tamaño en pequeño (< 20 µm), mediano (20 a 40 µm), grande (40 a 65 µm) y muy grande (> 65 µm). [20] Las muestras de almidón de papa tuvieron una amplia distribución de los tamaños de gránulo, mostrando su mayor composición en gránulos medianos con un promedio del 41% aunque también tienen proporciones apreciables de gránulos grandes y muy grandes, variando su contenido entre cada muestra. Estos resultados coinciden con lo que reporta Kaur *et al.*, [20] donde los gránulos de papa siguen una distribución normal del tamaño del gránulo, que va de gránulos que miden desde 5 hasta 140 µm con una mínima proporción en gránulos pequeños y una mayor proporción de gránulos medianos y grandes. La muestra B3 presentó los porcentajes más altos de gránulos de mayor tamaño, 34.1% de gránulos grandes y 28.9% de gránulos muy grandes, además tuvo el valor más bajo de gránulos pequeños que fue del 2.2%. La muestra de almidón de papa R3 fue la que contenía el más alto porcentaje de gránulos de menor tamaño con un 49.5% de gránulos medianos y el menor porcentaje de gránulos muy grandes de las muestras de almidón de papa con un 12.7%.

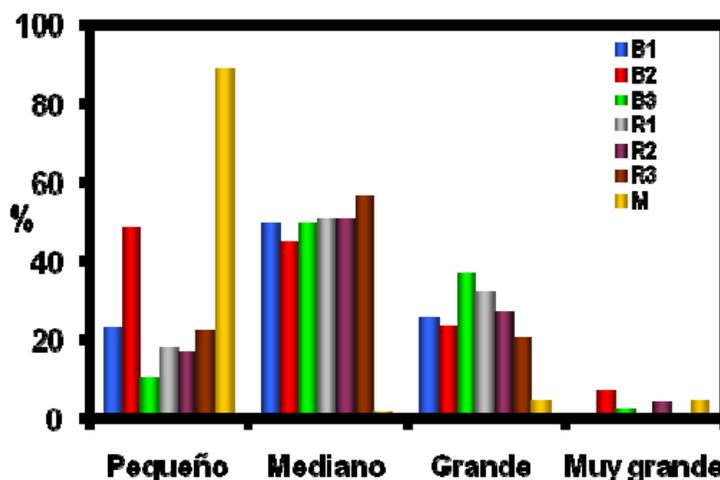


Fig. 1. Distribución del tamaño de gránulo de las diferentes muestras de almidón.

Determinación de fosfato

Se analizó el contenido de fosfato para conocer si existe alguna variación de este componente entre las diferentes muestras de almidón, ya que el grado de fosforilación *in vivo* es un factor importante en la degradación de los gránulos de almidón. En la tabla 1 se muestra el contenido de fosfato de las diferentes muestras de almidón.

Tabla 1. Contenido de fosfato en diferentes almidones de papa y maíz.

Muestra	$\mu\text{moles de PO}_4/\text{g}$ de almidón
B1	$19.58^d \pm 0.54$
B2	$16.54^{ab} \pm 0.64$
B3	$15.46^{ab} \pm 1.29$
R1	$13.54^f \pm 0.78$
R2	$15.36^d \pm 0.35$
R3	$17.36^b \pm 0.43$
M	$5.52^g \pm 4.14$

La media de los valores con diferente superíndice en la misma columna son diferentes significativamente ($p < 0.05$) y con el mismo superíndice no presentan diferencia. Los valores que se presentan son el promedio \pm DE ($n=3$).

Noda *et al.*, [21] reportaron que los gránulos de almidón de papa pequeños son los que presentan un mayor contenido de fosfato respecto a los de mayor tamaño. La muestra B1 presentó el mayor contenido de fosfato aunque no fue la muestra de almidón de papa que contenía la mayor proporción de gránulos de menor tamaño. Después de la muestra B1 la que tuvo el mayor contenido de fosfato fue la muestra R3 que de los almidones de papa representó la que tenía el mayor contenido de gránulos de menor tamaño, lo que nos indica que existen otros factores además del tamaño que influyen en el grado de fosforilación.

Determinación de amilosa

El almidón está compuesto principalmente por dos tipos de polímeros de glucosa, la amilosa y la amilopectina. [22] Estos dos polímeros influyen de manera determinante en la susceptibilidad a la hidrólisis ácida y enzimática. Se ha determinado que aún cuando los almidones procedan de la misma fuente botánica los que presentan mayor contenido de amilosa muestran mayor resistencia a la hidrólisis enzimática y ácida. [16] En este estudio se cuantificó el contenido de amilosa y amilopectina de las diferentes muestras de almidón. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Contenido de amilosa y amilopectina en las diferentes muestras de almidón.

Muestra	Amilosa (%)	Amilopectina (%)
B1	18.0 ^b ± 1	8.02 ^b ± 1
B2	16.8 ^{ab} ± 1.1	83.2 ^{ab} ± 1
B3	ND	ND
R1	15.0 ^a ± 0.3	85.0 ^a ± 0.3
R2	ND	ND
R3	17.5 ^b ± 1.7	82.5 ^b ± 1.7
M	10.2 ^d ± 0.4	89.8 ^d ± 0.4

La media de los valores con diferente superíndice en la misma columna son diferentes significativamente ($p < 0.05$) y con el mismo superíndice no presentan diferencia. Los valores que se presentan son el promedio \pm DE ($n=3$). ND=no determinado.

La amilosa en el gránulo de almidón constituye del 17 al 27% en los órganos de almacenamiento como en el endospermo de los granos de maíz y el tubérculo en la papa. [23]. Generalmente el contenido de amilosa en el maíz es de 27% [23,25] y en la papa es de 22%. [23] En el presente trabajo el maíz presentó un menor contenido de amilosa que el almidón de papa, esto se debe a que el contenido de amilosa puede variar ya que en la misma especie botánica pueden existir diferencias genotípicas. [24]

Ensayo de susceptibilidad a la hidrólisis enzimática

En las muestras de almidón se evaluó la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida, ya que la resistencia potencial que presenten las muestras de almidón a ellas puede determinar su capacidad para llegar al colon y ejercer su actividad prebiótica. La glucoamilasa es una exo enzima que comienza la hidrólisis en los extremos no reductores de los polisacáridos atacando enlaces α 1-4 y α 1-6, convirtiendo el almidón completamente en unidades de glucosa. [20] En la figuras 2 y 3 se muestra el curso de la hidrólisis enzimática de las diferentes muestras de almidón.

Se realizó un análisis de regresión lineal para calcular la pendiente de la hidrólisis de cada muestra (datos no mostrados). Se compararon las diferentes pendientes mediante el análisis de varianza de un factor y se obtuvo un valor de $p < 0.05$ por lo que existe diferencia significativa entre las diferentes pendientes. Para conocer entre qué muestras existe tal diferencia se realizó el estadístico de comparación de medias y se utilizó la prueba mínima significativa de Fisher.

El almidón de maíz se hidrolizó a mayor velocidad, mostrando diferencia significativa con respecto del almidón de las diferentes muestras de papa. Las muestras de almidón de papa mostraron un comportamiento similar en la hidrólisis enzimática a excepción de la muestra de almidón B2, que presentó el valor más bajo de la pendiente, lo que indica una menor liberación de glucosa durante el tiempo de digestión, es decir, fue la muestra con mayor resistencia a la degradación enzimática.

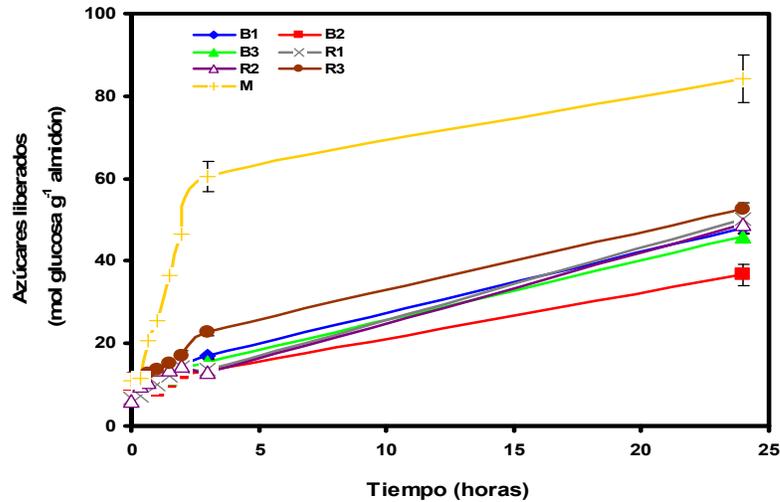


Fig. 2. Hidrólisis enzimática de las muestras de almidón durante 3 horas de digestión

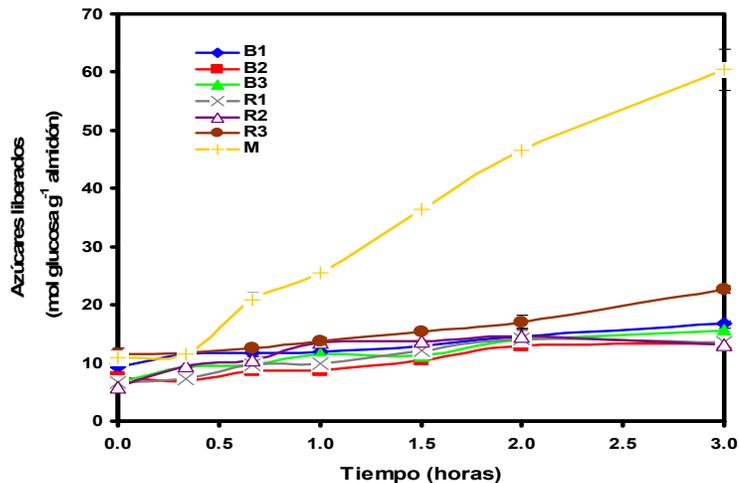


Fig. 3. Hidrólisis enzimática de las muestras de almidón durante 25 horas de digestión

Ensayo de susceptibilidad a la hidrólisis ácida

El ácido clorhídrico hidroliza, al azar, los enlaces glicosídicos de las cadenas del almidón; al transcurrir la hidrólisis, el almidón se va solubilizando en la solución acuosa del ácido. [16] Todas las muestras de almidón mostraron una mayor velocidad de hidrólisis del día 1 al 6, después de este periodo se presentó una menor liberación de azúcares reductores (Figura 4). Se realizó un análisis de regresión lineal para calcular la pendiente de la hidrólisis de cada muestra de almidón (datos no mostrados). Se compararon las diferentes pendientes mediante el análisis de varianza de un factor y se obtuvo un valor de $p < 0.05$, por lo que existe diferencia significativa entre las diferentes pendientes. Para conocer entre que muestras existe tal diferencia se realizó el estadístico de comparación de medias y se utilizó la prueba mínima significativa de Fisher.

En este ensayo los almidones presentaron un comportamiento similar ante el ataque del ácido clorhídrico 2.2 N, ya que no se presentó que algún almidón tuviera una mayor degradación con respecto a todas las muestras. No obstante las muestras B1 y R3 presentaron los valores más bajos de la pendiente que se relaciona con la menor liberación de glucosa durante el tiempo de degradación enzimática.

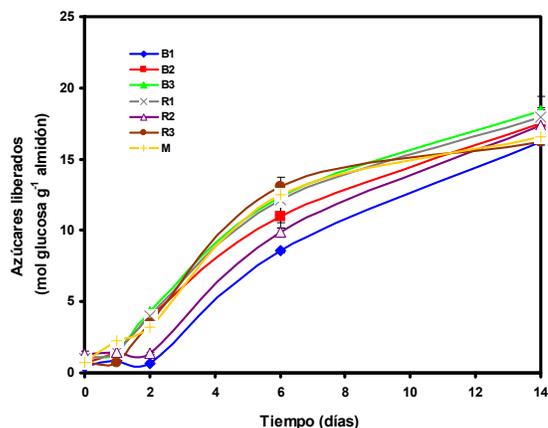


Fig. 4. Hidrólisis ácida de las muestras de almidón.

Contenido de almidón resistente

Con el objeto de evaluar la fracción de almidón que puede llegar al colon para ejercer su capacidad prebiótica se cuantificó el almidón resistente (tabla 3). Se encontró que el almidón de papa presentó un alto contenido de AR de aproximadamente 80%.

Tabla 3. Porcentaje de almidón resistente en las diferentes muestras de almidón

Muestra	Almidón resistente (%)
B1	70.8 ^b ± 2.7
B2	80 ^a ± 2.2
B3	79.5 ^a ± 2.1
R1	81.5 ^a ± 2.7
R2	80.9 ^a ± 1.2
R3	73.2 ^b ± 1.4
M	44.7 ^d ± 0.9

La media de los valores con diferente superíndice en la misma columna son diferentes significativamente ($p < 0.05$), con el mismo superíndice no presentan diferencia. Los valores que se presentan son el promedio ± DE ($n=3$).

Selección de las muestras de almidón para el estudio de la capacidad prebiótica

Después de haber caracterizado el almidón de las diferentes muestras, para los ensayos de la capacidad amilolítica de las bacterias, el de cosedimentación y el de fermentación del almidón se seleccionaron de las seis muestras de almidón, mismas que presentaron alguna característica que las distinguiera para, con ello, tener un lote de almidones de papa con características diferentes entre sí y, de esta manera, estudiar si alguna de estas muestras tiene alguna ventaja prebiótica. Se seleccionaron las muestras: B3, R3, B2 y R2. Las muestras B3 y R3 fueron seleccionadas ya que la muestra de papa B3 presentó los gránulos de mayor tamaño, en tanto la muestra R3 contenía la mayor proporción de gránulos de menor tamaño. La muestra B2 se seleccionó porque mostró la mayor resistencia al ataque enzimático y, finalmente, la muestra R2 presentó un comportamiento intermedio a su susceptibilidad a ser hidrolizada. Para comparar los resultados con un almidón de diferente origen se utilizó el almidón de maíz.

Identificación bioquímica de las bacterias lácticas

El patrón bioquímico de las BAL estudiadas correspondió al género *Lactobacillus* con 18 cepas y el género *Streptococcus* con 26 (resultados no mostrados).

Adhesión de las bacterias ácido lácticas a los gránulos de almidón

Se realizó el ensayo de cosedimentación para evaluar la capacidad de las bacterias para adherirse a los gránulos de almidón, los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje de adhesión de las bacterias ácido lácticas silvestres a cinco diferentes muestras de almidón.

Almidón	B3	B2	R3	R2	M
Cepa	Bacterias adheridas al gránulo de almidón (%)				
ACC2	82.5	85.5	77.9	84.3	80.1
ACC3	89.1	82.8	82.1	85.2	84.3
ACC4	NC	NC	75.1	91.5	91.8
APB1	89.2	84	NC	NC	NC
APB2	99.8	97.1	98.8	NC	NC
APB3	NC	88.6	98.1	NC	94.6
APC1	94.4	93	91.9	86.6	88.9
EB2	98.5	92.8	NC	905	94.1
LB1	96.4	96.4	NC	NC	NC
VB1	88.9	83.2	94.7	95.9	NC
VB2	97.1	90.6	NC	NC	NC
VB7	NC	NC	NC	NC	NC
VB11	97.8	59.9	NC	NC	NC
VB12	NC	NC	NC	NC	NC
VB14	NC	96.1	90	94.9	99.4
VB17	94.0	98.6	93.7	97.7	92.5
VB19	94.1	NC	98	88.1	91.5
VB20	NC	89.8	95.3	85	95.3
VC1	99.1	NC	96.1	NC	NC
VC5	92.5	94.3	93.5	86.2	83.3
VC6	99.1	97.4	48.2	96.3	NC
VC7	96.7	NC	93.8	85.6	NC
VC8/O	86.4	94.8	88.5	89.5	96.8
<i>L. casei</i>	93.0	95.1	93.1	93.3	97.5
<i>Acti regularis</i>	91.3	94.4	88.8	89.5	92.1
ACC1/O	97.2	NC	91.9	89.2	83
ACC1/T	92.7	89.4	88.8	85.2	98.7
APB5	79.7	84.9	90.7	96.4	NC
APB4	NC	87.6	94.3	NC	94.2
EB1/O	NC	99	96.2	85	90.2
EB1/T	89.9	98.8	96.8	96.2	91.1
VB3	93.3	96.2	89.5	92.8	93,5
VB4	87	81	84.3	86.3	87.6
VB5	91.6	95.1	89.8	85	85.7
VB6	90.7	93.9	89.1	89.4	96.7
VB8	92.8	99.2	87.9	78.1	NC
VB9	89.2	89.2	82.6	85.9	97.6
VB10	83.5	99.4	86	91.4	NC
VB15	94.3	87.2	89.5	83.4	NC
VB16	95.9	99.4	90.7	88.5	NC
VB21	915	NC	NC	90.2	98
VC2	96	99.3	96.0	86.1	94.3
VC3	NC	NC	NC	NC	NC
VC4	96.4	94.7	88.5	92.7	NC
VC8 /T	89.1	88.1	91.1	86.8	98.6
VC9	94.9	93.7	98.5	NC	NC

NC=no cuantificable

Por el análisis de varianza de dos factores se obtuvo que un valor de $p > 0.05$, por lo que se determinó que no hay diferencia significativa de la capacidad de adhesión de las bacterias ácido lácticas a alguna de las muestras de almidón, ni tampoco existe alguna bacteria que posea mayor adherencia a las muestras de almidón con respecto a todas las demás. Esta colección de bacterias ácido lácticas silvestres presentó una alta adhesión al almidón de papa y maíz.

Determinación de la capacidad amilolítica de las bacterias ácido lácticas

La hidrólisis del almidón fue negativa para las 44 cepas evaluadas.

Identificación de los productos finales de fermentación

No obstante que el almidón no fue hidrolizado por las BAL estudiadas, se realizó el estudio tendiente a la identificación de los ácidos orgánicos producidos por la fermentación de la glucosa, que es uno de los productos de la hidrólisis del almidón por la digestión ácida y enzimática que se presenta a través del tracto gastrointestinal. Se ha reportado que cierta fracción de esta glucosa no se absorbe en el intestino delgado, lo que genera un sustrato de fermentación para estas bacterias. Por otro lado, también la hidrólisis del almidón resistente por las bacterias amilolíticas del colon produce glucosa. [17] Debido a que el almidón de maíz y papa no fueron sustrato de fermentación de las BAL utilizadas en este estudio, se utilizó la glucosa como sustrato para conocer los AGCC que estas bacterias producen al fermentar la glucosa.

Se encontró ácido acético presente en las muestras, ya que dentro del medio de cultivo se encuentra el acetato de sodio, que constituye una fuente de carbono para las bacterias. Por lo que respecta a los demás componentes del medio, éstos no interfieren con los tiempos de retención del resto de los ácidos. Para conocer si la bacteria aportaba ácido acético se traslaparon los cromatogramas del medio de cultivo con el medio fermentado por la bacteria (figura 5).

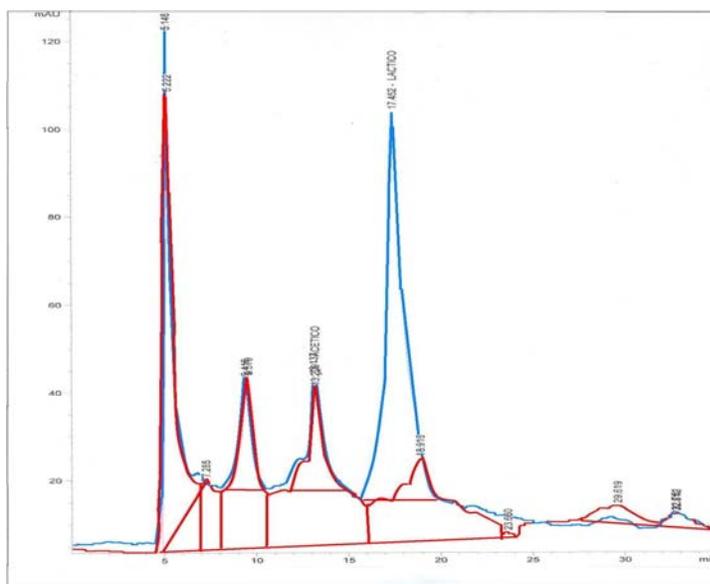


Fig. 5. Cromatogramas de medio MRS(—) y medio fermentado por la bacteria VB11(—).

Los picos del ácido acético que muestra el medio de cultivo sin inocular y el medio fermentado por la bacteria VB11, presentaron la misma área, por lo tanto el ácido acético presente está dado por el medio de cultivo, no por la fermentación de la bacteria.

En los cromatogramas se observó que el ácido que se encuentra en mayor proporción fue el láctico, mientras el ácido propiónico y el butírico en las cepas que los presentaron estuvieron en mínima proporción. En la tabla 5 se muestran los ácidos orgánicos producidos por la fermentación de las bacterias estudiadas.

Tabla 5. Ácidos orgánicos producidos por la fermentación de las bacterias ácido lácticas

Cepa	Ácidos orgánicos			
	Láctico	Acético	Propiónico	Butírico
ACC2	+	-	-	-
ACC3	+	-	-	-
ACC4	+	-	-	+
APB1	+	-	-	-
APB2	+	-	-	+
APB3	+	-	-	-
APC1	+	-	-	+
EB2	+	-	-	-
LB1	+	-	-	+
VB1	+	-	-	+
VB2	+	-	-	-
VB7	+	-	-	+
VB11	+	-	-	+
VB12	+	-	-	+
VB14	+	-	-	-
VB17	+	-	+	-
VB19	+	-	-	-
VB20	+	-	-	-
VC1	+	-	-	-
VC5	+	-	-	-
VC6	+	-	-	-
VC7	+	-	-	-
VC8/O	+	-	+	-
<i>L.casei</i>	+	-	-	+
<i>Acti regularis</i>	+	-	-	+
ACC1/O	+	-	-	-
ACC1/T	+	-	-	-
APB5	+	-	-	-
APB4	+	-	-	-
EB1/O	+	-	-	+
EB1/T	+	-	-	-
VB3	+	-	-	-
VB4	+	-	-	+
VB5	+	-	-	-
VB6	+	-	-	-
VB8	+	-	-	-
VB9	+	-	-	-
VB10	+	-	-	-
VB15	+	-	-	-
VB16	+	-	-	-
VB21	+	-	-	-
VC2	+	-	-	-
VC3	+	-	-	-
VC4	+	-	-	-
VC8/T	+	-	-	-
VC9	+	-	-	-

+ = presente en el medio de fermentación; - = ausente en el medio de fermentación

DISCUSIÓN

En la hidrólisis enzimática (figuras 2 y 3), de acuerdo con los resultados obtenidos, la muestra de almidón de maíz presentó la mayor susceptibilidad a la hidrólisis enzimática. La mayor resistencia a la hidrólisis enzimática que tuvo el almidón de papa se puede explicar por las diferencias en sus características físicoquímicas. En primer lugar, el tamaño del gránulo es un factor que interviene en la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática como lo demostraron Vasanthan y Bhatti [16] cuando estudiaron la hidrólisis de diferentes muestras de almidón de cebada, éstos se expusieron al ataque enzimático con α -amilasa y el almidón de cebada que contenía la mayor proporción de gránulos pequeños presentó la mayor velocidad de hidrólisis. Los gránulos de almidón de papa presentaron una alta proporción de gránulos medianos y grandes, en tanto el almidón de maíz tuvo una distribución predominante de gránulos pequeños, por lo que este último tiene una mayor área superficial para el ataque enzimático. [26]

Kuakpetoon y Wang [27], reportaron que a mayor contenido de amilosa la región amorfa del almidón disminuye. En diferentes estudios se ha demostrado que la región amorfa del almidón es la más susceptible tanto a la degradación enzimática como a la ácida, mientras que la región cristalina muestra mayor resistencia. [16] En el presente trabajo el almidón de maíz tuvo el menor contenido de amilosa, por tanto se puede suponer que tenga una mayor región amorfa que el almidón de papa. Siendo éste otro factor que influye en la susceptibilidad del almidón de maíz ante la digestión enzimática.

Por otro lado, el almidón de las muestras de papa tiene un mayor contenido de fosfato que el almidón de maíz y este mineral se ha relacionado como un factor que influye en la degradación del almidón. [28] Sin embargo, este factor no afectó la resistencia al ataque enzimático que mostraron los almidones de papa sobre el almidón de maíz.

Las muestras de almidón de papa mostraron un comportamiento similar en la hidrólisis enzimática, a excepción de la muestra almidón B2 que presentó la mayor resistencia al ataque enzimático de manera significativa. Por lo que respecta a su tamaño de gránulo, la muestra B2 presentó un 23.5% de gránulos muy grandes, siendo la segunda muestra con el mayor contenido de esta fracción de gránulos. De acuerdo con los resultados obtenidos (figuras 2 y 3) después de la muestra B2, el almidón que presentó una menor susceptibilidad a la degradación enzimática fue la muestra B3, que fue el almidón que presentó la mayor proporción de los gránulos grandes y muy grandes. Por lo tanto, el tamaño de gránulo fue un factor que determinó la resistencia que presentaron los almidones frente al ataque enzimático. En cuanto al contenido de fosfato y de amilosa, la muestra B2 no presentó alguna diferencia significativa con respecto a las demás muestras de almidón de papa, por lo que probablemente, además del tamaño del gránulo, la resistencia a la degradación enzimática que presentó podría estar dada por algún otro factor no determinado en este trabajo, como el contenido de lípidos, puesto que se ha demostrado que el complejo amilosa-lípidos reduce la hidrólisis enzimática porque interfiere con el enlace de la enzima con el almidón. [29]

El almidón de maíz no presentó una mayor susceptibilidad a la hidrólisis ácida respecto al de papa, como sucedió en la hidrólisis enzimática, lo que podría atribuirse a la estructura cristalina tipo A que presenta el maíz al presentar cadenas de amilopectina cortas que se encuentran más estrechamente empaquetadas. Esta organización compacta no facilita la penetración del ácido confirmando al almidón de maíz mayor resistencia ante este tipo de hidrólisis. [16]

Las muestras B1 y R3 fueron las que presentaron una mayor resistencia a la degradación del ácido, este hecho se podría explicar porque fueron las muestras de almidón que tuvieron el mayor contenido de amilosa. Tanto en la hidrólisis ácida como en

la enzimática, la parte más susceptible a la degradación es la región amorfa del almidón. La diferencia entre los dos tipos de digestión es la especificidad del ataque. La hidrólisis enzimática tiene mayor especificidad que la ácida, ya que actúa en un tipo de enlace que puede ser α 1-4 y/o α 1-6, según la enzima que esté actuando, mientras que la hidrólisis ácida no tiene especificidad. [29] La diferencia entre la cinética de reacción de la hidrólisis enzimática y ácida se puede observar en las figuras (2, 3 y 4), donde es posible apreciar que la hidrólisis enzimática de las muestras de almidón tiene una mayor velocidad de reacción que cuando se expusieron al ácido clorhídrico. Estos resultados coinciden con los reportados por Vasanthan y Batthy. [16]

Debido a la resistencia que presentó el almidón de papa a la degradación enzimática se obtuvo un contenido de AR del 80% en promedio; mientras que el almidón de maíz, por su mayor susceptibilidad, tan sólo tuvo un 44.6% de este tipo de almidón. Por lo tanto el almidón de papa, por su alto contenido de AR, puede ser un potencial prebiótico puesto que puede llegar al colon para ser sustrato de las bacterias amilolíticas presentes en él. [30]

Las BAL utilizadas en este estudio no presentaron la capacidad para hidrolizar el almidón de maíz y de papa en moléculas más sencillas como glucosa, maltosa o dextrinas; con esto no es posible la utilización como sustrato de fermentación, ya que este polisacárido es demasiado complejo para entrar en una célula bacteriana y ser catabolizado. [31]

Wang *et al.*, [30] reportaron que las bifidobacterias aisladas de la microbiota del colon presentan la capacidad de adhesión a gránulos de amilomaíz. Estudios posteriores de cosedimentación, con varias cepas de bifidobacterias y diferentes almidones de maíz, papa y cebada muestran que las bifidobacterias tienen 90% de adhesión a los gránulos de maíz, mientras que a los gránulos de papa presentaron un 70%. De igual manera, en nuestro trabajo la capacidad de adhesión de las bacterias entre el almidón de maíz y el de papa presentaron un alto porcentaje de bacterias adheridas al gránulo (75% al 99%). Debido al alto porcentaje de AR en la papa, éste podría conferir protección a las bacterias hacia los principales factores que disminuyen su viabilidad al pasar por el tracto gastrointestinal, ya que se ha reportado que cuando se exponen las bacterias adheridas con el almidón de amilomaíz a dichos factores, las bacterias mostraron mayor resistencia que cuando se presentaron las bacterias solas a estas condiciones. En estudios *in vivo* se recobran mayores cuentas de bifidobacterias en las heces de ratones a los cuales se les administró bifidobacterias junto con el almidón, que cuando se administraron las bacterias solas. [30]

Por otro lado la capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por BAL se había estudiado por Crittenden *et al.*, [3] donde utilizaron bifidobacterias aisladas del intestino humano. Éstas demostraron capacidad amilolítica, además de presentar adhesión a los gránulos de almidón de papa. En dicho estudio se determinó que la actividad amilolítica no es un requisito para la capacidad de adhesión al gránulo de almidón que presentaron las bacterias, ya que aunque todas las bifidobacterias que utilizaron en la prueba de cosedimentación presentaron actividad amilolítica, no todas mostraron un alto porcentaje de adhesión. En el presente trabajo se confirmó este hecho ya que tanto el almidón de maíz como el de papa no son hidrolizados por las bacterias ácido lácticas silvestres y las bacterias probióticas control, sin embargo, esta colección de bacterias muestran una alta adhesión al almidón de papa. Esta asociación de la bacteria con el almidón, como se indicó anteriormente, sirve de protección a las condiciones del tracto gastrointestinal, de tal forma que pueden llegar un mayor número de bacterias viables al colon, donde el almidón de papa pueda ser hidrolizado por otras bacterias del colon que posean actividad amilolítica y, a su vez, los productos de la degradación del almidón podrán ser utilizados por las bacterias del colon dentro de las que se encuentran las bacterias ácido lácticas. El conjunto de estas bacterias produce, como productos

finales de fermentación, ácido láctico y los AGCC que acidifican el medio, con lo que se estimulan tanto la absorción de minerales como la laxación. [32]

De acuerdo con la identificación de los ácidos orgánicos producidos como metabolitos de fermentación por las BAL analizadas se encontró que el ácido láctico fue el principal producto de fermentación, como era de esperarse; sin embargo, 12 /44 cepas estudiadas produjeron pequeñas cantidades de ácido butírico, componente que estimula la reproducción de las células de la mucosa intestinal, por lo que estas bacterias proveen de un beneficio adicional a la salud, además de los beneficios que potencialmente presentan las BAL para el hombre.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el tamaño y el contenido de amilosa son características importantes de los gránulos de almidón en la definición de la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática y ácida respectivamente. El almidón de papa presentó un 80% de almidón resistente y, no obstante que las bacterias ácido lácticas estudiadas no presentaron actividad amilolítica, otras bacterias presentes en el colon podrían utilizar este almidón para producir ácidos grasos de cadena corta. Además, las bacterias estudiadas presentaron una alta capacidad de adhesión a los gránulos de almidón de papa, por lo que éste puede ser un prebiótico potencial para las bacterias amilolíticas del colon.

REFERENCIAS

- [1] Fergus, C. (2004). Functional Foods: Opportunities and Challenges, *IFT Expert Panel Report*, Chicago: John Wiley & Sons, Inc., vol. 58, no. 12, pp. 35-40.
- [2] Figueroa, V. J. L., Chi, M. E. E., Cervantes, R. M. y Domínguez, V. I. A. (2006). Alimentos funcionales para cerdos al destete, *Veterinaria*, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 37, no. 1, pp. 117-136. [En línea] Disponible en: <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/revvetmex/a2006/rvmv37n1/rvm37109.pdf>>, consulta: julio 27 d e2007.
- [3] Crittenden, R., Laitila, A., Forssell, P., *et al.* (2001). Adhesion of Bifidobacteria to Granular Starch and its Implication in Probiotic Technologies, *Applied Environmental Microbiology*, USA: The American Society for Microbiology, vol. 67, no. 8, pp. 3469-3475.
- [4] Holzapfel, W. H., Haberer, P., Geisen, R., *et al.* (2001). Taxonomy and Important Features of Probiotic Microorganisms in Food Nutrition, *American Journal of Clinical Nutrition*, USA: The American Society for Nutrition, vol. 73, pp. 365-373.
- [5] Liong, M. T. y Shah, N. P. (2005). Optimization of Cholesterol Removal by Probiotics in the Presence of Prebiotics by Using a Response Surface Method, *Applied and Environmental Microbiology*, USA: The American Society for Microbiology, vol. 71, no. 4, pp. 1745-1753.
- [6] Roberfroid, M. (2001). Prebiotics: Preferential Substrates for Specific Germs?, *American Journal of Clinical Nutrition*, USA: The American Society for Microbiology, vol. 73, pp. 406- 409.
- [7] Gibson, G. R. y Roberfroid, M. B. (1994). Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics, *The Journal of Nutrition*, USA: The American Society for Nutrition, vol. 125, pp. 1401-1412.
- [8] Sajilata, M. G., Sigal, R. S. y Kulkarni, P. R. (2006). Resistant Starch a Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Chicago: John Wiley & Sons, Inc., vol. 5, no. 1, pp. 1-17, January.

- [9] Bird, A. R., Brown, I. L. y Topping, D. L. (2000). Starches, Resistant Starches, the Gut Microflora and Human Health, *Current Issues Intestinal Microbiology*, UK: Horizon Scientific Press, vol. 1, no.1, pp. 25-37. [En línea] Disponible en: <<http://www.horizonpress.com/ciim/v/v1/03.pdf>>, consulta: agosto 13 de 2007.
- [10] Miller, T. L. y Wolin, M. J. (1996). Pathways of Acetate, Propionate, and Butirate Formation by the Human Fecal Microbial Flora, *Applied and Environmental Microbiology*, EUA: The American Society for Microbiology, vol. 62, no. 5, pp. 1589-1592.
- [11] Wiesenborn, D. P., Orr, P. H., Casper, H. H. y Tacke, B. K. (1994). Potato Starch Paste Behavior as Related to Some Physical Chemical Properties, *Journal of Food Science*, Chicago: Mission, vol. 59, no. 3, pp. 644-648.
- [12] Ames, B. N. (1996). Assay of Inorganic Phosphate, Total Phosphate and Phosphatase, *Methods in Enzymology*, UK: Elsevier, vol. 8, pp. 115-117.
- [13] Megazyme International Ireland Limited. (2006). Amylose/Amylopectin procedure, [En línea], Disponible en: <<http://secure.megazyme.com/downloads/en/dat/k-AMYL.pdf>>, consulta: julio 27 de 2007.
- [14] Heitmann, T., Wenzing, E. y Mersmann, A. (1997). Characterization of Three Different Potato Starches and Kinetics of their Enzymatic Hydrolysis by an α -amylase, *Enzyme and Microbial Technology*, GB: Elsevier, vol. 20, no. 4, pp. 259-267.
- [15] Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar, *Analytical Chemistry*, USA: ACS, vol. 31, no. 3, pp. 426-428.
- [16] Vasanathan, T. y Bhatta, R. S. (1996). Physicochemical Properties of Small and Large Granule Starches of Waxy, Regular, and High Amylose Barleys, *Cereal Chemistry*, USA: AACC International, vol. 73, no. 2, pp. 199- 207.
- [17] Silvester, K. R., Englyst H. N. y Cummings J. H. (1995). Ileal Recovery of Starch from Whole Diets Containing Resistant Starch Measured *in vitro* and Fermentation of Ileal Effluent, *American Journal of Clinical Nutrition*, USA: The American Society for Nutrition, vol. 62, pp. 403-411.
- [18] Novei, G. (2000). Bacterias ácido lácticas, En: Leveau, J. Y., Bouixi, M. (ed). *Microbiología industrial. Los microorganismos de interés industrial*, España: Acribia, pp. 238-239.
- [19] Ehrlich, G. G., Goerlitz, D. F., Bourell, J. H., *et al.* (1981). Liquid Chromatographic Procedure for Fermentation Product Analysis in the Identification of Anaerobic Bacteria, *Applied Environmental Microbiology*, USA: The American Society for Microbiology, vol. 42, no. 5, pp. 878-885.
- [20] Kaur, L., Singh, J., McCarthy, O. J., *et al.* (2007). Physico-Chemical, Rheological and Structural Properties of Fractionated Potato Starches, *Journal of Food Engineering*, UK: Elsevier, vol. 82, no. 3, pp. 383-394.
- [21] Noda, T., Takigawa, S., Matsuura-Endo, C., *et al.* (2005). Physicochemical Properties and Amylopectin Structures of Large, Small, and Extremely Small Potato Starch Granules, *Carbohydrate Polymers*, UK: Elsevier, vol. 60, pp. 245-251.
- [22] Denyer, K., Johnson, P., Zeeman, S. y Smith, A. M. (2001). The Control of Amylose Synthesis, *Journal of Plant Physiology*, UK: Elsevier, vol. 158, pp. 479-487.

- [23] Badui, D. S. (1993). *Química de los alimentos*. 3 ed., México: Pearson Educación, pp. 94-97.
- [24] Gérard, C., Colona, P., Buléon, A. y Planchot, V. (2001). Amylosis of Maize Mutant Starches, *Journal of the Science of Food and Agricultura*, UK: Society of Chemical Industry, vol. 81, pp. 1281-1287.
- [25] Oates, C. G. (1997). Towards an understanding of starch granule structure and hydrolysis. *Trends in Food Science & Technology*. November, UK: Elsevier, vol. 8, no. 11, pp. 375-382.
- [26] Ring, S. G., Gee, J. M., Whittam, M., Orford, P. y Johnson, I. T. (1988). Resistant Starch: its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility *in vitro*. *Food Chemistry*. UK: Elsevier, vol. 28, no. 2, pp. 97-109.
- [27] Kuakpetoon, D. y Wang, Y. (2007). Internal Structure and Physicochemical Properties of Corn Starches as Revealed by Chemical Surface Gelatinization, *Carbohydrate Research*, UK: Elsevier, vol. 342, no. 15, pp. 2253-2263.
- [28] Blennow, A., Engelsen, S. B., Nielsen, T. H., Baunsgaard, L. y Mikkelsen, R. (2002). Starch Phosphorylation: a New Front Line in Starch Research, *Trends in Plant Science*, UK: Elsevier, vol. 7, no.10, pp. 445-450.
- [29] Gallant, D. J., Bouchet, B. y Baldwin, P. M. (1997). Microscopy of Starch: Evidence of a New Level of Granule Organization, *Carbohydrate Polymers*, UK: Elsevier, vol. 32, pp. 177-191.
- [30] Wang, X., Brown, I. L., Evans, A. J. y Conway, P. L. (1999). The Protective Effects of High Amylase Maize (Amylomaize) Starch Granules on the Survival of *Bifidobacterium* spp. in the mouse Intestinal Tract. *Journal of Applied Microbiology*, GB: Wiley-Blackwell, vol. 87, pp. 631-639.
- [31] Mac Faddin, J. F. (1993). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*, México: Panamericana, pp. 27-37.
- [32] Ouwehand, A. C., Derrien, M., Vos, W., Tiihonen, K. y Rautonen, N. (2005). Prebiotics and Other Microbial Substrates for Gut Functionality, *Current Opinion in Biotechnology*, UK: Elsevier, vol. 16, pp. 212-217.

BIBLIOGRAFÍA

Vasanthan, T. y Hoover, R. (2002). Effect of Defatting on Starch Structure and Physicochemical Properties. *Food Chemistry*, UK: Elsevier, vol. 45, pp. 337-347.

Pescados procesados: ¿son todos recomendables para pacientes renales?

María Isabel Castro-González¹, Daniela Miranda-Becerra²
y Sara Montaña Benavides³,
¹Investigadora en Ciencias Médicas "D", SNI, Nivel 1,
Responsable de Proyectos,
E-mail: isacastro55@yahoo.com.mx, castronutri11@prodigy.net.mx
^{2,3}Departamento de Nutrición Animal,
Dirección de Nutrición,
Instituto Nacional de Ciencias Médicas Nutrición Salvador Zubirán,

Recibido: Octubre 11, 2008. Aceptado: Octubre 27, 2008

RESUMEN

Es indispensable un buen manejo nutricional en pacientes renales. La dieta debe incluir proteína de buena calidad con cantidades limitadas de fósforo (P) y potasio (K). Los ácidos grasos n-3 (AGPI n-3) de los pescados proporcionan beneficios contra la progresión del daño renal. El objetivo fue evaluar el contenido de proteína (PR), (P), (K), calcio (Ca) y AGPI n-3 en pescados procesados como una opción para pacientes renales. Se analizó atún en agua (AA), en aceite (AAC), sardina en tomate (ST), en chipotle (SC) y salmón ahumado (SA). (SA) presentó la mayor concentración de (PR), (P) y (K) y la menor cantidad de (AGPI n-3). Las sardinas presentaron el doble de la concentración de (P) y (K) en comparación con los atunes, así como (Ca) en elevada concentración. Atunes y sardinas tuvieron altas concentraciones de AGPI n-3 (4256-5213 mg/100g); las relaciones P:AGPI n-3 y K: P:AGPI n-3 fueron muy bajas (0.03 a 0.06, para atunes y sardinas, respectivamente); (AA) y (AC) aportaron (10.1 y 11.1 mg(P)/g(PR); (ST) (26.4) y (SC)(19.1). AGPI n-3/g(PR) fue similar para atunes y sardinas (302-424). Se detectó diferencia significativa para (P) y (K) entre tipos de pescados. Se recomienda incluir de manera individualizada (AA) y (AC) en la dieta de pacientes renales, no así el consumo de sardina y salmón.

Palabras Clave: pescados procesados, fósforo, potasio, AGPI n-3, paciente renal.

ABSTRACT

Nutritional support in renal patients is necessary in their treatment. The diet must include limited amounts of high quality protein, phosphorus (P) and potassium (K). n-3PUFA maintains beneficial properties against the renal damage progression. The aim was to evaluate protein (PR), (P), (K), calcium (Ca) and n-3PUFA in processed fishes as an alimentary option to renal patients. Oil canned tuna (AA), water canned tuna (AC), tomato sauce sardine (ST), chipotle sardine (SC) and smoked salmon (SA) were analyzed. (SA) had the highest concentration of (PR), (P), and (K) and the lowest concentration of n-3PUFA. Sardines had a double quantity of (P) and (K) compared with tunas, as well as (Ca) in a raise concentration. Tunas and sardines had elevated content of n-3PUFA (4256-5213 mg/100g); P:n-3PUFA and K: n-3PUFA were small in tunas and sardines (0.03 and 0.06). (AA) and (AC) contributed with 10.1 and 11.1 mg(P)/g(PR); (ST) (26.4) and (SC)(19.1). n-3PUFA/g(PR) content was similar for tunas and sardines (302-424). Statistical difference was detected to (P) and (K) between fishes' groups. It is

recommended to include, in an individualized way, (AA) and (AC) in renal patients' diet, but avoiding sardine and salmon.

Key words: processed fishes, phosphorus, potassium, n-3PUFA, renal patient.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades renales se pueden clasificar en cinco categorías fisiológicas diferentes: insuficiencia renal aguda (IRA), insuficiencia renal crónica (IRC), enfermedad renal hipertensiva, síndrome nefrótico y anomalías tubulares. [1] En ellas se observa un deterioro de la función renal con acumulación de productos nitrogenados, como la urea y la creatinina y desequilibrio del agua y de algunos electrolitos (P, Na, K, Ca). La falla renal origina un desequilibrio metabólico proporcional a la pérdida de la función renal; la disminución o pérdida de los mecanismos reguladores del riñón pueden ser transitorios como en la IRA o permanentes como en el caso de la IRC. [2, 3]

La etiología de las enfermedades nefróticas es variada, siendo las más frecuentes la *diabetes mellitus* tipos 1 y 2 (31% en el tipo 1 y 42% en el tipo 2), la hipertensión arterial sistémica (17%), la infección de vías urinarias, la gota y las alteraciones en el metabolismo de los lípidos, además del empleo inadecuado de antimicrobianos y uso prolongado de antiinflamatorios no esteroideos (AINES). [4]

Las enfermedades nefróticas constituyen el cuarto problema de salud en América Latina. La IRC es una enfermedad que afecta a más de 100,000 mexicanos y a millones de personas en todo el mundo, en México representa el 56.3% de los ingresos hospitalarios. [5] La incidencia de las enfermedades renales registrada en Estados Unidos para niños (0-19 años de edad) es en promedio de 1/millón. Examinados por raza, los asiáticos del las islas de Pacífico y nativos americanos y blancos tienen menor incidencia (8,11 y 10 respectivamente en promedio/millón de la población infantil), que los niños de raza negra (17/millón de la p.i.); en América Latina, la incidencia de la IRC va desde 2.8 hasta 15.8/millón de habitantes menores de 15 años. [6]

La terapéutica en las enfermedades renales consta de tratamiento médico y manejo nutricional. Este último es de suma importancia y puede hacer la diferencia en cuanto a la calidad y tiempo de vida del paciente. Debido a que las enfermedades nefróticas son diversas, el manejo nutricional tiene que ser diferente, de acuerdo a las condiciones físicas y niveles de los indicadores clínicos en cada paciente. Sin embargo, todo tratamiento nutricional incluye recomendaciones dietéticas con un consumo restringido de fósforo y potasio, además de proteína de alto valor biológico. [5,7,8,9] (Tabla 1). Este tipo de proteína se encuentra en los pescados, que además aportan importantes cantidades de los ácidos grasos poliinsaturados n-3 AEP (ac. Eicosapentaenoico C20:5) y ADH (ac. Docosahexaenoico C22:6). [10,11] Se ha demostrado que en pacientes renales, la proteinuria se previene prolongándose la sobrevivencia en modelos autoinmunes de nefritis, después de una dieta suplementada con aceite de pescado, además de que se han observado beneficios sobre el daño vascular, la agregación plaquetaria y los lípidos plasmáticos; en otros estudios se ha demostrado que los ácidos grasos n-3 parecen disminuir la nefrotoxicidad inducida por ciclosporina, así como una disminución de las complicaciones de la hipertensión al inhibir los mecanismos inflamatorios y aterogénicos en casos de nefritis lúpica, ayudando a conservar la función renal y reduciendo la proteinuria en nefropatías IgA. [12,13]

Los principales recursos pesqueros procesados en México son atún y sardina. El primero formado por atún aleta amarilla y atún aleta azul, y el segundo por sardina monterrey y sardina crinuda; este tipo de alimentos se consideran "de fácil consumo, barato y sabroso". Se producen 16.5 millones de cajas de atún al año, equivalente a cerca de 800 millones de latas o 165 mil toneladas de este pescado. Según la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (CANAINCA) el 84% representa el

consumo de atún, 12.4% las sardinas y 0.6% otros recursos pesqueros. Las formas tradicionales de presentación son atún en aceite, atún en agua, sardina en salsa de tomate, sin embargo, la industria ofrece ahora una variedad más amplia como atún con verduras, con mayonesa, atún y sardina con chipotle, escabeche, etc. México es el quinto consumidor de atún enlatado en el mundo, con un consumo per cápita anual de 7 latas. [14]

Tabla 1. Comparativo de las recomendaciones de fósforo, potasio, calcio y proteína para pacientes renales

	PROTEÍNA (PAVB) (g/kg/día)	(E) (kcal/kg)	(P) (mg/kg)	(K) (mg/kg)	(Ca) (mg/d)	REF.
Prediálisis	0.6	35-40	5-10	*	<1000	(8, 9)
Síndrome nefrótico	0.8-1.0	30-35	*	*	*	(8)
IRA de corta duración	Fase inicial: 0.3-0.6g	*	600-1200 mg/d	2000-2500 mg/d	1000-1500	(8)
	Fase recuperación: 0.8-1.0 g/kg/d					(4)
IR Leve Moderada Avanzada	1.0-1.2	30-35	<8-12	*	*	(4,9)
	0.6-1.0					
	0.6					
IRC no terminal	0.6-0.8	25-35	600-1000 mg/d	*	*	
Hemodiálisis	1.0-1.25	30-35	<12-17	<40	<1000	(8, 9)
	1-1.2 g/kg/d	30-35	800-1200 mg/d P quelante	*	*	(4)
Diálisis peritoneal continua ambulatoria	1.2-1.5	25-35	<12-17	*	<1000	(8,9)
	1.2-1.5	30-35	800-1200 mg/d P quelante	*	*	(4)
Trasplante < 1 ^{er} mes > 1 ^{er} mes	1.3-1.5	30-35	*	*	*	(8)
	1.0	*				
< 1 ^{er} mes > 1 ^{er} mes	1.3-1.5 g/kg/d 1.0 g/kg/d	30-35	1200 mg/d	2000-2700 mg/d	1000-1500	(4)

*Individuado
PAVB, proteína de alto valor biológico

Sin embargo, a pesar de la buena calidad de la proteína de estos pescados, dada por su contenido de aminoácidos, [15,16] se desconoce el riesgo-beneficio que éstos pudieran aportar al incluirse en la dieta de pacientes renales, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el contenido de proteína, fósforo, potasio, calcio y AGPI-3 en atún, sardina y salmón procesados, para su posible inclusión en el manejo nutricional de estos pacientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Atún y sardina: mediante un muestreo aleatorio simple se seleccionaron cinco latas de cada una de las marcas comerciales existentes en los diferentes supermercados de la ciudad de México. Para atún se muestrearon los medios agua y aceite; para sardina fueron tomate y chipotle.

Salmón: se eligieron al azar tres paquetes de un tipo de salmón que se oferta en la ciudad de México: salmón canadiense, ahumado, empacado al alto vacío.

Preparación de las muestras

Los contenidos, por separado, de cada una de las 5 latas de cada marca se molieron sin drenar hasta formar una pasta homogénea, la cual se sometió a los análisis químicos por triplicado (n=3).

Análisis químicos

Proteína cruda: se analizó de acuerdo a los métodos de prueba de la Norma Mexicana en un equipo automatizado Kjeltac 1032 Tecator. [17] Se presenta la media y desviación estándar de 2 repeticiones.

Minerales: el fósforo, el potasio y el calcio se analizaron de acuerdo a las técnicas descritas en el A.O.A.C. [18] El equipo utilizado para fósforo fue un espectrofotómetro marca Beckman, modelo Du70 (Método Interno, Espectrofotómetro MME-E1-02). El equipo para los otros minerales fue un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer, Modelo Analyst 800 (Método Interno, Espectrofotómetro de absorción atómica MME-E1-01). Se presenta la media y desviación estándar de 3 repeticiones.

Ácidos grasos: Los ácidos grasos que se presentan en este trabajo corresponden a los poliinsaturados n-3 AEP (ac. Eicosapentaenoico, C20:5 n-3) y ADH (ac. Docosahexaenoico), C22:6 n-3). Se analizaron según la técnica descrita por Castro y cols. para muestras de pescado. Cada muestra se pesó por triplicado (1 ± 0.01 g). Para la identificación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos obtenidos, se utilizó una mezcla de estándares Supelco 37 Fame Mix (USA), comparando con los tiempos de retención y áreas correspondientes entre éstos y la muestra. Se utilizó un cromatógrafo de gases Varian 3400CX, con una columna capilar de 100m x 0.25mm Supelco SP2560 (USA). La detección de los ácidos grasos fue por ionización de flama. El volumen de inyección fue de 1 μ L (split 1:100) por duplicado en cada muestra y se utilizó como estándar interno el éster metílico del ácido miristoleico. Los resultados de los ácidos grasos se presentan en mg/100 g de la porción comestible.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis descriptivo para cada grupo de resultados. Los resultados se agruparon de acuerdo al tipo de pescado y medio en el que se consume y se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) seguido de una prueba de Tukey HSD para n desigual con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Se utilizó el paquete estadístico *Statistical Software* para Windows Versión 7. [19] Los datos se expresan en media \pm DS en el texto y las tablas.

Resultados

En la Tabla 2 se presentan los resultados del contenido de proteína (PC), fósforo, potasio y calcio en pescados procesados (atún, sardina y salmón). Los productos enlatados de atún y sardina proceden de diferentes localidades de la región del Pacífico mexicano y el salmón ahumado fue producido en Canadá. El atún enlatado se encontró en 2 medios: en agua y aceite. El atún en aceite presentó los valores más bajos en fósforo (140.75 mg/100g) y potasio (142 mg/100g). El atún en agua presentó los valores más bajos de calcio (19.5 mg/100g). La proteína encontrada en el atún enlatado en agua y aceite, presentaron valores de (14.05 y 14.36 g/100g), respectivamente. La sardina enlatada también se encontró en 2 medios: en salsa de tomate y salsa chipotle, presentando los valores más altos en calcio tanto en tomate como en chipotle (108 mg/100g).

Tabla 2. Contenido de proteína, fósforo, potasio y calcio en pescados enlatados (mg/100g)

Pescado	Proteína (g/100g)	P	K	Ca
Atún Aceite	14,05 ± 1,2	142 ± 15,8	141 ± 18,4	19,50 ± 6,6
Atún Agua	14,36 ± 1,8	160 ± 0,7	154 ± 4,2	14,50 ± 2,1
Sardina Tomate	11,50 ± 0,1	304 ± 35	283 ± 22	108 ± 39,6
Sardina Chipotle	14,60 ± 0,8	279 ± 2,5	322 ± 0,0	108 ± 4,3
Salmón Ahumado	38,00 ± 5,6	307 ± 1,1	371 ± 2,1	39 ± 0,2

La proteína encontrada en los pescados procesados (Tabla 2) varió desde 11.5 g/100g (sardina en salsa chipotle) hasta 38 g/100g (salmón ahumado). La proteína en atún procesado puede variar desde 15.6 hasta 21.7 g/100g porción comestible, según datos encontrados en las Tablas del Valor Nutritivo, [15, 16] en las cuales tanto atún en agua como en aceite reportan los valores mínimos, mientras que el enlatado en aceite también presentó los más altos. La sardina en tomate presentó una concentración 30% menor a lo reportado en las Tablas (15.4–15.9), mientras que para sardina en chipotle no se encontraron valores reportados. Esta variación que se presenta en la composición química en los productos procesados se debe a factores bióticos y abióticos existentes en los recursos pesqueros tales como la especie, el estado fisiológico, zona de profundidad y época de captura, tipo de músculo (graso, semigraso y magro), estación de año y a los procesos a los cuales son sometidos antes de su comercialización y consumo. [10,11,20] El salmón ahumado presentó los valores más altos de proteína, debido probablemente a que el proceso de ahumado deshidrata el músculo y eleva la concentración de nutrimentos.

De los pescados analizados, las sardinias presentaron el mayor contenido de (P), principalmente la sardina en tomate con 303 mg/100g. Este valor también fue mayor a lo reportado en un estudio para minerales en sardina en salsa de tomate de diferentes localidades del Pacífico mexicano (201-284 mg/100g). [21] Los valores de (P) encontrados en el presente trabajo están muy por debajo a lo informado por otros autores para atún en aceite (294-595 mg/100g). [15,22,23]. Esta variación indica la influencia que tienen los factores bióticos y abióticos sobre este mineral, así como el cuidado que se debe tener, al incluir atún en la dieta de pacientes renales, cuyo consumo de (P) esté verdaderamente limitado (Tabla 1).

El mayor contenido de (K) se encontró en el salmón ahumado, sardina en chipotle y sardina en tomate, con 371, 322 y 283 mg/ 100g (Tabla 2). Es muy probable que estos valores se hayan visto elevados por la presencia de otros alimentos ricos en minerales, tales como la salsa de tomate y el chipotle [15,16] y el proceso de ahumado que deshidrata la carne. El contenido de (K) del atún fue similar a lo informado por otros autores (137.5-149 mg/100g) [22]; para la sardina en tomate, Castro, *et al.* [21] presenta un intervalo muy amplio en este mineral (57-597 mg/100g) dependiendo de la localidad de captura del recurso, los valores encontrados en el presente trabajo se encuentran dentro del intervalo antes mencionado. Como se puede observar, el (K) es un mineral menos influenciado por el medio y los procesos de enlatado.

El salmón ahumado presentó los valores más elevados de (K) y (P), en comparación con los pescados enlatados.

El (Ca) (Tabla 1), como era de esperarse fue muy elevado para la sardina en ambos medios, ya que este tipo de pescados se procesa con espinas, ricas en este micronutriente. Los valores encontrados fueron menores a los informados en Tablas (227 mg/100g) [16] y similares a los informados por Castro, *et al.* [21] para sardina en tomate de diferentes localidades (61-118 mg/100g).

En la tabla 3 se presenta el contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AEP y ADH) en pescados procesados. El salmón ahumado presentó los valores más bajos tanto en AEP (41 mg/100g) como en ADH (65.29 mg/100g), en relación a los productos enlatados; donde el atún en aceite y el atún en agua presentaron los valores más altos de AEP (1122 y 1024 mg/100g, respectivamente), sin embargo, la sardina es más rica en ADH. La sardina en chipotle presentó el valor más alto de ADH (4177 mg/100g), alcanzando así la mayor concentración de AGPI n-3 en los pescados procesados estudiados, sin embargo, no se encontró diferencia significativa $P > 0.05$ entre atunes y sardinas para el total de AGPI n-3, no ocurriendo así entre estos grupos y el salmón ($P < 0.05$).

Tabla 3. Ácidos grasos poliinsaturados (AEP y ADH) (mg/100g) y relación P: AGPI n-3 y K:AGPI n-3 en pescados procesados

Pescado	EPA	DHA	AGP n-3	P:AGP n-3	K:AGP n-3
Atún Aceite	1122 ± 175	2705 ± 741	4256	0,033	0,033
Atún Agua	1024 ± 258	3380 ± 1522	5188	0,031	0,305
Sardina Tomate	896 ± 13	3621 ± 787	4880	0,062	0,508
Sardina Chipotle	887 ± 189	4177 ± 2348	5213	0,053	0,062
Salmón Ahumado	41 ± 2	65 ± 2	128	2,402	2,900

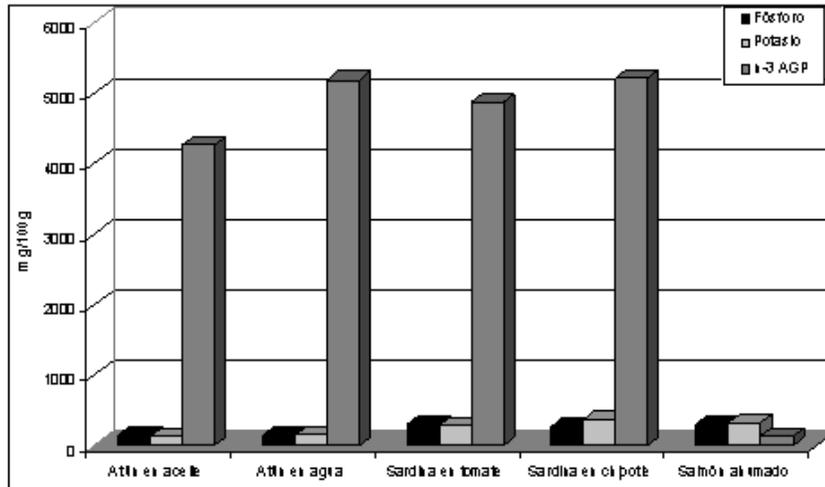
La relación entre el contenido de (P), (K) y la concentración de ácidos grasos poliinsaturados n-3 AEP se presenta en la Tabla 3, donde se observó una relación 100% mayor para las sardinas en comparación con los atunes. El salmón ahumado presentó una proporción muy elevada de (P) y (K) en comparación con los AGPI n-3. En general, los pescados enlatados estudiados tienen una relación muy aceptable, entre los minerales limitantes para pacientes renales y los ácidos grasos n-3, benéficos para su salud debido a la elevada concentración de estos últimos.

Tabla 4. Contenido de P, K y AGP n-3 por gramo de proteína (PC) en pescados procesados

Pescado	mg P/g PC	mg K/g PC	mg AGPI n-3/g PC
Atún Aceite	10,11	10,02	302,92
Atún Agua	11,12	10,72	361,53
Sardina Tomate	26,39	24,61	424,30
Sardina Chipotle	19,11	25,41	357,05
Salmón Ahumado	8,08	8,47	3,36

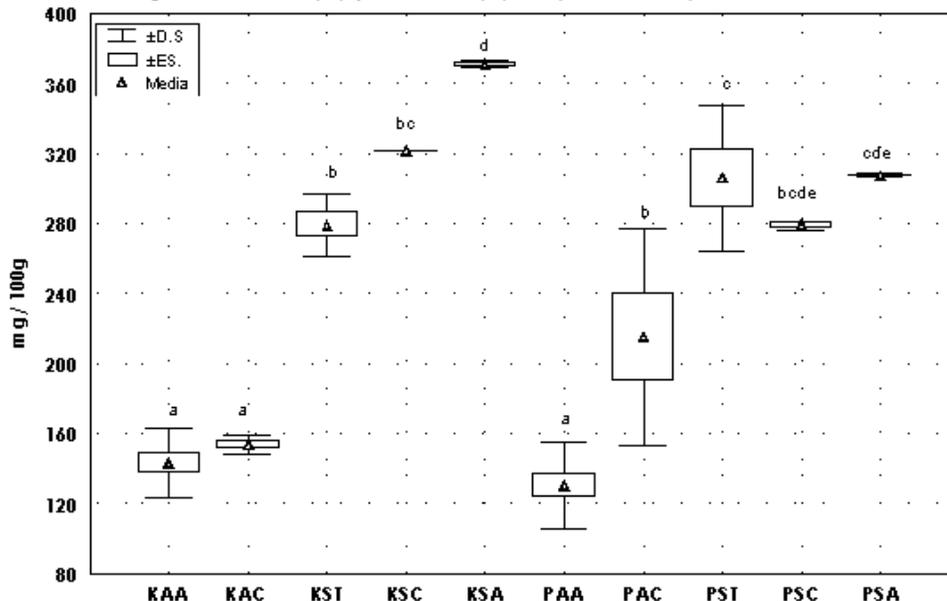
En la Tabla 4 se presenta el aporte de (P), (K) y AGPI n-3/g de proteína. Las sardinas presentaron un aporte de ambos minerales de más del doble por gramo de proteína, en comparación con los atunes, quienes presentaron valores similares entre ellos. Sin embargo, el aporte de ácidos grasos n-3/g de proteína fue mayor en la sardina en tomate y menor en la enlatada con chipotle. Por su elevado contenido de proteína cruda, el salmón presentó un aporte menor de minerales/g de proteína, pero muy baja contribución de AGPI n-3/g de proteína.

Fig. 1. Contenido de fósforo, potasio y ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AEP y ADH) en pescados procesados



En la Figura 1 se presenta gráficamente el contenido de P, K y AGPI n-3 en pescados procesados. Los pescados enlatados con la menor cantidad de estos minerales y una elevada concentración de ácidos grasos poliinsaturados n-3 fueron el atún en agua y aceite.

Fig. 2. Potasio (K) y fósforo (P) en pescados procesados.



Para K y P: a b c d e: indican diferencia significativa $P < 0.05$.

AA= Atún en agua AC= Atún en aceite ST= Sardina en tomate SC= Sardina en Chipotle SA= Salmón ahumado

En la Figura 2 se presentan gráficamente los resultados del análisis estadístico entre los diferentes tipos de pescados, para cada uno de los minerales analizados. Se detectó diferencia significativa $P < 0.05$ para el (K) entre las diferentes especies de pescados pero no entre los medios que se aplicaron en cada grupo de pescados. El (P) presentó un comportamiento diferente, ya que se puede observar diferencia significativa $P < 0.05$, entre atún en agua y atún en aceite, así como entre éstos y sardina en tomate. Sólo se detectó

diferencia estadística entre sardina en chipotle y atún en agua, así como entre el salmón ahumado y los atunes. Esta diferencia es posible que se deba al tipo y cantidad de fosfatos que se incluyen en los procesos de enlatado en las diferentes especies, ya que éstos pudieran estar influyendo en la concentración de (P) encontrada.

Discusión

Por un lado, la mortalidad de origen cardiovascular es la más frecuente en pacientes en tratamiento dialítico crónico, por el otro, los pacientes con insuficiencia renal crónica padecen de un deterioro importante de sus arterias, tanto de tipo estructural como fisiológico; siendo generalmente la localización del daño en arterias de mediano calibre. Las calcificaciones arteriales son comúnmente observadas en pacientes urémicos y constituyen un aceleramiento en el proceso de envejecimiento. Además, cada vez hay más evidencia de que la calcificación arterial está asociada a incrementos de la rigidez arterial y al riesgo de muerte cardiovascular. Es importante destacar que la patología renal y cardiovascular se desarrolla, en general, al mismo tiempo, especialmente en la hipertensión y la diabetes, lo que implica que cuando el paciente progresa en su enfermedad renal, antes de estar urémico, ya tiene lesiones vasculares importantes y calcificaciones relacionadas con su enfermedad base. A esta patología existente se le agregan las calcificaciones dependientes del estado urémico y de las alteraciones del metabolismo fósforo-calcio. [24]

Considerando las recomendaciones de fósforo, potasio y proteína para pacientes renales (Tabla 1), por ejemplo, en el caso de pacientes con IRA o IRC en los cuales se permite un consumo mínimo de 600-800 mg/d de (P), considerando el uso de quelantes y 2000-2700 mg/d de (K), también tomando en cuenta el consumo de quelantes de potasio, un consumo de 100g de atún en aceite proporcionarían 140 mg de (P) y 4,256 mg de AGPI n-3, mientras que el salmón contribuirá con 307 mg (P) y 127.7 mg de AGPI n-3; la sardina aportaría 303.5 mg (P) y 4,879.5 mg AGPI n-3, lo cual es un dato a considerarse si se toma en cuenta que no es el único alimento que se consume en una dieta balanceada.

En el caso del potasio el atún en aceite proporcionarían 141 mg de (K) y 4,256 mg de AGPI n-3. Será necesario hacer el cálculo para cada uno de los pescados procesados en relación a las recomendaciones de (P), (K) y proteína en la dieta de cada paciente.

En el tema de las calcificaciones arteriales, se sabe que son mucho más comunes y más severas en pacientes en plan de hemodiálisis que en ausencia de insuficiencia renal. Es por este motivo que la prevención de las calcificaciones arteriales se realiza tratando la hiperfosfatemia y la hipercalcemia. [24, 25] Desde este punto de vista, por su contenido de calcio, las especies estudiadas no presentan riesgo para su consumo por parte de los pacientes nefróticos, ya que el pescado con mayor contenido de calcio en músculo (sardina en agua y aceite, 108 mg/100g). Por otro lado, el hiperparatiroidismo secundario se inicia tempranamente en el curso de la insuficiencia renal crónica. Los factores implicados en la patogénesis del hiperparatiroidismo secundario incluyen las alteraciones del metabolismo del fósforo y calcio, la deficiencia de calcitriol, anomalías de la glándula paratiroidea y resistencia esquelética a la acción calcémica de la hormona paratiroidea. Es importante señalar que estos factores patogénicos están fuertemente interrelacionados y, como consecuencia, las alteraciones en unos afectan a los otros. [24] Algunos estudios han demostrado que el consumo temprano y prolongado de aceite de pescado disminuye la progresión de la enfermedad renal en pacientes con neuropatía IgA. [26] Otro estudio llevado a cabo en un tiempo corto, de entre 3 y 6 meses, concluyó que pacientes con nefropatía IgA idiopática con proteinuria y filtrado glomerular medianamente reducido, no se beneficiaron al consumir 4 g/d de n-3 PUFA, pero las ventajas se obtuvieron al mejorar la disfunción tubular, en los perfiles lípidos y en el estrés oxidativo. [27] El aporte de n-3 PUFA en pacientes con enfermedad glomerular

se asoció a un incremento en la tasa de filtración glomerular y del flujo plasmático y una reducción de proteinuria. [28] La CRF produce alteraciones lipídicas que contribuyen a la progresión del daño renal y a una aterosclerosis acelerada, pero el consumo de n-3 PUFA podría tener un efecto favorable en el perfil lipoprotéico de la CRF. [29] Finalmente, pero no menos importante, la enfermedad cardiovascular es la principal causa de morbimortalidad en pacientes con CRF. Se ha demostrado que los n-3 PUFA pueden mejorar la evolución de las enfermedades cardiovasculares, por lo que estos efectos benéficos se pudieran extrapolar a pacientes urémicos. [30]

CONCLUSIONES

El atún en agua y en aceite se podrían incluir en la dieta de pacientes renales si se toma en cuenta, de manera individual, el riesgo-beneficio que se puede obtener por la elevada concentración de los ácidos grasos n-3, por un lado, y la presencia de (K) y (P), por otro, presentes en estos pescados. Se debe recordar que los beneficios de este tipo de ácidos grasos se obtienen si el consumo de pescado se efectúa de forma regular, al menos tres veces por semana. La sardina, tanto en tomate como en chipotle, no se recomienda por su elevado contenido de minerales limitantes, en la dieta del paciente renal. Por su valor económico y por los valores nutrimentales, encontrados en el presente trabajo, se recomienda no ofrecer salmón ahumado a los pacientes renales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado para la elaboración del proyecto al cual pertenece el presente trabajo. Apoyo CONACYT Clave 52811-Q. Al Q.F.B. Héctor Ledesma Centeno por su apoyo en el análisis de proteína del salmón.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Espinosa-Cuevas, M. A. y Miranda, A. P. (2003). Evaluación del estado de nutrición en el paciente nefrótico. *Nutrición Clínica*, Madrid: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (S.E.D.C.A.), vol. 6, no. 3, pp. 237-251.
- [2] Bustamante, A. A. y Navarro, A. (2008). Nefrosclerosis arteriolar y fracaso renal agudo por fármacos. En: Terapéutica en enfermedades renales. *Manual de Residentes*. Madrid: Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. pp. 447-463. [En línea]. Disponible en: <http://www.sefh.es/manual/VU2_98_Capitulo_3_06.pdf>, consulta: abril 4 de 2008.
- [3] Castaño, I., Rovetto, C. (2007). Nutrición y enfermedad renal. *Colombia Med*, Colombia: Corporación Editora Médica del Valle ene-mar., vol. 38, supl. 1, pp. 56-65. [En línea]. Disponible en: <<http://colombiamedica.univalle.edu.co/>>, consulta: abril 8 de 2008.
- [4] Cisneros, G. A. (2003). Factores de riesgo para la progresión del daño renal. *Nutrición Clínica*, Madrid: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (S.E.D.C.A.), vol. 6, no. 3, pp. 317-319.
- [5] Vélez-Salazar, I., González-Michaca, L. y Correa-Rotter, R. (2001). Alteraciones renales y nutrición. En: Casanueva, E., et. al. *Nutriología Médica*, 2a. edic., México: Médica Panamericana, pp. 390-409.
- [6] Fundación Mexicana del Riñón. (2005). [En línea] Disponible en: <<http://www.fundrenal.org.mx>>, consulta: abril 8 de 2008.
- [7] Gastelbondo, A. R. y Mesa, M. P. (2008). Mesa MP. Etiología y estado actual de la insuficiencia renal crónica (IRC) en Pediatría. *Pediatría*. Colombia, vol. 35, no. 4, 20p. [En línea] Disponible en: <<http://encolombia.com/rcp.htm>>, consulta: marzo 27 de 2008.

- [8] Espinosa-Cuevas, M. A. (2003). ¿Por qué es tan importante la intervención dietética durante la enfermedad renal?, *Nutrición Clínica*, Madrid: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (S.E.D.C.A.), vol. 6, no. 3, pp. 207-208.
- [9] Pender, F. (1999). Renal function and disorders. *Encyclopedia of Human Nutrition*, Sadler, M. J. editor, UK: Academic Press, vol. 3, pp. 1701-1707.
- [10] Castro-González, M. I., Ojeda, V. A., Silencio, B. J., Cassis, N. L. y Ledesma, C. H. (2004). Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutraceuticos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Venezuela: SCIELO, vol. 54, no. 3, pp. 328-336. [En línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0004-062220040003&lng=es&nrm=iso>, consulta: marzo de 2008.
- [11] Castro-González, M. I., Ojeda, V. A., Montañó, B. S. y Ledesma, C. H. (2007). Ácidos grasos n-3 de 18 especies de pescados marinos mexicanos como base para su empleo como alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Venezuela: SCIELO, vol. 57, no. 1, pp. 85-93. [En línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_issues&pid=0004-0622&lng=es&nrm=iso>, consulta: marzo de 2008.
- [12] De Caterina, R., et al. (1994). n-3 fatty acids and renal diseases. *American Journal of Kidney Disease*, UK: Elsevier, vol. 24, no. 3, pp. 397-415.
- [13] Donadio, J. V. y Grande, J. P. (2004). The role of fish oil/omega-3 fatty acids in the treatment of IgA nephropathy. *Seminars in Nephrology*, UK: Elsevier, vol. 24, no. 3, pp. 225-243.
- [14] Anónimo. (2006). La Industria atunera está de vuelta. *Mundo Ejecutivo.*, no. 319. [En línea] Disponible en: <http://ejecutivo.mundoejecutivo.com.mx/articulos.php?id_sec=10&id_art=189>, consultada: agosto 25 de 2008.
- [15] Muñoz, C. M., Ledesma, S. J. A., Chávez, V. A., Pérez-Gil, R. F., Castro-González, M. I. y Ávila, C. A. (2002). Los Alimentos y sus Nutrientes. *Tablas de Valor Nutritivo de Alimentos*, 2a. edic., México: McGraw-Hill Interamericana, 203pp.
- [16] Morales, L. J., et al. (2000). *Tablas de Composición de alimentos mexicanos*, México: INCMNSZ, 237pp.
- [17] NMX-608-NORMEX-2002. (2002). Alimentos. Determinación de proteínas en alimentos. Método de Prueba, México.
- [18] A.O.A.C. (2003). Métodos N 968.08(b), 965.17, tabla 965.09, N 968.090(b), 935.13A(a), 987.03, 987.02, 965.09(D), 17a edic., USA: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.
- [19] StatSoft, Inc. Statistica for Windows. *Tulsa*, USA: StatSoft Inc.
- [20] Drazen, J. C. (2007). "Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific". *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. February, UK: Elsevier, vol. 54, no. 2, pp. 203-219.
- [21] Castro-González, M. I., Pérez-Gil, R. F., Montañó, B. S. y Silencio, B. J. L. (1999). Vitaminas y minerales de sardina en salsa de tomate, colectada en las zonas pesqueras del Pacífico mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Venezuela: SCIELO, vol. 49, no. 4, pp. 379-383.
- [22] Castro-González, M. I. y Pérez-Gil, R. F. (1998). Vitaminas y minerales del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del Pacífico mexicano enlatado en aceite. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Venezuela: SCIELO, vol. 48, no. 3, pp. 265-268.
- [23] Lall, S. P. (1995). Macro and trace elements in fish and shellfish. En: A. Ruiter, ed. *Fish and Fishery Products*. UK: CAB Internacional, pp.187-214.

- [24] Argote, G. y González, E. (2004). Hiperparatiroidismo secundario. *Nefr. Lat.*, vol. 11, pp. 13-22.
- [25] Galli, C. N., Risk, M. R., Camus, J. M. y Cabrera, F. E. (2004). Calcificación arterial y su evaluación funcional en la enfermedad renal crónica. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplantes*, Buenos Aires: Asociación Regional de Diálisis y Trasplantes Renales, vol. 24, pp. 165-170.
- [26] Donadio, J. V., Grande, J., Bergstralh, E., *et al.* (1999). The Long-Term outcome of patients with IgA nephropathy treated with fish oil in a controlled trial. *Journal of the American Society of Nephrology*, USA: American Society of Nephrology, vol. 10, pp. 1772-1777.
- [27] Parinyasiri, U., Ong-Ajyooth, L., Parichatikanond, P., Ong-Ajyooth, S., Liammongkolkul, S. y Kanyog, S. (2004). Effect of fish oil in oxidative stress, lipid profile and renal function in IgA nephropathy. *Journal of the Medical Association of Thailand*. September, Thailand: World Medical, vol. 87, no. 2, pp. 143-149.
- [28] De Caterina, R., Caprioli, R., Giannessi, D., *et al.* n-3 fatty acids reduce proteinuria in patients with chronic glomerular disease. *Kidney International*, UK: Nature Publishing Group, vol. 44, pp. 843-850.
- [29] Svensson, E., Schmidt, K., Jørgensen, K., y Christensen, J. (2004). The effect of n-3 fatty acids on lipids and lipoproteins in patients treated with chronic haemodialysis: a randomized placebo-controlled intervention study. *American Journal of Kidney Disease*, UK: Elsevier, vol. 44, pp. 77-83.
- [30] Levin, A. y Foley, R. N. (2000). Cardiovascular disease in chronic renal insufficiency. *American Journal of Kidney Disease*, UK: Elsevier, vol. 36, pp. S24-30.

REFERENCIAS

Donadio, J. V., Larson, T. S., Bergstralh, E. J. y Grande, J. P. (2001). A randomized trial of high-dose compared with low-dose omega-3 fatty acids in severe IgA nephropathy. *Journal of the American Society of Nephrology*, USA: American Society of Nephrology, vol. 12, pp. 791-799.

Huss, H. H. (1999). El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. *FAO. Documentos técnicos de Pesca*, T348. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/>>, consultada: junio de 2008.

Iverson, S. J., Field, Ch., Don Bowen, W. y Blanchard, W. (2004). Quantitative fatty acid signature analysis: a new method of estimating predator diets. *Ecological Monographs*, Washington, D.C.: ESA, vol. 74, no. 2, pp. 211-235.

Iverson, S. J., Frost, K. J. y Lang, S. L. C. (2002). Fat content and fatty acid composition of forage fish and invertebrates in Prince William Sound, Alaska: factors contributing to among and within species variability. *Marine Ecology Progress Series*, Germany: Inter-Research Science Center, vol. 241, pp. 161-181. [En línea] Disponible en: <<http://www.int-res.com/articles/meps2002/241/m241p161.pdf>>, consultada: enero de 2008.

Rice, R. (1999). Fish. Nutritional Value. *Encyclopedia of Human Nutrition*, Sadler, M.J. ed., UK: Academic Press, vol. 3, pp.793-803.

Romero, P. N., Robert, C. P., Masson, S. L. y Pineda, L. R. (2000). Composición de ácidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Venezuela: SCIELO, vol. 50, pp. 304-308.

Schiro-Harvey, K. (2002). *National Renal Diet: Professional Guide*. 2nd. edit., USA: ADA 48pp.

United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Version current 16 May 2008. [En línea]. Disponible en: <<http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>>, consultada: junio de 2008.

Evaluación del estado nutricional de los alumnos de la Escuela Preparatoria de ULSA (D. F.)¹

María de Lourdes Jiménez Guerrero,
Maestría en Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana,
Dirección de Posgrado e Investigación, Universidad La Salle
E-mail: mjig2004@yahoo.com.mx
Herlinda Madrigal Fritsch
Jefe de Depto. De Vigilancia Epidemiológica,
Instituto Nacional de Ciencias Médicas de Nutrición Salvador Zubirán
E-mail: herlindamadrigal@yahoo.com.mx

Recibido: Diciembre 2, 2008. Aceptado: Enero 26, 2009

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo conocer el estado de nutrición de los adolescentes varones de 14 a 20 años de la Escuela Preparatoria de Universidad La Salle, en México, D. F. El diseño de este estudio es observacional, descriptivo, transversal, ciego y prolectivo. Se utilizó una muestra de 346 adolescentes, población urbana, estatus social medio-alto. Los indicadores antropométricos fueron: Edad (años), Peso (Kg), Estatura (m) con escalímetro de pared "seca", Índice de masa corporal (IMC) = Peso en Kg / Talla en m². Se aplicaron mediciones de circunferencia de muñeca para determinar complexión, índice cintura-cadera (ICC), a fin de evaluar los depósitos de grasa abdominal y medición de panículos adiposos. Se aplicaron dos registros de actividad física de días activos y sedentarios, se utilizó el factor de actividad física según FAO/OMS/ONU. Para conocer la dieta, se aplicó un cuestionario de frecuencia de alimentos y recordatorio de 24 hrs del consumo de alimentos, se aplicaron en diferentes días de la semana incluyendo sábados y domingos. Se aplicó cuestionario de encuesta socioeconómica. Para conocer el rendimiento académico se utilizó el boletín académico de todo el curso escolar. Se presentan los principales resultados obtenidos.

Palabras Clave: estado de nutrición, adolescentes mexicanos, actividad física, rendimiento académico, obesidad, desnutrición.

ABSTRACT

The objective of this research is to know the nutrition status of male adolescents from 14 to 20 years old of the *Escuela Preparatoria de Universidad La Salle*, in Mexico City. The design of this study is observational, descriptive, transversal, blind, and prolective. A sample of 346 adolescents was utilized, urban population, middle to high social status. Anthropometric indicators were: Age (years), weight (Kg), height (m) with "dry" wall meter. Body mass index (IMC, in Spanish) = weight in Kg/ Size in m². Wrist circumference measurements to determine complexion, waist-hip index (ICC, in Spanish) to evaluate the abdominal fat deposits and adipose formations in skin measurements were applied. Two registries of physical activity in active and sedentary days were applied, the physical

¹ "Versión preliminar del trabajo: "Asociación del rendimiento académico con el estado de nutrición de adolescentes varones de 14 a 20 años de la Escuela Preparatoria de Universidad La Salle (D. F.)" que se presentará como tesis para la obtención del grado de Maestría de Ciencia de Alimentos y Nutrición Humana" en la ULSA.

activity factor by FAO/WHO/UNO. In order to know the diet a meal frequency questionnaire and a 24 hours meal intake reminder were applied during different days of the week, including Saturdays and Sundays. A socio-economical questionnaire was applied. In order to know the academic performance an academic flier of all school period was applied. The results obtained are presented.

Keywords: nutritional status, Mexican adolescents, physical activity, academic performance, obesity, malnutrition.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo pretendemos responder a preguntas como las que siguen: ¿Cuál es el estado de nutrición de los adolescentes varones de la Escuela Preparatoria ULSA (D. F.)? ¿Existe alguna relación entre el estado de nutrición y su rendimiento académico?

Hemos encontrado que la Evaluación Nutricional de la población en México se ha limitado a niños, mujeres en edad fértil y adultos, hay una escasa información nutricional sobre adolescentes. Se les ha excluido bajo el supuesto de que esta población tiene un “buen estado nutricional”.

En la Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 2002, [1] se reportó a los adolescentes varones de entre 15 a 19 años, con los siguientes datos antropométricos:

- **Peso/Talla y Talla/Edad:**
 - Obesidad: 19.5%
 - Sobrepeso: 32.6 %
 - Desnutrición: 1.2%
- **IMC (índice de masa corporal = $\text{Peso(Kg.)} / (\text{estatura (m)})^2$):**
 - Sobrepeso y obesidad: 28.38 %
 - Desnutrición moderada - grave: 5.15%

Por todo ello una de las prioridades que nos hemos planteado en la presente investigación es conocer el estado nutricional de los jóvenes adolescentes de entre 14 a 20 años de edad. Reconocemos que esta es una etapa difícil de describir debido a los grandes cambios, tanto fisiológicos como psicosociales, por los que el adolescente transita.

Es importante tomar en cuenta sus hábitos alimenticios, conocer el ambiente escolar donde ellos pasan la gran mayoría de su tiempo. En esta etapa se fijan los objetivos de su proyecto de vida, se establecen las grandes amistades y se pretende seguir con sus estudios para obtener un grado profesional.

Todos estos cambios ocasionalmente se ven afectados por **el fracaso escolar**, los propios jóvenes no saben por qué no logran sus objetivos en la escuela, no tienen la fuerza, el empeño y la dedicación en sus estudios.

A la fecha hemos observado que la alimentación en los jóvenes es cada vez más deficiente, por la falta de organización escolar, por el exceso de actividades recreativas, la falta de actividad física y la dedicación de muchas horas a la TV, a las computadoras y juegos de video, dando poca importancia a su buena alimentación. Esto repercute en su estado de ánimo, en su aprovechamiento y en la deserción escolar. [2]

Para poder determinar el nivel de salud, desde el punto de vista de la nutrición, deberán tomarse en cuenta las necesidades fisiológicas, bioquímicas y metabólicas de nutrientes. Éstas deben ser cubiertas por la ingestión de alimentos. Se necesita tener un equilibrio dinámico entre demandas y requerimientos (figura 1).

Este equilibrio puede ser afectado por diversos factores: edad, sexo, actividad física, situación fisiopatológica, educación cultural y psicosocial.

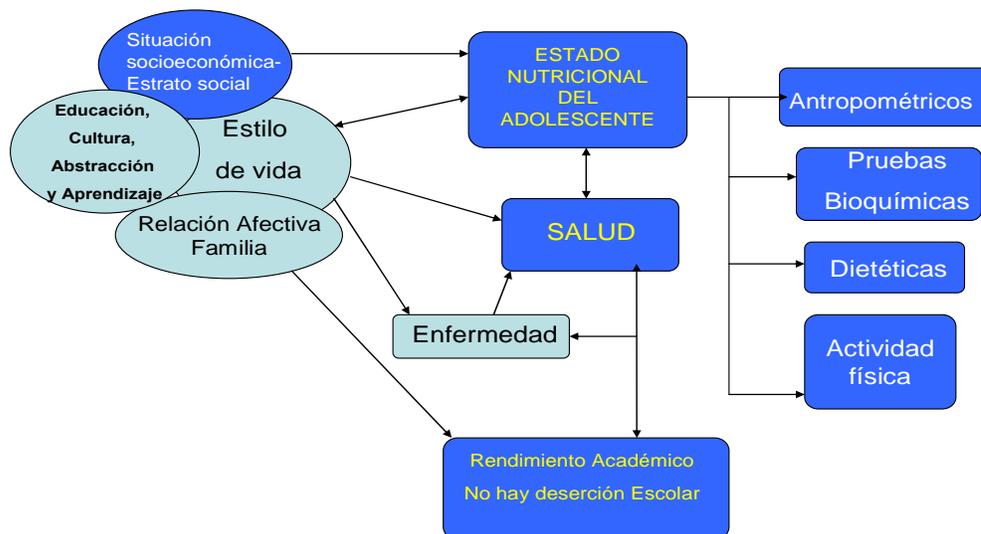


Fig. 1. Rendimiento académico y Estado nutricional, ENULSA 05.

ADOLESCENCIA

La palabra adolescencia deriva del latín *adolescens*, que significa *cambio, crecimiento o maduración*. Comprende el periodo entre la infancia y vida adulta, se extiende de los primeros signos de pubertad hasta que el individuo ha alcanzado su madurez psicológica. Este periodo es, sin embargo, impreciso, se admite desde el punto nutricional que abarca desde los 9 a los 18 años. Se distinguen dos fases, la primera es de los 9 a los 13 años y, segunda, de los 14 a los 18 años. [3]

Esta edad implica una serie de cambios fisiológicos, que se manifiestan morfológica y funcionalmente, así como psicológicos, que conducen a la expresión completa del dimorfismo sexual, a la adquisición de la capacidad reproductora y las nuevas formas de comportamiento. [3]

Nutrición en el adolescente

Las necesidades nutritivas de los adolescentes van variando dependiendo del ritmo del crecimiento individual, del grado de maduración de cada organismo, del sexo, de la actividad física y de la capacidad para utilizar los nutrientes de la ingesta diaria.

Los programas de salud enfatizan una buena relación de la alimentación con el buen rendimiento académico, deportivo y social. Garantizar el crecimiento y desarrollo normales, además de controlar las deficiencias o excesos de la mala nutrición, disminuyen los riesgos de enfermedades relacionadas con la alimentación y fomentan la salud.

Como la adolescencia es una etapa sensible a cualquier carencia o desequilibrio, *debemos elaborar un perfil nutrimental de una población sana*, de acuerdo con las recomendaciones diarias de nutrientes para la población mexicana (tabla 1). Para un joven de 14 a 18 años, con un peso promedio 55.62 Kg. y una estatura promedio 1.59 m, los requerimientos son: 60% de la energía alimenticia que provenga de carbohidratos, 20 a 25% de las proteínas, 15 a 20% de los lípidos, <10 ml de alcohol (máximo aceptable), 1% de vitaminas y minerales, y de 2.5 a 3 litros de agua. [4]

Tabla 1. Ingestión Diaria Recomendada (IDR) de Vitaminas y Minerales para adolescentes de 7 a 18 años en la población mexicana [5]

Vitaminas	Ingestión Diaria Recomendada (IDR)	Minerales	Ingestión Diaria Recomendada (IDR) (mg)
A (retinol)	730 µg ER	Calcio	1,200
D Colecalciferol	5 µg	Cobre	775
E (α - tocoferol)	13 µg	Cromo	32
K	65 µg	Fósforo	1,100
Tiamina	1 µg	Flúor	2.80
Riboflavina	1.1 µg	Hierro	22
Piridoxina	1.1 µg	Yodo	82
Niacina	16 mg	Magnesio	360
B₁₂	2.2 µg	Selenio	52
Ácido fólico	390 µg EP	Zinc	13.9
C	65 µg	Sodio	1,600
Ácido pantoténico	5.0 µg	Potasio	3,500
		Manganeso	9

EVALUACIÓN NUTRICIONAL

La evaluación nutricional es un proceso sistemático que nos permite *obtener, verificar e interpretar datos, que expliquen la causa y el estado de los problemas relacionados con la nutrición de los individuos.*

El estado nutricional es la condición resultante de la ingestión, digestión y utilización de los nutrientes; se puede evaluar combinando varios indicadores que incluyen cada una de las partes del proceso. [6]

Para realizar la evaluación nutricional se utilizan diferentes parámetros como son: antropométricos, dietarios y de actividad física, de acuerdo con la siguiente ilustración (figura 2).

RENDIMIENTO ACADÉMICO

Para poder entender este concepto hay que definir los siguientes términos:

Aptitud: Cualidad que hace que una persona sea apta o adecuada para ciertas funciones, es la capacidad propia de un individuo para aprender conocimientos.

Desempeño: Cumplir con las tareas, actividades, obligaciones de una profesión, cargo o labores escolares en un curso escolar. En el proceso enseñanza-aprendizaje señala la suficiencia de conocimientos y habilidades adquiridas.

Rendimiento: Es una medida de las capacidades obtenidas; en el medio escolar son todas las evaluaciones obtenidas en un proceso de instrucción o formación, nos permite comprobar qué alumno fue promovido o no al siguiente curso escolar. [7]

Un buen rendimiento académico refleja los tipos de hábitos de estudio, las estrategias en los aprendizajes, los conocimientos adquiridos y si se acredita un examen de admisión. [8]

Cuando un individuo fracasa en los estudios nos indica que hubo desorganización personal, retraining social, conductas disruptivas, reprobación del curso y/o retraso en

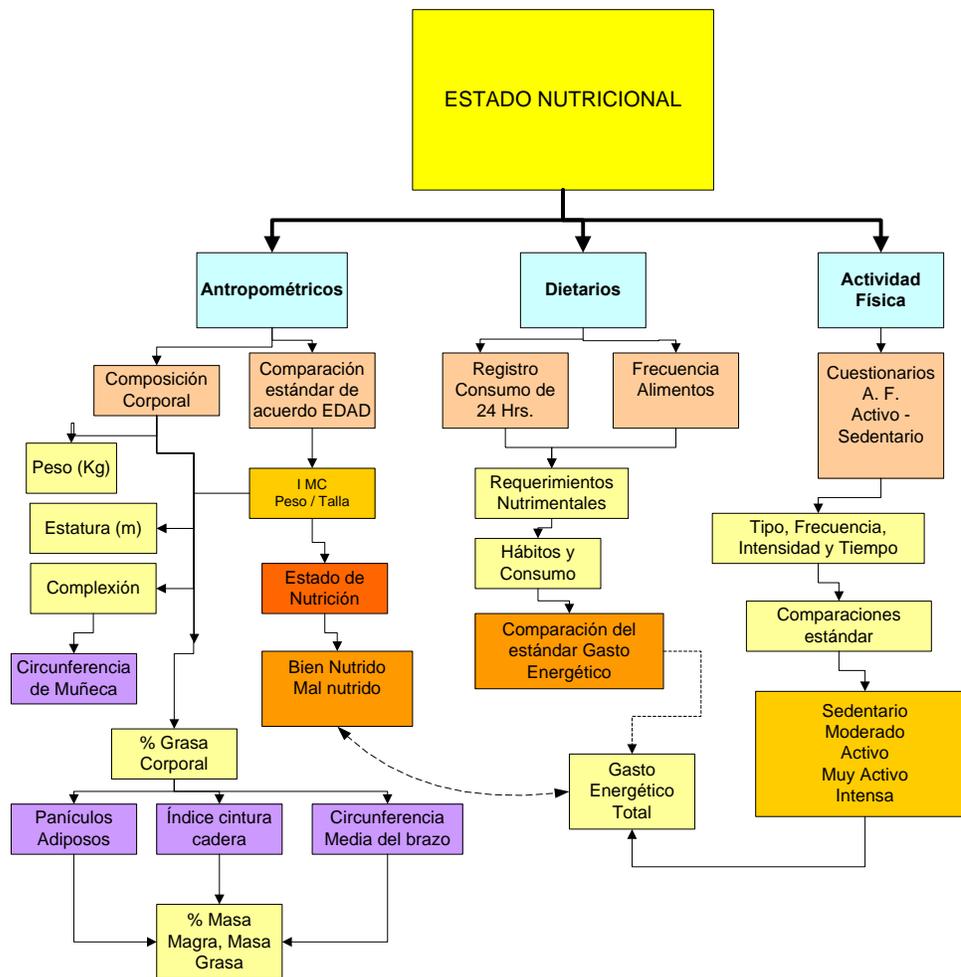


Fig. 2. Evaluación nutricional

los estudios, además de no contar con las habilidades o conocimientos adecuados para el siguiente grado escolar, presentar baja autoestima y, por último, desertar de la escuela. [9]

Para evaluar el rendimiento académico es necesario analizar los factores que influyen, en mayor o menor grado, y evaluar estadísticamente los programas del sistema educativo. [10]

Los factores que pueden afectar al rendimiento académico son de orden fisiológico, psicológico, social y pedagógico. En este trabajo analizaremos el estado de nutrición con el rendimiento académico.

OBJETIVOS

Primarios:

Realizar la evaluación del estado nutricional de los jóvenes varones de 14 a 20 años de la Escuela Preparatoria de la ULSA (D. F.)

Secundarios:

- (a) Conocer el estado de nutrición de los adolescentes a partir de los indicadores antropométricos.

- (b) Identificar los factores asociados con la deficiencia y/o excesos del estado nutricional de los adolescentes (desnutrición, nutrición normal, obesidad y sobrepeso), tanto dietarios como de actividad física.
- (c) Estimar la ingesta diaria y compararla con las recomendaciones establecidas.

HIPÓTESIS

Nuestra hipótesis plantea que los alumnos varones de 14 a 20 años de la Escuela Preparatoria de la ULSA en el D. F., se encuentran bien nutridos, no desertan y presentan un mejor rendimiento académico.

DISEÑO DEL ESTUDIO

- Estudio observacional
- Descriptivo
- Transversal
- Ciego
- Proyectivo

SELECCIÓN DE MUESTRA

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado proporcional a cada grupo y grado, de acuerdo al número de lista con tablas de números aleatorios. Participaron 109 alumnos de 4o. grado de bachillerato, 116 de 5o. grado y 120 de 6o. grado, dando un total de 345 adolescentes varones.

Criterios de selección

Inclusión:

- Ser alumnos de Escuela Preparatoria de la ULSA del D. F., en el curso escolar 2005-2006.
- Aceptación de los alumnos para participar en el estudio con la autorización de los padres de familia o tutores.

Exclusión:

Alumnos con alguna enfermedad crónica que afecte su estado de nutrición.

Eliminación:

Por baja del colegio antes de aplicar el cuestionario.
Si las respuestas al cuestionario de aplicación representan menos del 20%.
Si no se presentan a la toma de medidas antropométricas.

Variables

- **Independiente:** Estado nutricional. Indicadores antropométricos.
- **Dependiente:** Rendimiento académico.
- **Interdependientes:** Estrato socioeconómico, actividad física y dietarios.

METODOLOGÍA

- *Elaboración de materiales e instrumentos:* carta de invitación, consentimiento informado para cada uno de los alumnos con la firma de autorización de los padres, del titular y del coordinador de sección.
- Selección de una muestra piloto de alumnos.
- *Elaboración y validación de cuestionarios:* encuesta socioeconómica, hoja de captura de mediciones antropométricas, cuestionarios de actividad física, recordatorio del consumo de 24 hrs., recordatorio del consumo de 3 días y la frecuencia de ingesta de alimentos.
- *Estandarización de mediciones antropométricas:* con el apoyo de nutriólogos estandarizados del Instituto Nacional de Ciencias Médicas de Nutrición "Salvador Zubirán", de la ciudad de México.

- Captura de los datos de la muestra piloto, análisis de los datos y corrección de instrumentos.
- Elaboración de una manual de aplicación de cuestionarios sobre el consumo de alimentos.
- Solicitud a las autoridades de la Escuela Preparatoria de la ULSA de los permisos correspondientes para uso de las instalaciones del servicio médico de la universidad, a fin de realizar las mediciones antropométricas; además de avisar al maestro correspondiente la salida de los alumnos para dichas evaluaciones y de contar con una copia del boletín final de los alumnos participantes.
- Aplicación tanto de las evaluaciones correspondientes como de cuestionarios.
- Captura de los datos de la muestra total en Excel, Access, SPSS.
- Análisis de los resultados calculando sólo las medidas de tendencia central para las diferentes variables, según el tipo de distribución.
- Análisis estadístico con SPSS, que presentará resultados al hacer el examen de titulación de la maestría.

Mediciones de los Indicadores Directos

Mediciones cuantitativas ordinales

- *a) Indicadores antropométricos:* edad (años), peso (Kg.), estatura (m), peso para la edad, talla para la edad (referencia en las Tablas CDC), índice Quetelet o índice de masa corporal (IMC) = **(Peso en Kg. / (talla en m)²**, complexión (circunferencia de muñeca en centímetros), grasa corporal (sumatoria de 4 panículos adiposos en milímetros (bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco), índice cintura-cadera y distribución de grasa abdominal, circunferencia media de brazo y área muscular de brazo (cm) para determinar la porción masa-grasa.
- *b) Indicadores dietéticos:* recordatorio de 24 hrs., frecuencia de ingesta de alimentos para el cálculo del gasto energético basal sustentado en la ecuación Harris y Benedict, de acuerdo con la edad. Para la lectura del consumo energético, se contó con el programa de SCAVAN, por parte del Instituto Nacional de Ciencias Médicas de Nutrición “Salvador Zubirán”, para cuantificar la dieta.
- *c) Actividad física:* cuestionario de actividad física diaria, se aplicaron para días activos y sedentarios con su frecuencia, tiempo e intensidad. Se sacó el factor de actividad física de la FAO/OMS/ONU, de acuerdo con su gasto energético basal + el gasto de actividad física real.
- *d) Asociación del estado de nutrición con el rendimiento académico:* se utilizó el boletín de calificaciones de la Escuela Preparatoria de todo el curso escolar 2005-2006 y se asoció con el IMC, el PT y las materias de matemáticas y literatura por ser las materias comunes en los tres grados escolares.

Para las mediciones cualitativas ordinales

- *e) Indicadores indirectos de la encuesta socioeconómica:* índice de hacinamiento, estrato social, grado de educación y ocupación de los padres o tutores, % ingreso–gasto mensual y consumo de alimentos, además de vivienda.

RESULTADOS

1. Socioeconómicos ENULSA 05-06

En la muestra se encontró a 4.2 integrantes por familia, el 3.47% en familia uninuclear, el 81.16% en familia nucleada, el 15.36% en familia extensa. Con

respecto al jefe de familia, el 88.98% depende del padre o tutor, el 9.85% de la madre y el 1.16% de otro familiar.

2. Escolaridad de los Padres de Familia ENULSA 05-06

El 54.78% de los padres tienen licenciatura, el 18.3% cuenta con maestría o posgrado, el 11.88% con carrera técnica, el 8.70% con preparatoria, el 3.48% con secundaria y el 1.43% con primaria y 1.43% primaria incompleta.

- 2.1. Ocupación de los Padres o Tutores: el 49.86 % son asalariados, el 29.57% son propietarios o empleadores, el 10.14% son propietarios no empleadores, el 6.38% son no asalariados y el 1.45% son amas de casa, desempleados con 1.45% y Padres o Tutores que no contestaron, 1.15%.
- 2.2. Rama: servicios 52.75%, comercio formal 32.46%, comercio informal 2.32%, construcción 6.38%, manufactura 4.06%, agricultura 1.16% y otros 0.87%
- 2.3. Vivienda: el 86.95 % tiene casa propia, el 11.59% renta; existe un promedio 2.29 baños por familia, 3.43 recamaras por familia y el piso reportado es de cerámica en 95%, el resto es madera o alfombra.
- 2.4. No se reporta hacinamiento ya que el índice fue 1.33.
- 2.5. Hay un promedio de 2.64 computadoras por familia y 2.94 autos por familia.

3. Ingreso – Gasto familiar

El ingreso promedio es de \$12,797.68, el ingreso per cápita de \$3,131.46, el gasto de alimentos semanal es de \$1,052.44, el gasto de alimentos fuera de casa es de \$503.03. El gasto total promedio es de \$16,064.22. De acuerdo con el índice AGEB's, el 5.35% correspondiente a la clase media alta y alta.

4. Resultados antropométricos

De acuerdo al IMC corporal se encontró un 13.04% de desnutrición, un 60.01% normal y un 26.95% de sobrepeso y obesidad (figura 3).

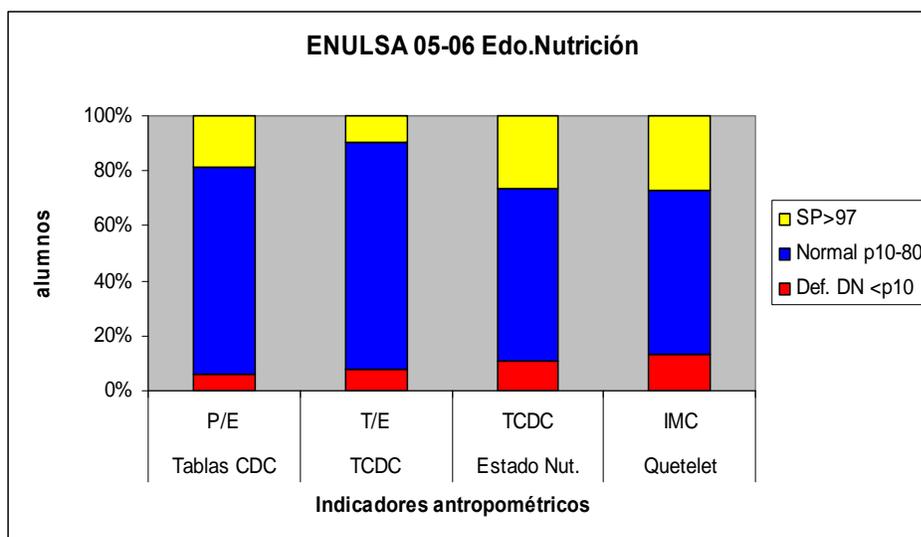


Fig. 3. Resultados antropométricos

ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

Tabla 2. Mediciones de IMC Corporal.

	Pliegue Tricipital	Σ PA 12-18%
Desnutrición <P10	4.64%	22.61
Normal p10-85	84.64%	40.29
Sobrepeso >p97	10.72%	37.1

Índice Cintura–Cadera: Riesgo ECDG 10.43%, **Normal 84.93%**, Ginecoide 4.64 %

Compleción: **Pequeña 78.25 %**, Mediana 20.58%, Grande 1.16%

Circunferencia muscular del Brazo: Depleción 6.09%, **Normal 93.9 %**



Fig. 4a. Antropometría.
ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML



Fig. 4b. Antropometría.
ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML



Fig. 5. Consumo de alimentos.
ENULSA 05-06 Jiménez G ML



Fig. 6. Cuestionarios.
ENULSA 05-06 Jiménez G. ML

5. En la tabla 3 se presenta la dieta consumida por los jóvenes, se clasifica por el estado de nutrición ($IMC = \frac{\text{Peso kg}}{\text{Estatura (m)}^2}$): desnutridos, normales, sobrepeso y obesidad, donde se observa una variación en el consumo de grasas saturada.

Tabla 3. Dieta consumida por los jóvenes, clasificada por el estado de nutrición

IMC	Dieta Registro consumo de 24 hrs. Promedio			ENULSA 24 hrs.	P. Mexicana
	Desnutridos n=45 17.54	Normales n=208 21.39	Sobrepeso- Obesos n=93 27.82	Promedio Total N=346 varones 21.94	IDR/INCMNSZ
Fibra	9.5	9.2	7.85	8.9	25 - 30 g
Energía Kcal	3,105.00	2,806.70	2589.8	2779.6	2500-3000 Kcal.
% CHO	49.5	50.8	45.15	49.3	55 - 60 %
% Proteínas	16.5	16.5	17.9	16.8	15 - 20 %
% Lípidos totales	31.7	31.3	33.9	32.2	20 - 25 %
Colesterol (mg)	541.8	465.1	401.9	459	200 - 300 mg
% AG saturados	35	34	31.75	34.2	26%
% AGM	31.7	31.4	32.4	31.8	47%
% AGPI	12.3	13.7	14.1	13.6	27%
Calcio (mg)	1593.1	1443.8	1250.25	1398.8	800 (mg)
Hierro (mg)	46.2	35.2	26.8	34.6	15-22 (mg)
Magnesio (mg)	240.3	221.5	211.15	222.5	350 (mg)
Sodio (mg)	3453.2	4172.8	4915.5	4150.1	1600 (mg)
Potasio (mg)	2675.1	2606.4	2232.7	2561	3500 (mg)
Zinc (mg)	13.3	11.3	10.1	11.4	15 (mg)
Vit. A (µg ER)	739	752	710.6	761.9	630-1000µg ER
Vit. C (mg)	73.4	72.2	61.25	69.5	60 (mg)
Tiamina (mg)	3.8	2.9	2.4	2.9	1.5 (mg)
Riboflavina (mg)	3.1	2.7	2.4	2.7	1.7 (mg)
Niacina (mg)	32.6	26.6	23.35	27	19 (mg)
Piridoxina (mg)	3.2	3.4	2.8	3.4	2 (mg)
Ácido fólico (mg)	233.4	253.8	183.55	238.5	200 (mg)
Vit. B12 (µg)	6.2	5.1	5.15	5.6	2 (µg)

Actividad Física:

De acuerdo con el estado de nutrición IMC (figura 7) y la actividad física, en la población analizada se presentó: sedentarios 2.6 %, moderados 16.81%, activos 36.52%, muy activos 27.84% e intensos 16.23%.

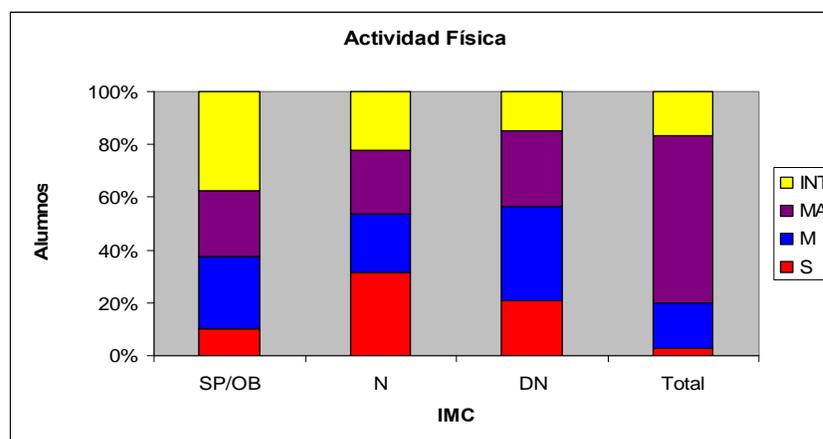


Fig. 7. Resultados de la actividad física.

ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

Se observa que los de sobrepeso y obesidad sobreestimaron sus datos. Habrá que buscar otro instrumento de medición más confiable para obtener datos más exactos.

RENDIMIENTO ACADÉMICO

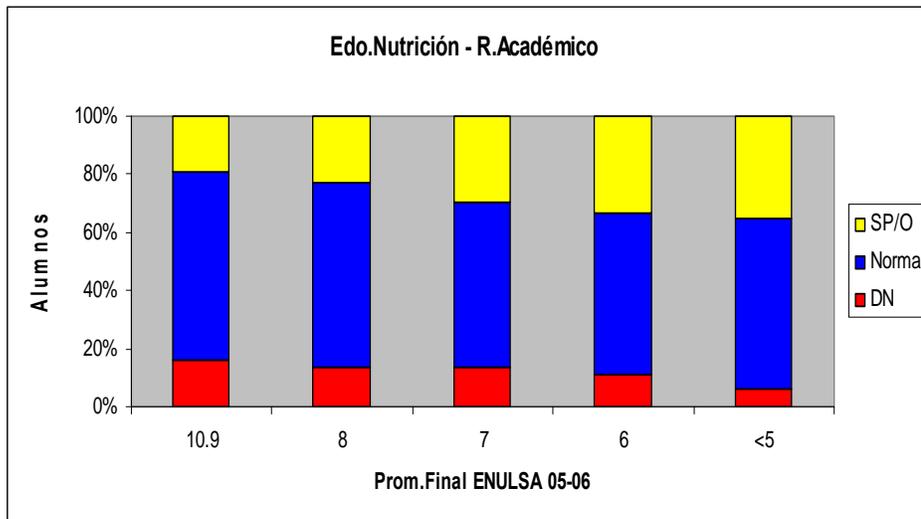


Fig. 8. Estado de Nutrición vs. Rendimiento Académico

ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

En la grafica anterior (figura 8), al relacionar el promedio final de un curso escolar con su estado de nutrición IMC, los alumnos con sobrepeso y obesidad tienen un mayor índice de reprobación en 36% respecto de los alumnos normales y desnutridos. Se procedió a hacer la revisión con las materias de matemáticas y literatura por ser de las que se llevan en los tres grados y a asociarla con el pliegue tricéptico.

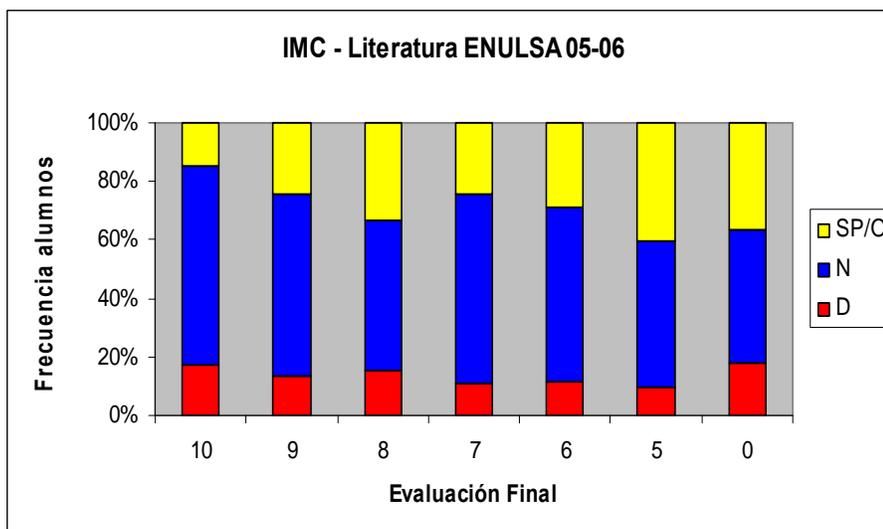


Fig. 9a. Rendimiento en Literatura

ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

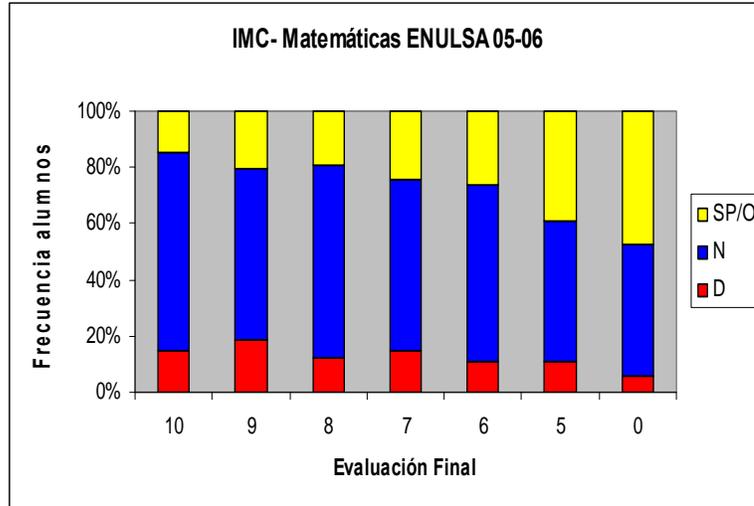


Fig. 9b. Rendimiento en Matemáticas
ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

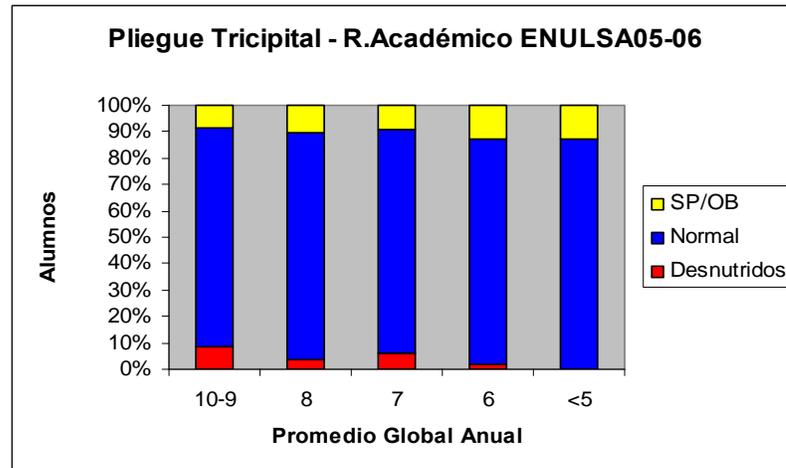


Fig. 9c. Pliegue Tricipital vs. Rendimiento Académico
ENULSA 2005-06 Jiménez G. ML

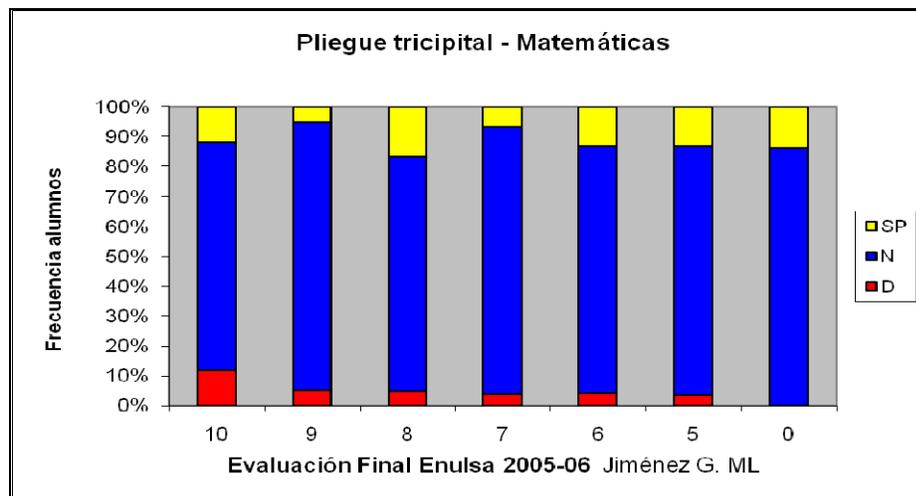


Fig. 9d. Pliegue Tricipital vs. Matemáticas

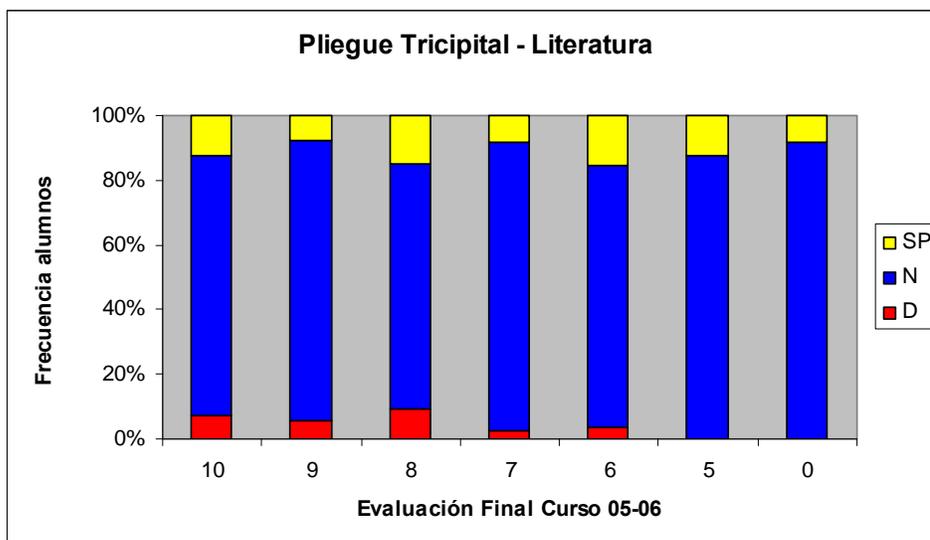


Fig. 9e. Pliegue Tricipital vs. Literatura

El promedio académico en la muestra es 7.61; se dieron de baja 11 alumnos (3.20%), y alumnos que no pasaron año fueron 42, representando el (12.18%); otras materias con índice de reprobación fueron física, geografía, etimologías, química y estadística.

Se compararon otros datos antropométricos como son: pliegue tricipital, índice cintura-cadera, y el mejor indicador es el IMC (índice de masa corporal).

CONCLUSIONES

Para un mejor análisis se clasificó la muestra de adolescentes de acuerdo con el índice de masa corporal ($IMC = \text{peso Kg} / \text{Estatura (m)}^2$) en:

Desnutridos, Normales, Sobrepeso y Obesidad.

Se observaron factores de riesgo para la edad, como desnutrición 13% y sobrepeso-obesidad 26.96%.

La actividad física reflejó activa-intensa en un 80.59% de los adolescentes y sólo un 19.41% reporta sedentaria a moderada. Se sugiere medir con otro método la actividad física porque los jóvenes sobrevaloran los datos a través de los cuestionarios.

En relación con la ingesta existe un promedio de 2,800 Kcal en adolescentes con IMC normal, 2,729 Kcal con sobrepeso y 2,455 Kcal con obesidad. La ingesta de *hidratos de carbono* es menor en un 43% en los jóvenes con sobrepeso, cuando el parámetro es de 55 a 60%, por lo que no es suficiente, en energía, para cubrir las necesidad de los adolescentes.

La ingesta de *proteínas* esta dentro de los límites recomendados en los cuatro grupos de adolescentes, pero en los jóvenes con sobrepeso y obesidad la aportación de energía que brindan los *lípidos totales* fue del 37 al 33% respectivamente, cuando el requerimiento es 20 al 25%; dentro de este grupo hay mayor consumo de ácidos grasos saturados.

El *consumo de calcio, hierro* es elevado respecto de la recomendación, hay un bajo consumo de zinc en los cuatro grupos.

En los hábitos alimenticios, el 90% de los adolescentes estudiados omiten el desayuno, es notorio que los jóvenes con sus 3 a 4 tiempos de comida tienen mejor estado nutricional que aquellos que omiten el desayuno o la comida por falta de tiempo.

Los alimentos de mayor consumo fueron: leche entera, queso, cereales, bebidas no alcohólicas como son refresco y café, sándwich de jamón, pizza, quesadillas, tacos al pastor, sopes, gorditas, molletes, carne de res, carnitas, pollo frito, un 80% de los jóvenes consume a diario frituras de harina como son las papas, fritos, churrumais, y es notorio el escaso consumo de frutas, verduras, pescado y leguminosas.

En los jóvenes de 17 años es mayor la ingesta de bebidas alcohólicas como cerveza, ron, tequila.

Una **buena alimentación** debe reunir las características de las leyes de la alimentación que son:

- a) *Suficiente* en el aporte de energía 2500 -3000 calorías
- b) *Completa* que contenga todos los nutrimentos de acuerdo a las recomendaciones
- c) *Equilibrada* donde los nutrimentos aporten la energía recomendada para la dieta normal que es el 55 al 60% de hidratos de carbono, proteínas 20 al 25%, lípidos 15 a 20 %.
- d) *Adecuada*: a las condiciones fisiológicas de los sujetos.
- e) *Variada*: que contenga los diferentes grupos de alimentos
- f) *Inocua*: que no presente riesgos para la salud, ni produzca enfermedades transmitida por alimentos contaminados

Rendimiento académico:

Se presenta bajo rendimiento académico con promedio global anual y el índice de masa corporal (IMC) un 38% en los jóvenes con sobrepeso y obesidad, mayor que los desnutridos y normales.

Con relación al IMC en las materias de matemáticas, literatura existe mayor índice de reprobación del 42% en los adolescentes con sobrepeso y obesidad que en los desnutridos que es del 17%.

En estudios similares de adolescentes en la comunidad española, el estudio EnKid asoció el estado nutricional con el rendimiento académico, concluyendo que las deficiencias nutricionales subclínicas desempeñan trastornos en la función cognitiva.

En el X Congreso Mundial de Obesidad el Doctor Ricardo Uauy del Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos de Universidad de Chile, dice que:

...un niño con sobrepeso u obeso, es segregado de la escuela, disminuye su autoestima, es necesario que el colegio le ayude en el cambio de sus hábitos alimenticios e incremente las horas de actividad física, involucre a los niños a moverse y reducir el consumo de bebidas azucaradas y alimentos "chatarra" y se observará la reducción hasta un 50% de los niños que tienen obesidad y sobre peso. [11]

Es importante seguir estudiando y analizando a esta población "sana" para ayudarla en su desarrollo integral. Si un alumno fracasa académicamente es importante analizar su estado nutricional, sus hábitos alimenticios y su actividad física, brindándole las estrategias adecuadas para un buen desempeño académico, además de la valoración psicológica, educativa y ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Abelardo Ávila Curiel por su apoyo y motivación para la realización de esta investigación en la lectura de la dieta en el programa de alimentos SCAVAN del INCMNSZ, a la Dra. Florencia Vargas Vorackova por los conocimientos y motivación brindada en la materia de Seminario de Investigación durante toda la Maestría, al Dr. Juan Carlos Falcón Martínez en la realización de los análisis estadísticos de los datos, al Mtro. Julio Gerardo Cu Cortés y a la Dra. Esther Vargas Medina por las facilidades brindadas en la revisión de texto del presente artículo.

REFERENCIAS

- [1] Ávila, C. A., Shamah, L. T. y Chávez, V. A. (2003). *Encuesta Urbana de Alimentación y Nutrición. Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, ENURBAL 2002, Instituto Nacional en Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán (INCMNSZ), 115pp. México. [En línea]. Disponible en: <http://www.slan.org.mx/docs/Enurbal_2002_Final.pdf>, consulta: octubre de 2008.
- [2] Serra Majem, L., Román Viñas, B. y Aranceta Bartrina, J. (2006). *Actividad física y Salud*. Estudio enKid, Barcelona, España: Masson Elsevier, vol. 6, 128pp.
- [3] Mataix V. J. y Sánchez C. (2002). *Adolescencia en Nutrición para la vida*. Madrid, España: Ed. cap. 30.
- [4] Bourges, H., Casanueva, E. y Rosado, J. L. (2005). *Recomendaciones de Ingestión de Nutrientes para la Población Mexicana*. Bases Fisiológicas. México: Médica Panamericana, Tomo I. pp. 372-373.
- [5] Morales de León, J., Babinsky, V. y Bourges, R. H. (2004). *Tablas de composición de alimentos mexicanos*, México: INCMNSZ, p. 228.
- [6] Pérez Lizaur, A. B. y Marván Laborde, L. (2000). *Manual de Dietas*, normales y terapéuticas. México: Científicas La Presa Médica Mexicana, S. A. de C. V., 5a. ed., Cap. 3, pp. 57-78.
- [7] Pizarro, R. y Crespo, N. (2000). Inteligencias múltiples y aprendizajes escolares. [En línea]. Disponible en: <<http://www.uniacc.cl/talon/>>, consulta: marzo de 2008.
- [8] Muñoz, S. (2005). Indicadores de rendimiento académico del alumnado. Universidad de la Laguna. Abril. [En línea]. Disponible en: <http://www2.ull.es/docencia/credito europeo/jornadas_calidad/SoledadMunoz.pdf>, consulta: febrero de 2008.
- [9] Duron, Oropeza, *et. al.* (1999). Una estrategia para mejorar la calidad de la educación superior, *Tutorías*. Cap. 2, pp. . [En línea]. Disponible en: <http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategico/libros_/lib42> consulta: febrero de 2008.
- [10] Cascón, I. (2000). Predictores del rendimiento académico en alumnos de primero y segundo de BUP. [En línea]. Disponible en: <<http://www3.usal.es/inicio/investigacion>> consulta: febrero de 2008.
- [11] Uauy, R. *Sobrepeso y rendimiento académico*. Trabajo presentado en el X Congreso Mundial de Obesidad en Sydney, Australia. Septiembre 2006. [En línea]. Disponible en: <http://www.icarito.cl/medio/articulo/0,0,38035857_165317001_229691895_1,00.html>, consulta: marzo de 2008

BIBLIOGRAFÍA

Cascón, I. (2000). Análisis de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento académico. [En línea]. Disponible en:

<<http://www3.usal.es/inico/investigación/>>, consulta: enero de 2008

Cu C., J., Juárez, L. B., Tavera, S. A. (1991). Las necesidades educativas en la relación maestro alumno, *Área de Investigación educativa*, México: Escuela Preparatoria, Universidad La Salle, pp. 67-103 y 123-124.

Dulanto, G. E. (1989). *El adolescente*. México: Mc Graw Hill Interamericana.

Edel Navarro, R. (2003). Factores asociados al rendimiento académico, *Revista Iberoamericana de Educación*. Sección: Investigación, 20 de septiembre de 2003, [En línea]. Disponible en: <<http://www.rieoei.org/investigacion/512Edel.PDF>>, consulta: noviembre de 2008.

Fernández Pérez, J. et al. (2006). Reflexiones en torno a la trayectoria escolar en la educación media superior. El Caso de México. *Congreso Internacional de Investigación educativa IIMEC-INIE*, 25 años en Pro de la educación, Universidad de Costa Rica, 1-4 de febrero. [En línea]. Disponible en:

<<http://www.inie.ucr.ac.cr/congreso/memoria/archivos/ponencias/jorgefernandez.pdf>>, consulta: enero de 2008.

Ivanovic, D., Almagia. A., Toro, T., Castro, C., Pérez, H., Urrutia, M. S., Cervilla, J., Bosch, E. y Ivanovic, R. (2000). Impacto del estado nutricional en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar, en el marco de un enfoque multifactorial (Impact of nutritional status on brain development, intelligence and scholastic achievement in a multicausal context). *La Educación* (OEA), vol. 44, pp. 3-35.

Madrigal Hernández, M. (1996). *Manual de encuestas dietéticas*. Serie de Perspectivas Salud pública, Cuernavaca, Mor., México: Instituto Nacional de Salud Pública.

Martínez, J. A., Astiasarán, I. y Madrigal, F. H. (2002). *Alimentación y salud pública*. 2a. ed. España: Mc. Graw Hill.

OMS. (1983). *Medición del cambio del estado nutricional NCHS-OMS*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Rolland-Cachera, M. F., Cole, T. J., Sempe, M., et al. (1991). Body Mass Index variations: centiles from birth to 87 years. *European Journal of Clinic Nutrition*, Jan, vol. 1, no. 45, pp. 13-21.

Secretaría de Salud (1983). Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud. México. D. F. [En línea]. Disponible en:

<<http://www.censida.salud.gob.mx/descargas/etica/reglamento.pdf>>, consulta: diciembre de 2008.

Bioética, Nutrición y Enfermo Hospitalario

Eduardo Mendoza Carrera
Investigador, UNAM
E-mail: emitme@avantel.net

[Recibido: Enero 26, 2009. Aceptado: Febrero 3, 2009](#)

RESUMEN

En esta ocasión nos vamos a referir a una de estas dimensiones del ser humano, que es aquella que esta relacionada con las expresiones de los estados nutricionales de determinada población, considerando que es un indicador válido para aproximarnos a los preceptos de la calidad de vida, de construcción de vida ética y en esa posibilidad poder determinar las condiciones de desarrollo de un país, a través literalmente de precisar el equilibrio de la salud integral de los sujetos. Estas razones son elementales para configurar un contexto alimentario-nutricional que está inmerso y vinculado con todas las esferas de una economía nacional, desde el campo agrícola que produce los insumos naturales, el comercio abusivo que hacen los intermediarios para hacer llegar a los mercados y de allí a todas las casas, —a cada uno de nosotros—, para completar un ciclo recurrente al consumo diario de nuestros alimentos; consideraciones que incluyen circunstancialmente a enfermos en labor hospitalaria. Tales ponderaciones se implican a una serie de características, que desde el campo de cultivo, hasta las cocinas, requieren de una demanda de presupuestos éticos y bioéticos; en tal inteligencia, no es de extrañar, las múltiples y complejas aplicaciones de la bioética en esta área del conocimiento.

Palabras Clave: bioética, ética, nutrición, pobreza, atención hospitalaria, alimentos, transgénicos.

ABSTRACT

This time we are going to talk about one of these dimensions of human beings, which is the one related to the expressions of nutritional aspects of a given population, considering it a valid indicator to approach to the precepts of life quality, construction of ethical life and, in such possibility, being able to determine the development conditions of a country, through, literally, précising the equilibrium of integral health of individuals. These reasons are basic to configure a feeding-nutritional context immerse and linked to all spheres of a national economy, from the agriculture field that produces the natural inputs, the abusive trade performed by intermediaries in order to reach the markets and, from there, to all homes —to each one of us—, to complete a recurring cycle to the daily consumption of our meals; considerations including hospital patients by circumstance. Such major considerations are implied to a series of characteristics that, from the agricultural fields to the kitchens, require demanding ethical and bioethical assumptions; under such circumstances it should not result strange the multiple and complex applications of bioethics to this area of knowledge.

Keywords: bioethics, ethics, nutrition, poverty, hospital care, genetically modified (GM) foods.

Introducción

En estas ciencias de la salud —como lo significan las nutricionales—, hace poco menos de cuatro años se propuso una serie de cursos de posgrado relacionados con la bioética de la nutrición y la alimentación; con tal propósito, se inició una línea de investigación sobre Bioética y Nutrición, estudiando artículos publicados, libros, documentos de Internet, configurando una bibliografía que fue posible establecer desde la década de los ochenta hasta la actualidad. La búsqueda develó una serie de autores que aplicaban conceptos bioéticos en las áreas de: responsabilidad profesional de la nutrición, realización de una praxis disciplinaria; tendencias históricas filosóficas, religión y costumbres alimentarias; una cultura alimentaria específica de cada pueblo; ingeniería genética y biotecnología alimentaria; disciplinas deportivas y suplementos nutricionales; educación en nutrición y una serie de enfermedades metabólicas que hacen precisar, entre otras cosas, —como Paracelso lo mencionó— “*la cantidad hace el veneno*”, creando tal vez el primer pensamiento estructurado en torno a los congestiones gastro-intestinales y a la prevención real de comer solamente la cantidad necesaria para nutrir y no a excesos que produjeran malestares.

Desde luego, las áreas de mayor interés y significación para la bioética establecieron a la nutrición como un derecho humano, también establecieron la política alimentaria-nutricional de los países; los derechos de los enfermos y la investigación en nutrición; los derechos del consumidor y la publicidad; la veracidad del etiquetado nutricional y el área de la nutrición clínica-asistencial, donde la mayoría de los artículos se refieren a la indicación o suspensión de soporte nutricional parenteral y enteral, las implicaciones de justicia distributiva y la administración de recursos escasos en las instituciones hospitalarias, que tienen una importancia enorme por ser una de las vías más importantes para dotar de un necesario equilibrio y lograr que un ser humano enfermo retorne a la salud.

La nutrición como ética del cuidado, derecho humano y las políticas alimentarias

En términos de la construcción de la vida ética identificamos las necesidades básicas de la vida cotidiana de los seres humanos, para poder enumerar: la libertad, la autonomía, la responsabilidad, la recreación, el trabajo, la vivienda, la forma de vestir, el afecto, la salud, la educación y la alimentación, las cuales significan un patrón de experiencia, —único en motivos para cada ser humano— y con ello un proceso esencial, de formación de la personalidad vital para la existencia como seres vivos,¹ en donde el cuidado es una actitud de ocupación, de preocupación, de responsabilidad y compromiso afectivo por el otro, semejante en la inteligencia de que el hombre inventó máquinas y técnicas de aplicación, pero éstas inventaron a su vez, nuevos entes humanos.²

¹ Los filósofos griegos de la tradición helénica pensaron que la ética es un asunto de aprender a vivir bien, es decir, cuando aludimos al término de construcción, es porque la ética no nos viene dada a la par de nuestra existencia, sino que se implica en la tarea de otorgar valores y posteriormente decidir, sin tener en ese momento la precisión de si tal decisión va a ser para siempre, o si es lo mejor o lo peor; por lo que es claro decir que cada vez que decidimos alguna cuestión ganamos unas cosas, pero perdemos otras. Sin embargo, dicha construcción se da a partir de una moral social heredada, de tal manera que tenemos que preguntarnos: ¿Cómo construir esa vida ética que es siempre crítica dentro del contexto de moralidad social? La vida ética es en primer término el lugar del cuidado del “*ethos*” (casa o morada del ser humano); cuidado que requiere saber de articular el sentido, las normas y los patrones de experiencia de vida; de tal manera que la ética crea así un campo de la realidad social. Por lo tanto, los discursos éticos no pueden pretender la comprensión del estado moral, sino que deben de buscar el logro de una vida buena. En esta pretensión la ética es una actividad de cada ser humano, que como ser holístico —configura la relación de sus partes con el todo para lograr una totalidad ordenada— y en sí mismo interpreta la autonomía en calidad de una autonomía contextualizada subjetivamente, de tal manera que precisar el sentido de la ética es preguntarnos: ¿cómo debemos vivir? y enmarcar el carácter de la autonomía dentro del contexto de pertenencia de cada ser humano.

² Realza Agustín Herrera Frago en su libro: “*El cuidado en la bioética*” [1] la idea tangencial de cómo actuar con nuestros potenciales humanos y otorgar un sentido común, práctico e inteligente, además de benéfico a la tecnociencia y neo medicina, que tanto se ha complicado en su aplicación en nuestros días dentro de un *ethos* en el cuidado de la vida, que fue como un principio rector en la ciencia y la medicina y ahora en la actual

Precisamente en el ámbito de esta casa —la habitación más importante la significa el cuerpo— y por eso en una primera instancia de la reflexión exigimos pensamientos acerca de la nutrición como un derecho humano, sería como pensar en el derecho de respirar aire puro, o en el derecho a vivir, cuestiones que nos son naturales debido a que a ningún ser humano le preguntaron si quería vivir, la referencia de F. Savater [2] es extraordinariamente didáctica, porque nos remite a la utilidad de la ética, desde un sentido de la existencia real del ser humano: (...)“Para lo único que sirve la ética es para intentar mejorarse a uno mismo y lo único seguro que sabe la ética es que tú, yo y los demás estamos hechos, de uno en uno, con amorosa diferencia”. [3]

En tal sentido de la argumentación, ¿acaso es necesario declarar que tenemos derecho a comer? la importancia y relación de este campo reflexivo tiene una implicación vital a la bioética desde los foros mundiales y las decisiones tomadas respecto de comer, y al llegar a la praxis del comer, estar en posición de definir la nutrición en términos de una finalidad para la salud integral de los sujetos.

Por lo tanto, la reflexión acerca de algo tan obvio toma carácter universal, pero primordialmente pensando en la relación alimento-pobreza, es decir, de ser testigos pasivos de cómo comunidades enteras son devastadas por el hambre y la desnutrición extrema en muchos lugares del mundo, y de cómo en nuestros propios países y casi frente a nuestra propia mirada, la inseguridad alimentaria y la incompreensión de las enfermedades relacionadas con los casos de malnutrición por exceso o por déficit y el hambre oculta nos van rodeando socialmente.³

En esta orientación, si la tendencia era la de asociar la desnutrición con falta de alimento, sin duda es posible decir que se trata de una postura reduccionista —que persistía hasta hace poco tiempo—, ante una problemática de mayor importancia política y económica. Es decir, en la idea de postular la *diet-ética* (dietética) de cada día, la política de estado no puede circunscribirse a sólo programas de suplementación y donación de alimentos, debe ir más allá y abarcar desde la producción y disponibilidad de alimentos hasta la biodisponibilidad de nutrientes, el estado de pobreza y la marginalidad misma, cuestiones que exigen definitivamente una trascendencia, desde su propia comprensión etimológica.⁴

En muchos países, desde la década de los setentas del siglo pasado en nuestra América Latina, la mayoría de los programas alimentarios han fracasado principalmente por falta de componentes educativos, de control y seguimiento, pero sobre todo porque no se ha trabajado en lo que UNICEF propone como “*people’s empowerment*”, es decir, la comunidad organizada, participativa que, junto con el apoyo del estado, se apodera de sus problemas, procurando su solución y el desarrollo de la comunidad, bajo el enfoque de desarrollo del prestigiado economista, el Dr. Amartya Sen,⁵ como “*proceso de*

bioética y de cómo esa estrella polar (*ethos*) no debemos perder de vista. Tal vez parafraseando a S. Freud diríamos: después de tanto alejarnos es necesario “*volver a casa*” (*ethos*).

³UNICEF [4] publicó un libro sobre los derechos del niño, en donde se dedica todo un capítulo para la exposición y análisis de la nutrición como derecho humano. Por su parte, la FAO [5] convocó a una Cumbre Mundial sobre la Alimentación, celebrada en Roma. El resultado de ambos esfuerzos: llegar a un consenso universal sobre la necesidad inmediata de que cada nación se haga responsable de fijar unos mínimos morales a través de sus metas nutricionales, las cuales deberían concretarse dentro de las Políticas, Planes de la Nación y en sus Programas subsecuentes, teniendo como orientación la seguridad alimentaria, la viabilidad y sustentabilidad de los programas, y la aceptabilidad por la población, al respetar y proteger sus costumbres alimentarias positivas.

⁴ Es decir, transformar las instancias de la realidad y elevar (superar) las exigencias que la realidad nos reclama, de tal manera que trascendencia quiere decir tomar un punto de vista y de acción superior ante los campos problemáticos que nos reclaman en la vida real una posición y compromiso.

⁵ Amartya Kumar Sen es un economista bengalí bien conocido por sus trabajos sobre las hambrunas, la teoría del desarrollo humano, la economía del bienestar y los mecanismos subyacentes a la pobreza, recibió el premio Nobel en 1998 y el Bharat Ratna en 1999 por su trabajo en la matemática económica. La obra más reconocida del Dr. Sen es su ensayo “*Pobreza y hambruna*”: sobre el derecho y la privación en el año de 1981, ensayo en el cual demostró que el hambre no es consecuencia de la falta de alimentos, sino de desigualdades en los

expansión de las capacidades de la gente” y de los presupuestos por este autor vertidos en su libro de *Ética y Economía*. [6] En tal horizonte y hasta nuestros días ya de siglo XXI, los estados paternalistas, —siguen haciendo de las suyas— algunos con abundancia de recursos económicos provenientes del petróleo y con claras muestras “*de intereses partidistas*”, en el discurso de economías benefactoras, cuya apariencia les facilitan recursos en el supuesto de que aprendieran a tener control sobre la producción y reproducción de los sembradíos y animales,⁶ acciones en que se mencionó “*hubo donaciones de leche*” a la cual se adicionaban anticonceptivos para control de la natalidad y así evitar la sobre población —obviamente sin preguntar a los pueblos su libre auto-determinación—, entendiéndose que lo que se trataba era de mantener e incrementar la sumisión, el conformismo y la dependencia del pueblo. Basta entonces una leve crisis económica para que todo el sistema se caiga, —como en México lo sabemos bien— ocasionando un incremento en el costo, que discreta (ocultamente) o cínicamente se ostenta. Lamentablemente las decisiones políticas en materia alimentaria-nutricional no han sido prudentes ni justas en el horizonte histórico de México.⁷

Los derechos del consumidor, la publicidad y el etiquetado nutricional

En este contexto relacionado de manera directa entre economía y ética —otro campo problemático— de gran significación bioética y moral es la manipulación de la información nutricional por parte de la industria farmacéutica y de alimentos. Vemos con sorpresa cómo día a día, por los medios masivos de comunicación (televisión, radio, prensa) nos saturan con productos o entrevistas a supuestos “*expertos en nutrición o de medicamentos cuasi mágicos*” que no manejan información veraz, sino que responden a intereses mercantilistas y de lucro particular. No obstante, que todos estamos bajo la influencia de las modas y falacias sobre alimentos y suplementos nutricionales, y lo que es peor, muchas veces se indican suplementos vitamínicos y de minerales, sin efectividad comprobada y por lo tanto sin la oportunidad de valorar los riesgos-beneficio que me otorgan los distintos productos,⁸ incluso a veces la leyenda de “*científicamente*

mecanismos de distribución de alimentos. Aparte de su investigación sobre las causas de las hambrunas, su trabajo en el campo del desarrollo económico ha tenido mucha influencia en la formulación del índice de desarrollo humano (IDH) de las Naciones Unidas (ONU).

⁶ Como pasó con las propuestas de tecnologización iniciadas por la FAO en la década de los 70 del siglo XX en que mandaron a muchos ingenieros agrícolas a las selvas y lugares apartados de América Latina para llevar a los campesinos los conocimientos para hacer más eficientes los trabajos en el campo y en el cuidado reproductivo de sus animales.

⁷ En 1992, cuando el esquema de la pirámide o guía alimentaria se publicó por primera vez en forma oficial, la intención era transmitir de manera didáctica y sencilla cuáles eran esos comestibles capaces de asegurar energía y bienestar a grandes y chicos. La geometría del triángulo permitió ilustrar la medida o cantidad de proporciones que se debían ingerir. Pero el asunto es que en la base del gráfico —que desde sus primeros esbozos, en 1980, fue seguido al pie de la letra por las madres de muchos de los países llamados subdesarrollados estaban los famosos carbohidratos, que conservaron el puesto por largo rato dado que siempre se los tuvo por buenos, al contrario de las grasas, todas consideradas peligrosas—. “La pirámide alimentaria es un desastre”, resumió indignado un miembro de *Oldways*, una organización benéfica de Boston que orienta sobre temas de salud. Pero esta sentencia no sólo alude al resonante fracaso. Muchos médicos y nutricionistas están convencidos de que en los últimos años los organismos de gobierno han estado manipulando la información en beneficio de los intereses económicos de las grandes corporaciones. Concretamente, trazando políticas para dirigir las tendencias de consumo según las conveniencias del sector ganadero, la industria de las donas y, créase o no, del negocio del *low fat*.

⁸ Menciona la autora Marian Araujo [8] que existen grupos de la población que son más propensos al fraude, como por ejemplo: **Los Obesos**: ante la angustia y desesperación por perder peso corporal, toman cualquier pastilla o infusión que se encuentre en el mercado para tal fin. O, a través de anuncios publicitarios, se contactan con pseudo-profesionales que ofrecen “*dietas mágicas*”, que hacen perder todo, hasta la vida. **Los Ancianos**: otros en su deseo de retardar los procesos de envejecimiento, adquieren productos de altísimo costo y de resultados no comprobados. **Los Deportistas**: en su afán de destacarse rápidamente en una disciplina, sobre todo en las de multifuerza y fisicoculturismo, los atletas y los principiantes toman sobrecargas de aminoácidos y otros suplementos que le proveen un medio ergogénico extra. Muchos de estos productos no advierten los efectos colaterales adversos, principalmente en las funciones endocrinas y metabólicas del hígado y riñón. **Los Enfermos Crónicos**: ciertas enfermedades crónicas y degenerativas, como la diabetes y el cáncer, cuyo control y tratamiento en muchos casos son paliativos, conllevan a quienes las padecen, de ser víctimas de los productos naturistas o a consultar terapias heterodoxas no estudiadas, no dosificadas y no comprobado el principio activo o curativo presente en algunos de ellos.

probado”, aparece como sistema de irrefutabilidad, haciendo que el ser humano se desvíe a través del poder de la ciencia y la técnica, padeciendo una crisis de civilización, comportándose como contemplador ante el final de un tipo de mundo, es decir, la aparición del fenómeno del descuido, la indiferencia y el abandono conducen a la pérdida de la conexión con el todo, en otras palabras “*no se piensa el saber*”, sino simplemente se asume el ente humano en su poder y se dedica a consumir lo que otros dicen que es verdadero, sin que nunca realmente lo prueben.

Por todas estas referencias, sin duda alguna los principios bioéticos involucrados en estos casos —la *justicia* y la *no-maleficencia*—, que combinados con el *deber ser* de los entes institucionales involucrados (autoridades de salud pública, colegios profesionales, protección al consumidor, presupuestos éticos y biojurídicos, etc.) resultan en la vigilancia sanitaria, el control de los productos expendidos y de los servicios ofrecidos, y por supuesto, en la educación en salud y en nutrición que debe impartirse regularmente a todo nivel, porque consumidores somos todos los seres humanos y porque necesitamos educar nuestras personalidades y nuestros modos de vida.

La investigación en nutrición y los derechos de los enfermos

Ríos de tinta se han escrito en relación a la condición que puede exigir, que cada ser humano sea tratado como semejante a los demás, sea cual fuere su sexo, color de piel, ideas o gustos, religión, entretenimientos, profesión, etc., llamándole dignidad. Aunque la dignidad es lo que tenemos todos los seres humanos en común, es precisamente lo que sirve para reconocer a cada cual como único e irrepetible en función directa de su autonomía y de su derecho natural, cuestiones que la bioética de nuestros días se ha encargado de enfatizar en diferentes reuniones mundiales en relación a la ética de investigación con seres humanos.

Precisamente desde que se pronunció el Código de Nuremberg (1947), hasta las más recientes declaraciones y documentos del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas, [9] de Bioética y de Derechos Humanos, muchos han sido los encuentros y consensos mundiales a favor de los derechos de los enfermos y de los sujetos humanos que participan en una investigación biomédica. En todos estos planteamientos la ética del investigador juega un papel fundamental durante todas las fases de desarrollo de los proyectos de investigación, sin embargo posiblemente tres momentos son vitales, en los que la base moral del investigador puede ser más susceptible a influencias externas poco éticas. Dichos momentos son: el proceso del diseño metodológico y la ejecución de las investigaciones, al evaluar y utilizar los resultados y al actuar como arbitraje científico en la posición de ejercer presupuestos generales.

Muchos aspectos propios de la investigación epidemiológica experimental presuponen una tendencia de la relación enfermedad-población, como lo presenta De Abajo [8:7-28] considerando los aspectos éticos principales de la investigación epidemiológica y su asignación a los niveles correspondientes del ámbito moral, de acuerdo a las premisas del Dr. Diego Gracia: [10]

- Nivel 1: **no maleficencia-justicia**: utilidad social de la investigación, corrección técnica del estudio, competencia del equipo investigador, selección equitativa de la muestra, relación beneficio/riesgo apropiada de las intervenciones del ensayo, garantía de *clinical equipoise* entre las intervenciones a comparar (no-preferencia clínica o colectiva), compensación por daños/seguro, interpretación rigurosa y veraz de los resultados y su publicación.
- Nivel 2: **autonomía-beneficencia**: Proceso de consentimiento informado, especial protección de grupos vulnerables y decisiones de sustitución,

preferencias de asignación, protección de la intimidad y confidencialidad de la información, continuación del tratamiento o de la asistencia sanitaria después de la investigación.

Ante tales implicaciones de la bioética y la humanidad integral de los tratamientos médicos, las ciencias de la nutrición no escapan de estos preceptos, éticos, bioéticos, teóricos, metodológicos y técnicos; no obstante, observamos con asombro como la sociedad científica discrimina positivamente aquellas investigaciones de carácter experimental, mientras más alejada de los sujetos y más sub-especializada sea, aun en su propia área de estudio. El positivismo —entendido como objetivismo— y la tecnificación desmedida de las ciencias de la salud, han encontrado actualmente su contraparte en la bioética y los movimientos humanistas. Hoy más que nunca, los investigadores nacionales deben buscar la utilidad social de la investigación en nutrición y tratar de dar respuesta a una diversidad de problemas de interés común para el beneficio de todos.

De acuerdo a lo expresado por Mendoza Carrera, [11] la importancia de buscar presupuestos que vinculen los viejos conocimientos, con los nuevos saberes de la investigación —lejos de negar la historia de nuestras ciencias—, debemos aprender a motivarnos por la historia y vincular ambos ámbitos de conocimiento, en la idea de potencializar de manera plena nuestros campos de utilización, a manera de aplicar lo aprendido en nuestros patrones de experiencia. Al respecto menciona el autor:

(...) mi experiencia personal en el contexto del sistema de salud o más concretamente de la bio-medicina, en nuestro medio, en nuestro país, me permitió observar una serie múltiple de elementos de deshumanización de la práctica médica y la investigación en medicina, marcando un límite entre las idealizaciones de un estudiante de Bioquímica (Ciencias Biológicas) y las aplicaciones reales que no guardan una relación lineal, creándose una espiral de desencantamientos en mi relación con nuestra sociedad individualista, hipermoderna e hiperconsumista, en donde conviven signos evidentes de decepción, significados en la violencia y la destrucción del ser humano para sí mismo, olvidando en muchos aspectos el valor de la persona y el sentido colectivo de lo humano y su humanidad. Sin embargo, en el mundo real todo esto se expresa aunado con otros elementos positivos que conviene tomar en cuenta y valorar desde una amplia reflexión. Por estas razones es que me propuse escribir un documento que empezara a dar cuenta de estas dicotomías y de un tránsito obligado de comprensión.

Con base a estas razones, podemos decir que hoy en día, en el avance pleno del siglo XXI, nos encontramos de frente a las consecuencias económicas, políticas, sociales, educativas y filosóficas surgidas del progreso del conocimiento médico. Asistimos de hecho, a una tendencia importante del reduccionismo del humanismo médico y, en cambio se ha favorecido la adopción de una bioética estándar de una medicina más técnica, defensiva y privada, y con ello más indiferente al sujeto en su expresión más social; creándose así una lógica mucho más complicada de los problemas ligados a la salud pública, con un cierto desligamiento entre las culturas, científica, tecnológica y humanista. No obstante, se ha mencionado que, en general, la ética regula las acciones de las relaciones intra-individuales, es decir, entre el individuo y la sociedad, entre los congéneres humanos y el entorno natural, configurando una incesante labor entre las capacidades de significar y decidir, comprender y optar ante las problemáticas inéditas que la práctica profesional presenta día con día.

Esta aparentemente nueva concepción ética, que llamamos 'bioética' consiste en un modo de apropiación de las circunstancias surgida de los casos clínicos, que desde luego es diferente de un acercamiento puramente teológico o filosófico. Las discusiones especulativas y abstractas no dan cuenta de la forma en que los médicos y demás profesionales de la salud toman y resuelven los problemas. Por estas razones, la ética, particularmente la bioética, para representar un acercamiento válido y pertinente en el ámbito de la salud, debe ser capaz de abordar las problemáticas concretas y, a través de

la deliberación y equipos interdisciplinarios, ponderar el rescate incesante del buen hacer científico, ético y bioético, que traduzca en lo real un ejercicio de volver a la salud a los enfermos, encaminando así un proceso que vuelva a sus fundamentos más humanistas.⁹

La nutrición clínica-asistencial

La nutrición ubicada en el contexto clínico [12] nos circunscribe al ambiente hospitalario y al ambulatorio si del sector público se trata, o, a la clínica y a la consulta privada si nos ubicamos en el sector privado de la atención en salud. En cualquiera de los mencionados escenarios de ejercicio profesional, nos encontraremos con una *Comunidad Interrelacionada*, compleja, interactuante y sinérgica, donde cada uno de los entes humanos que la componen debe ser considerado como *Persona Humana*: sujeto espiritual, asiento de la vida moral de un ser humano; respetando sus características de ser intemporal, de poseer libre albedrío, interioridad y dignidad. Además, de considerar la Regla de Oro, como norma fundamental de la conducta humana, que contiene la totalidad de las exigencias éticas y morales de las relaciones interpersonales de los seres humanos, para hacer del apoyo y comprensión *Afectivo*,¹⁰ la piedra angular para confrontar las enfermedades, puesto que en la mayoría de las veces nos matan los diagnósticos y no necesariamente las enfermedades. [11] Según el enunciado de esta configuración conceptual en torno a la comunicación de los profesionales con los pacientes, —sea de presencia como el caso de médicos y enfermeras, sea de manera virtual desde el diseño del profesional de la nutrición—, nos permite entonces ubicar un primer punto concreto acerca de las *Relaciones del Profesional de la Nutrición* dentro de la relación “*textos*”– “*contexto*” de la comunidad de profesionales de la salud.¹¹

Las Relaciones Profesionales del Nutriólogo —al igual que las de otros profesionales de la salud—, pueden agruparse en tres grandes bloques, cada uno con sus peculiaridades. La más importante de ellas es también la más discutida y es en donde realmente la profesión como ciencia se transforma en arte, es decir, como vocación de servicio hacia el bienestar común, es precisamente la **Relación con el Paciente**

⁹ Mendoza Carrera, [11] *op. cit.*: “El Ethos es la raíz o fuente de la vida de donde brotan todos los actos humanos” Zenón el estoico, “Los hombres no comprendemos en absoluto cual es el poder del Ethos”. “Ethos” = Casa o Morad, “Eros”, “Psique”, Inteligencia de “Sentir”, “Espíritu”. Movimiento del “Ethos” = **Ética**: Dos capacidades ontológicas, significar y tomar decisiones en lo único real que tenemos como e-xistentes -el verdadero reto es mantener el equilibrio-. Si relacionemos estos dos fundamentos “Bios” = Vida “Ethos” con el término Bio -Ética, pensando en como los viejos griegos lo pudieron acuñar, aludiendo a dos magnitudes de indiscutible significación: Hacemos conciencia de la existencia del Sujeto y de los Sujetos (“Yo” y el Otro “Yo” / Naturaleza con el todo de la realidad global del mundo. Entonces con este valor etimológico encontramos la significación para el ser humano de la: “Ética de la Vida”. La Bioética se ocupa de la vida, del cuidado de sí mismo, De la inquietud de ser, De la Libertad y la Responsabilidad. Los viejos griegos conocían a estos términos como “*terapéuten*” y se implicaba a la cura del cuerpo y del alma, de la atención del cuidado de sí, de la inquietud de ser, del cuidado de sí mismo, pues si logras cuidar de tí, puedes estar en capacidad de cuidar al Otro.

¹⁰ Araujo, [8] *op. Cit.* recupera en este sentido el enunciado del Mahabharata expresa lo siguiente: “No hagas a ninguno lo que él no quiere que a él mismo le suceda”; frase del todo sabia y que pretende respetar ante todo la autonomía y la identidad en las relaciones personales.

¹¹ El caso de Terry Schiavo es un caso que relaciona el ámbito de bioética y nutrición. Su nombre era Marie Schindler: nació en Pensilvania y en 1982 conoció a quien luego sería su esposo, el señor Michael Schiavo. Esta señora de 41 años de edad duró 15 de ellos en estado vegetativo persistente después de un ataque que la introdujo en dicho estado. La causa de sus problemas estuvieron originados por desordenes alimenticios que instaló como consecuencia de su interés por combatir su sobrepeso, ingiriendo sólo líquidos y vomitando de manera espontánea para cumplir dicho objetivo lo cual le ocasionó un ataque cardiaco por pérdida súbita de potasio. Este episodio es el que la da a conocer en el mundo de lo legal y lo moral, cuando se obtuvo el permiso de un juez para desconectarla de la alimentación y la hidratación por solicitud de su esposo. Terry Schiavo fue víctima varias veces de nuestra sociedad, de su congéneres, de las leyes y de la publicidad. Le convirtieron en icono y perdió el anonimato ante las situaciones que se le han impuesto. A la pregunta de qué dice la bioética al respecto, la respuesta es: “no dice nada”. Somos nosotros las personas los que hacemos para que los otros digan. La justicia no sabe de bioética ni los jueces tampoco, están viendo objetivamente el caso desde la técnica. Es un error haberla alimentado sin esperanzas de recuperación, es un crimen retirar las medidas de la forma indigna en que se hizo.

(usuario) y sus Familiares, la cual muestra una tendencia hacia la autonomía.¹² Este proceso de transición nos permite fusionar ambos modelos, tomar “*lo bueno*” que ofrece cada uno y favorecer progresivamente la toma de conciencia sobre la responsabilidad y participación del ciudadano en la promoción y mantenimiento de su estado de salud. En las otras relaciones: **Relación en el ámbito interno** (gremio profesional, colegas, estudiantes de pre y postgrado, auxiliares de nutrición, empleados y obreros) y la **Relación en el ámbito externo** (médicos, enfermeras, bioanalistas, sociólogos, psicólogos, trabajadores sociales, religiosos, estudiantes de otras carreras, personal administrativo, entre otros), las principales cualidades a cultivar, desarrollar y optimizar serían la solidaridad y la comunicación, en base a presupuestos de identidad, fusionando la tradición histórica y la misión social y espiritual que se considere presente.¹³

Estas relaciones profesionales planteadas bajo el contexto de las teorías éticas y bioéticas actuales, toman sustento moral al incorporar en la comunidad de la salud las **éticas comunitarias**, los conceptos de consenso social, bienes comunitarios e historia de la comunidad; de las **éticas discursivas**, como lo marcan los preceptos de la teoría de la acción comunicativa, [13] donde se desarrolla la simetría, la no-exclusión y la no-violencia, como los principios del proceso comunicativo; y de las **éticas de responsabilidad**, configuradas en las ciencias de la salud, justamente a través de la bioética. En este contexto, cuyos ejercicios profesional y ético se conjugan con lo dietético (nutricional), podemos preguntar una vez más: ¿Cómo participa la bioética en el entorno clínico? En esa calidad de otorgar(nos) como ética de la responsabilidad, la bioética, ¿conjugua lo deontológico (*a priori*), determinado por los principios, con lo teleológico?, es decir, las finalidades que el ejercicio de una fraternidad y hospitalidad y de una sucedánea alimentación, sean consideradas en sus fines últimos; atendiendo en la relación de lo empírico, la búsqueda y encuentro de verdades después de la experiencia (*a posteriori*), subordinado a las consecuencias, en esa relación medios-fines.

De esta forma, ante los hechos de configuración ética y moral, la persona toma una decisión autónoma, racional, axiológica bajo un proceso civil, pluralista, universal y culturalmente específico, de orden deliberativo de la expresión de una ética de la responsabilidad, a través de los Comités de Bioética que se formen en cada institución. En esta inteligencia, los conceptos de Beauchamp y Childress, [14] se encuentran en los diferentes autores, aplicándolos a la nutrición clínica, sobre todo pensando en esa orientación de la relación de las partes al todo, establecido en un planteamiento holístico y reto mayor de reunir, concertar y conjugar los elementos multidisciplinarios que concurren en las prácticas hospitalarias y de considerar en la bioética del cuidado el principio de precaución,¹⁴ que interrelaciona el saber científico con una praxis de los valores. Por estas consideraciones, al hablar de **justicia**, necesariamente abordamos el área de la administración de **recursos escasos** y aunque parezca exagerado **pensar los alimentos como recurso escaso**, la crisis presupuestaria por la que atraviesan nuestros hospitales, obliga a que se revise y evalúe la eficiencia y eficacia de todos los servicios que conforman los departamentos de nutrición.¹⁵

¹² Sin embargo en nuestras sociedades latinas el patrón paternalista sigue siendo el imperante, pensando en otras palabras la denominación individualismo esta a relacionada al individuo, en una parte que confiere un egoísmo, un preocuparse por tener para sí mismo y nunca por los otros seres humanos; idealmente la preocupación por el ser, confrontarse al futuro no forma parte de la idea de elaborar un proyecto de vida.

¹³ Como sucede en el caso de la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios (OHSJD) cuya identidad la brinda la forma de hospitalidad y asistencia al estilo de San Juan de Dios, desde hace poco más de 500 años y las formas de penetración hospitalaria que se han filtrando a través de los siglos para distinguir una práctica hospitalaria, que se reflexiona a si misma y que lucha en este siglo XXI por preservarse con autenticidad en sus raíces históricas y con la participación de la formación médico-científica de sus colaboradores actuales en 50 diferentes países del mundo.

¹⁴ Se pueden consultar estos planteamientos en el libro extraordinario del Dr. Agustín Herrera Frago [1] publicado en México.

¹⁵ Por ejemplo, el Servicio de Nutrición Normal y Dietas Terapéuticas, donde se preparan todas las dietas de los pacientes hospitalizados, debiera estudiar cuánto del presupuesto se pierde en residuos por bandeja de alimentos que no fueron consumidos, porque estaban fríos, porque al llegar a la cama se consideren inadecuadamente indicados, mal presentados o por hiporexia del paciente. Otros servicios que trabajan con

En el sentido real de la práctica cotidiana en búsqueda de la salud, la **no maleficencia** puede ser vulnerada cuando incurrimos en mala praxis, ya sea por incompetencia, impericia, negligencia o iatrogenia. Una situación realmente alarmante es la de la alta tasa de desnutrición intrahospitalaria, es decir, de pacientes que se desnutren dentro del hospital, además de la patología de base con que ingresan, adquieren otra dentro del hospital, repercutiendo negativamente en el pronóstico y recuperación de su estado de salud general. ¿Qué está pasando en la realidad? ¿Ni siquiera el mínimo moral de no maleficencia se está cumpliendo?, siguiendo indicaciones de las guías y protocolos establecidos. Ante esta indiferencia parecieran intervenir al menos dos factores elementales, primeramente: la vocación profesional, en especial la de los nutriólogos, que no está claramente definida; según Schuftan, [15] hacen falta nutriólogos más radicales, aunque es preferible —según mi opinión— ubicar una conciencia crítica, con una visión formativa integral, una consideración social más alta y sobre todo orientados hacia la acción y a ser protagonistas de un compromiso mayor, sin tantas palabras, ejercer mayor acción hacia su finalidad última. Es también digno de reflexionar la propuesta de Drane, [16] nos hacen falta más profesionales con expresiones de una ética de la virtud y del carácter que, además de practicar una buena técnica, sean buenos técnicos. En segundo aspecto, es de suma importancia proponer el sentido de pertenencia y referencia en nuestro quehacer profesional, vinculado a la visión de los centros de salud en el sentido de expresarse como comunidad, sea una identidad o un estilo de atención hospitalaria.

En el sentido integral de esta comunidad, la finalidad se orienta a la **beneficencia**, que se refiere a una atención adecuada y de alta calidad, en donde la educación en nutrición que se imparta al paciente y familiares tiene gran significación, especialmente en aquellos enfermos con enfermedades crónicas como diabetes, obesidad; o bien en aquellos con trastornos alimentarios como anorexia y bulimia pero, sobre todo, en aquellos con enfermedades carenciales producto de deprivaciones alimentarias y sociales como puede pasar con el enfermo mental. Desde luego que en todo momento se debe repetir todo aquello que los autores han mencionado incesantemente en relación con el principio de **autonomía**, que se hace presente al hablar de los derechos del enfermo —subjetivos y personalísimos—, a través de su consentimiento informado al acceder o no a algún régimen dietético, al respetar sus hábitos y costumbres alimentarias vinculadas o no a creencias religiosas.

En este sentido, es necesario poner de relevancia, dentro de las situaciones clínicas donde la **autonomía** ha sido poco respetada, —en relación a este tópico—, pues encontramos la indicación de nutrición parenteral y enteral, encontrando signos de incompreensión a estas indicaciones, pues no se dirige la mirada profesional a vincular una alimentación diferente y de relación a ubicar pacientes con cuidados paliativos en vías de una enfermedad terminal, precisamente por esto requiere una mención especial, además de ser el tema con más artículos publicados, el de mayor controversia y polémica.¹⁶ Al respecto, diferentes autores, argumentan que el soporte nutricional

productos especializados importados y de alto costo, como el Servicio de Soporte Nutricional Parenteral y Enteral, donde muchas veces las tomas nocturnas de nutrición enteral quedan refrigeradas sin ser suministradas al paciente, o en otros casos se adquieren productos con indicación muy especializada en mayor cantidad de la requerida y se vencen sin haber sido consumidos; o bien en el Servicio de Fórmulas Lácteas se preparan gran cantidad de biberones con sucedáneos de leche materna, en vez de fomentar y propiciar la práctica de la lactancia materna y crear un Banco de Leche Humana. La iniciativa de UNICEF de "*Hospitales amigos de los niños y de la Madre*" ha ayudado a mejorar la relación costo/beneficio significativamente.

¹⁶. El trabajo de J. E. Hortelano Martínez, A. Azulay Tapiero y M. Castillo Blasco [17], nos comparte lo siguiente: El soporte nutricional artificial mediante sondas de acceso digestivo es un tratamiento médico ampliamente utilizado. La indicación de soporte nutricional prolongado en pacientes terminales y en pacientes con deterioro neurológico irreversible crea conflictos éticos y legales de difícil solución. En este trabajo, además de aportar nuestra casuística en enfermos con deterioro psicorgánico avanzado, se revisan las bases culturales y ético-legales, así como se sugieren líneas de actuación sencillas que puedan servir de orientación clínica, si bien la toma de decisiones clínicas debe ser siempre individualizada y pormenorizada en cada caso, incluyendo en el proceso de decisión clínica, las preferencias del paciente y de sus familiares.

parenteral y enteral (SNPE) es una forma de alimentación artificial (no natural), y que por lo tanto se pueden aplicar las normas dispuestas para las medidas extraordinarias de mantenimiento artificial de la vida. El paciente competente es autónomo para decidir sobre el inicio o continuidad del SNPE y se requiere su consentimiento para proceder; este asunto confiere, pues, una relación natural a la bioética, pero sobre todo de revisar y valorar las diferentes opiniones de los investigadores, considerando que los motivos en cada uno de los casos pueden tener validez y confiabilidad para después rescatar y aplicar en las circunstancias clínicas.

Estas orientaciones del pensamiento deben de partir del principio de que, ante todo, no dañare: *"primum non nocere"*. El equipo multidisciplinario de SNPE debe tener claro que el principio que rige este tipo de terapia, es el de **no maleficencia**, seguido por el de **autonomía** y el de **beneficencia**, entendiéndose por beneficio una extensión de la vida o una mejoría en la calidad de esta. Si los productos para SNPE son escasos, la norma que se deberá seguir es la de dar prioridad a aquellos pacientes recuperables, considerando que si un paciente pudiese fallecer por desnutrición y no por otra causa, es un candidato para recibir SNPE. No obstante, el pronóstico de algunos enfermos es incierto y la única forma de conocer la utilidad de las medidas terapéuticas es intentarlo. ¿Negar la alimentación por sonda o interrumpirla aumenta las probabilidades de aceptación de la eutanasia?

Menciona Hortelano: [17] *El Council on Ethical and Judicial Affairs* de la *American Medical Association* define la eutanasia como *"el acto de producir la muerte de una persona sufriendo y desesperanzadamente enferma de una manera relativamente rápida e indolora por motivos de compasión"*. Algunos análisis éticos utilizan la doctrina del doble efecto y la distinción entre asistencia activa y pasiva para distinguir entre actos permisibles, que pueden adelantar la muerte (retirada de tratamientos de soporte vital) y otros que no son permisibles, como son la eutanasia activa y el suicidio médicamente asistido. La bioética normativa médica determina que las medidas activas que adelantan la muerte son inaceptables, mientras que las medidas pasivas podrían ser permitidas, sin embargo, la distinción entre matar y dejar morir es muy controvertida.

En una evaluación ética de determinados actos médicos deben tenerse en cuenta la decisión del paciente, la futilidad de los tratamientos y las secuelas morales de las decisiones, no sólo para el paciente, sino también para su familia y el personal sanitario que lo atiende. Existen evidencias que demuestran que los pacientes y sus familiares suelen aceptar lo que el personal de la salud, fundamentalmente el médico, sugiere; su decisión depende, en gran medida, de la información que se les suministre, esto demuestra la gran importancia que tiene la formación en bioética de los profesionales de la salud, la necesidad del trabajo en equipo interdisciplinario para tomar decisiones consensuadas y la gran ayuda que pueden ofrecer los comités de bioética para intentar resolver dilemas complejos.

Conclusiones

Exhaustiva, minuciosa y extensa ha sido la reflexión realizada, aún faltaría sin duda revisar más tópicos de bioética y nutrición que presentan nuevos horizontes en los cuales aplicar la bioética a la nutrición y a la dietética. Las reflexiones¹⁷ sobre la ética en el proceso de planeación, producción, promoción, comercialización e ingesta de los

¹⁷ El Instituto Católico Canadiense de Bioética auspició del 14 al 17 de junio de 2004 un coloquio en Toronto. El propósito de este coloquio era discutir el discurso hecho por el Papa Juan Pablo II el 20 de marzo de 2004 a los participantes del Congreso Internacional en "Tratamientos Sostenedores de Vida y Estado Vegetativo" y asistir a los profesionales de la salud, pacientes, sus familias y la comunidad para tomar decisiones acerca de la Nutrición Artificial e Hidratación (NAH) para pacientes de avanzada edad que tienen otras condiciones médicas que no son "estado vegetativo". Los participantes del coloquio en Toronto, que trabajaron en varios campos relacionados con la bioética y que tuvieron distintos puntos de partida y perspectivas, estuvieron de acuerdo que las siguientes reflexiones sintetizaban en general el resultado de sus discusiones. [18]

alimentos, fue el motivo que nos animó, pero tal vez de suma manera aquella que nos acercó a la asistencia al desvalido, —sea en los diferentes niveles de exclusión social como la pobreza, sea el desnutrido en la asistencia hospitalaria—. En estas dos tesituras del pensar de la bioética se trata de suministrar la respuesta para los nuevos dilemas éticos derivados del aumento del conocimiento científico y tecnológico. Esta expresión deriva de dos términos griegos: *bios*, vida y *ethos*, ética. El término fue por primera vez utilizado en el año 1970, por Von R. Potter. Su idea desarrolla un plan de unificación mediante el cual ciencia y ética interaccionan en sus campos específicos. Algunos investigadores definen la Bioética como *"el estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias de la vida y del cuidado de la salud, a la luz de los valores morales y principios de la ética"*.¹⁸

Derivados de estos elementos se precisan otros conceptos básicos que consideramos importantes de puntualizar, en la aplicación de la bioética en nutrición, ellos son: persona humana, proyección afectiva y los principios, normas morales y obligaciones para los profesionales de la salud. La persona es una totalidad, no una simple suma de cualidades aisladas, sino integradas entre sí. En el centro de esta totalidad personal está una subjetividad que es propia de cada ser humano, que sólo a él le pertenece, que le permite tomar decisiones libremente y que tiene conciencia de sí mismo, de las demás personas y del mundo con el que se relaciona. Siendo la nutrición y la dietética, profesiones del área de la salud, que combinan justamente conocimientos de otras ciencias y de la suya propia, por lo que es de esperar que sus implicaciones bioéticas sean múltiples y complejas, por razón misma de su denominación y de su interacción.

Así, podemos interrelacionar la investigación, la salud pública en relación con el enfermo y sus derechos, el derecho a la alimentación [4] y el estado nutricional como indicador de calidad de vida; asimismo, con aspectos legales y publicitarios, es decir, en la promoción del alimento se orienta a una alimentación inadecuada que hace que se formen grupos vulnerables y por tanto susceptibles al fraude, como pueden ser obesos, diabéticos, ancianos, etc. Tal fenómeno puede pasar desde la publicidad masiva de la televisión hasta los etiquetados nutricionales en los productos, que se concretan, en la *praxis* profesional y en el gremio de nutriólogos, asimismo por aspectos relacionados con la religión y tendencias filosóficas; con la ingeniería genética y la biotecnología, con la tecnología de los alimentos,¹⁹ con el deporte²⁰ y con la educación.²¹ Tal sería el campo problemático de esta disciplina y las posibilidades de aplicación de la bioética en el campo de la alimentación y la nutrición. Un ámbito que hemos referido como muy importante es el área clínica y asistencial, donde la mayor cantidad de artículos publicados se refieren a la administración o suspensión del soporte nutricional parenteral y enteral en diferentes grupos de pacientes con diversas patologías; pediátricas, de ancianos con desnutrición, enfermos de cáncer, SIDA, en estado crítico o terminal, pacientes con anemias, con complicaciones gineco-obstétricas, de trastornos de la alimentación —como anorexia y bulimia— y pacientes con enfermedades mentales.

En este sentido las decisiones médicas respecto a la instauración de nutrición artificial mediante sondas, son difíciles. La nutrición artificial es un tratamiento médico y, por tanto, prescribirla se basa en una evaluación entre los beneficios-desventajas en el paciente que las recibe. Si hay deterioro cognitivo del paciente y se desconocen las preferencias de éste, la mejor manera de valorar beneficio/desventaja es intentar un tratamiento de prueba. Si se necesita la restricción física para conservar la SNG o sobrevienen complicaciones médicas de importancia, es ético interrumpir el tratamiento. La nutrición artificial es un tratamiento de soporte vital al que no debe concederse un rango especial de otros tratamientos similares (soporte hemodinámico, soporte

¹⁸ Universidad.

¹⁹ Ej.: aguas fluoradas, alimentos enriquecidos y/o fortificados y nuevas alternativas alimentarias.

²⁰ Ej.: utilización de medios ergogénicos nutricionales.

²¹ Ej.: la educación holística, el discurso pedagógico y la incorporación de los estudios en bioética.

respiratorio). La nutrición e hidratación son tratamientos médicos que se deben negar o interrumpir éticamente cuando sus desventajas superen a los beneficios.

Además en este concierto de complejidad bioética se debe rescatar la declaración "*Alimentación en el Mundo*" vertida en el II Congreso Mundial de Bioética (Gijón, España, 2002) en la cual expresaron lo siguiente en términos de lograr un propósito tangible al futuro:

Nosotros, los participantes en el II Congreso Mundial de Bioética: Conmocionados por el inmenso número de personas que mueren de hambre y malnutrición cada año, lo cual constituye una emergencia global creciente de enorme escala; alarmados por la amenaza a la prosperidad global, a la seguridad y a la estabilidad que se ven representadas en la gran barrera que divide la sociedad entre pobres y ricos y la distancia cada vez más creciente entre los mundos desarrollados y los subdesarrollados. Decepcionados por la actual tasa de reducción de solamente seis millones al año en el número de personas mal nutridas, lo cual significa que no será llevado a cabo el propósito y el ánimo de la Cumbre de la Alimentación en el Mundo, como se reafirmó en la Declaración Millenium, de reducir a la mitad el número de personas malnutridas para antes del 2015. [19]

Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) constituyeron un informe concluyente sobre dieta y salud, a través de puntualizar las siguientes consideraciones: una dieta basada en el bajo consumo de alimentos muy energéticos ricos en grasas saturadas y azúcar y en la ingesta abundante de frutas y hortalizas, así como un modo de vida activo, figuran entre las principales medidas para combatir las enfermedades crónicas recomendadas en un informe que expertos independientes han preparado para dos organismos de las Naciones Unidas. El trabajo, encargado a un equipo internacional de expertos de la (OMS) y la (FAO), se propuso identificar nuevas recomendaciones sobre régimen alimentario y actividad física destinadas a los gobiernos, con miras a tratar de resolver el problema que plantea el creciente número de personas que mueren anualmente por enfermedades crónicas.²²

En esta inteligencia, muchos de los fallecimientos por enfermedades crónicas obedecen a factores de riesgo que podrían prevenirse fácilmente, a saber: tensión arterial alta, niveles de colesterol elevados, obesidad y escasa actividad física. En los países en desarrollo cada vez más personas sufren enfermedades crónicas, un cambio preocupante con respecto a unos pocos decenios atrás, cuando las enfermedades crónicas se asociaban a los países ricos y desarrollados. Según el informe, esto se debe en gran parte al creciente desarrollo urbano provocado por el hecho de que los habitantes de las zonas rurales abandonan el campo y se dirigen a las ciudades. Los habitantes de las ciudades son más propensos a seguir dietas muy energéticas, ricas en grasas saturadas y carbohidratos refinados. Este repentino cambio en la dieta, combinado con un modo de vida sedentario, está teniendo graves consecuencias para los grupos pobres de la población urbana.²³

²² Según el doctor Ricardo Uauy, director del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile y profesor de la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, que presidió el Grupo de Expertos, "*el informe tiene una gran importancia porque se basa en las mejores pruebas científicas sobre la relación entre el régimen alimentario, la nutrición y la actividad física, por una parte, y las enfermedades crónicas por otra, y, además, está avalado por el dictamen colectivo de un grupo de expertos, formulado desde una perspectiva mundial*". En el informe figuran sugerencias para modificar la dieta cotidiana y aumentar el gasto de energía mediante: la reducción de los alimentos muy energéticos ricos en grasas saturadas y azúcar; la disminución de la cantidad de sal en la dieta; el aumento de la ingesta de frutas y hortalizas frescas; la práctica de actividad física moderada durante, por lo menos, una hora al día. Tal fue el dictamen colectivo de un grupo de 30 expertos, que reafirmaron que la ingesta energética diaria debe ser equivalente al gasto de energía.

²³ No todas las grasas ni todos los carbohidratos son iguales, y vale la pena conocer la diferencia. Las personas deberían comer menos alimentos hipercalóricos, especialmente los alimentos ricos en grasas saturadas y azúcar; realizar actividad física; consumir preferentemente grasa no saturada en vez de saturada, y menos sal; ingerir frutas, hortalizas y legumbres y dar preferencia a los alimentos de origen vegetal y marino. Una dieta con abundantes frutas y hortalizas, ricas en micro nutrientes que fortalezcan el sistema inmunitario, también podría ayudar a las defensas naturales del organismo a defenderse de las enfermedades infecciosas.

Con todos estos problemas una opción de mayor productividad se debe al desarrollo de una gran cantidad de alimentos transgénicos de alta calidad que pueden ser producidos por la biotecnología moderna en la cual, no obstante, es necesario establecer métodos apropiados de evaluación para poder garantizar que esas nuevas fuentes de alimentos no entrañen riesgos para el consumo humano, ni para el medio ambiente. Entre estos métodos tenemos el análisis de riesgo, el cual es un instrumento que puede usarse para establecer la seguridad de un alimento.²⁴ Todas las evaluaciones se harán caso por caso, paso a paso y de una manera científicamente adecuada, debiéndose tener en cuenta el tipo de consumidores al cual va dirigido el producto, ya sean lactantes, ancianos, enfermos u otros tipos; realizándose los estudios toxicológicos sobre bases de identificación molecular, biológica y química de las etapas del proceso de producción hasta llegar al consumidor. [27-30] La tecnología de los OMGs destinados a la alimentación es un fenómeno irreversible, aunque existen interrogantes a las que las investigaciones, los análisis, las discusiones y los acuerdos que se han producido en el transcurso de su corta historia aún no han podido dar respuesta; el debate al respecto es noticia diaria en el mundo. No obstante, no se pueden obviar las repercusiones sociales de la aplicación de esta nueva tecnología y es una obligación informar a la sociedad de sus amplias posibilidades y también de sus posibles riesgos; es necesario trabajar con total transparencia e información a los consumidores.²⁵

En este corolario no es menester dejar sin mencionar la evaluación y tratamiento nutricionales en los hospitales.²⁶ Al respecto la declaración de Cancún [12] especifica de manera puntual los siguientes aspectos: a) la atención nutricional no es una opción, es una necesidad impostergable para todo paciente. El soporte nutricional es obligatorio para todo paciente mal nutrido o en riesgo. La finalidad del mismo es brindar y satisfacer las necesidades del organismo, aportando los nutrientes precisos cuantitativa y cualitativamente en forma oportuna; b) todo paciente hospitalizado debe ser evaluado dentro de las primeras 24 a 48 horas, con un método de tamizaje validado, y de acuerdo con su resultado deberá ser derivado para evaluación nutricional formal; c) el cuidado nutricional del paciente hospitalizado y la administración del soporte nutricional requieren de la implementación de guías de práctica clínica que contemplen el método de tamizaje nutricional en todos los hospitales, la evaluación metabólica-nutricional formal, la implementación del plan de alimentación y/o terapia nutricional, el programa de seguimiento, la reevaluación y reformulación del plan y/o terapia o su finalización; d) el soporte nutricional es más costo-efectivo cuando es realizado por un grupo especializado.

Cada institución debe contar con un grupo interdisciplinario responsable del soporte nutricional. Si esto no es posible, cada institución debe proveer la mejor estructura responsable de la realización adecuada del Soporte Nutricional. Las sociedades

²⁴ Este análisis de la evaluación de riesgo consta de tres elementos: 1º procedimiento mediante el cual se identifican los peligros tanto potenciales como reales, 2º la gestión de los riesgos, que permite establecer las medidas que conlleven a minimizar o eliminar dichos peligros y 3º la comunicación del riesgo, procedimiento mediante el cual el público que va a consumir esos alimentos debe conocer que los mismos proceden de organismos genéticamente modificados (OMGs). En la evaluación de la inocuidad de los OMGs destinados a la alimentación se aplica el concepto de equivalencia sustancial, el mismo es utilizado para determinar similitudes y diferencias entre el alimento genéticamente modificado y un comparador con una historia de inocuidad alimentaria, para orientar después el proceso de evaluación de la inocuidad sobre la base de las diferencias halladas. Si se estima que el alimento OMGs es sustancialmente equivalente a su homólogo tradicional, ha de considerarse que es tan inocuo como éste. De no ser así, deberán realizarse nuevos ensayos. [20-26]

²⁵ Se hace imprescindible el establecimiento de regulaciones internacionales estrictas que aseguren la utilización correcta de la ingeniería genética. Relacionarse con esta temática, desde la investigación hasta la comercialización, incluida la necesaria legislación, con un enfoque bioético y científico permitirá que los alimentos transgénicos se conviertan en una vía más que ayude a incrementar la disponibilidad de alimentos a nivel mundial.

²⁶ En relación a los aspectos bioéticos se debe asegurar que se cumplan los principios universales de bioética: justicia, no maleficencia, autonomía y beneficencia, además de aspectos legales que deberán de registrarse en el expediente clínico: la evaluación nutricional, el diagnóstico y el plan de cuidado o tratamiento nutricional. Las fórmulas o mezclas nutricionales para uso enteral y parenteral deben cumplir con los requerimientos de identificación y rotulación.

científicas deben proveer capacitación y actualización, así como definir guías de práctica clínica. Los sistemas nacionales de salud tienen que sostener y regular su aplicación, todo esto para que los pacientes tengan garantizado su derecho a recibir el óptimo tratamiento alimentario-nutricional, independientemente del lugar donde se encuentren. Además de que los trabajadores de la salud estén respaldados en su práctica clínica y que los sistemas nacionales de salud realicen la vigilancia epidemiológica, fiscalización y planificación financiera.²⁷

Los sistemas de salud latinoamericanos deben establecer la normatividad y los procesos que garanticen que los pacientes hospitalizados reciban una atención nutricional de calidad, de tal manera que al cumplir con una nueva normatividad en materia de nutrición hospitalaria, deberán implementar las estrategias basadas en la mejor evidencia, permitiéndoles una atención nutricional de calidad, así como medir el costo minimizado de las mismas, garantizando la educación y promoción necesaria para que los pacientes hospitalizados participen activamente en el cumplimiento del objetivo nutricional planteado entre él y su personal de salud, procurando que las acciones sean costo eficaces. En relación con la investigación en nutrición clínica, documentar y publicar las evidencias mundiales en terapia nutricional y estimular la creación de oportunidades de educación, en metodología, en investigación y la bioética en nutrición clínica, entendiendo que la bioética no frena el desarrollo de la investigación, sino que la encuadra y autoriza en el momento adecuado, cuando el perfil beneficio/riesgo es asumible, evitando que se ponga en juego, inútilmente, la dignidad y la vida de las personas. La frase de San Agustín de Hipona: *"Después de haber discutido el todo, siempre queda todo por discutir"*, me hace rescatar la precisión de De Sagrera:²⁸ *"El paciente ha dejado de ser un menor de edad, tutelado por los profesionales, para convertirse en un adulto que asume su autonomía. Ha sido un paso de gigante en la historia de las ciencias médicas."*

REFERENCIAS

- [1] Herrera Fragoso, A. (2008). *El cuidado en la bioética*. México: Publicaciones Administrativas contables Jurídicas, S. A. de C. V.
- [2] Savater, F. (1991). *Ética para Amador*. Barcelona: Ariel, 7a. edic.
- [3] Araujo Yaselli, M. M. (2001). Bioética y Nutrición clínica. *Ciencia y Sociedad*. República Dominicana: Universidad Instituto Tecnológico de Santo Domingo, vol. 26, no. 1.
- [4] UNICEF. (1995). Implementing the Convention on the Rights of the Child. Resource Mobilization in Low-income Countries. Himes, J. R., editor. Netherlands: Martunus Nijhoff Publishers. [En línea] Disponible en: <http://www.unicef-irc.org/cgi-bin/unicef/download_insert.sql?ProductID=4>, consultada en octubre de 2008.

²⁷. La segunda gran recomendación: 2) Proveedores profesionales de los Cuidados Nutricionales: a) en vista de la importancia que reviste el cuidado nutricional en nuestros hospitales se insta, de manera categórica a los encargados de dirigir estos centros, a promover de manera responsable, la constitución de equipos de terapia nutricional acreditados en cada uno de ellos, y a dar la correcta consecución a estos equipos a fin de garantizarla un nivel óptimo de atención a nuestros pacientes; b) se insta a las diferentes escuelas de ciencias de la salud, a incluir en el currículum de estudios, la materia Nutrición Clínica en el currículo académico de pregrado y postgrado, a fin de que los estudiantes reciban una sólida formación en la materia, y sean en un futuro portavoces del cuidado nutricional de los pacientes; c) se recomienda a las diferentes instituciones de salud, tomar en cuenta las normas de las organizaciones internacionales reguladoras, en cuanto al número adecuado de nutricionistas que deberían laborar en los diferentes centros asistenciales; d) tomando en cuenta la disminución de costos que significa el buen cuidado del estado nutricional, al evitar las complicaciones. Los administradores de salud, como norma indiscutible deben garantizar, exigir y facilitar la educación continua del personal a cargo en la materia; e) es responsabilidad del servicio de enfermería, llevar un registro de consumo alimentario y tomar las acciones necesarias cuando se detecte la disminución en la ingesta.

²⁸. Juan Esteva de Sagrera del documento de Internet: La bioética y los medicamentos.

- [5] FAO. (1996). Alimentos para todos. *Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Roma, noviembre 13-17. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/wfs/index_es.htm>, <http://www.cinu.org.mx/temas/desarrollo/dessocial/alimentos/dec_plan_aliment1996.htm>, consultada en octubre de 2008.
- [6] Sen, A. K. (2003). *Ética y Economía*. Buenos Aires: Alianza, 151pp.
- [7] Araujo Yaselli, M. M. (2001). *Bioética en Nutrición*. Centro Nacional de Bioética. CENABI. Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Medicina. Escuela de Nutrición y Dietética: cátedra de educación y comunicación.
- [8] De Abajo, F. (1996). Ética de la Investigación epidemiológica. *OPS-OMS. Cuadernos del Programa Regional de Bioética para América Latina y el Caribe*, noviembre, no. 3.
- [9] CIOMS. (2002). International Ethical guidelines for biomedical research involving human subjects, Geneva: autor. [En línea] Disponible en: <http://www.cioms.ch/frame_guidelines_nov_2002.htm>, consultada: enero de 2009.
- [10] Grazia, D. (1991). *Procedimientos de decisión en ética clínica*. España: Eudema Universidad, 168pp.
- [11] Mendoza Carrera, E. (2007). *Bioética: De su mirada estándar, al arte de las humanidades médicas*. México: Editores de Textos Mexicanos. [En línea] Disponible en: <<http://www.etmsa.com.mx>>, consultada en junio 26 de 2008.
- [12] Declaración internacional de Cancún sobre el derecho a la nutrición en los hospitales. (2008). XI Congreso de FELANPE/XV Congreso de AMAEE, en Cancún, Q. Roo, Méx., mayo 20.
- [13] Habermas, J. (2001). *Teoría de la Acción Comunicativa*. España: Taurus, 517pp.
- [14] Beuchamp, T. L. y Childress, J. F. (2008). Autonomía y beneficencia. Dos principios en tensión. Universitat Ramon LLull: Càtedra Ethos. [En línea] Disponible en: <http://www.bioeticaweb.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=4576>, consultada en septiembre de 2008.
- [15] Schuftan, C. (1983). Ethics and ideology in the battle against malnutrition. en: *Nutrition in the Community*. UK: D. S. McLaren. John Wiley & Sons Ltd. [En línea] Disponible en: <<http://nzdl.sadl.uleth.ca/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0mhl--00-0-0-10-0---0---0prompt-10---4-----0-1|-11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&c=mhl&cl=CL3.3&d=HASH0152bba307ea278d29bd39ab.7>>, consultada en septiembre de 2008.
- [16] Drane, J. (1991). El SIDA y la ética, en *Aportes de la ética y el derecho al estudio del SIDA*, publicación científica no. 530. OPS-OMS, 300 pp.
- [17] Hortelano Martínez, J. E., Azulay Tapiero, A. y Castillo Blasco, M. (2002). *Servicio de Medicina Interna. Hospital Dr. Moliner. Valencia. España: Decisiones ético-clínicas sobre la alimentación e hidratación artificial mediante sonda en la enfermedad Terminal Nutr. Hosp. vol. 17, no. 6, pp. 279-283. ISSN: 0212-1611. CODEN NUHOEQ S.V.R. 318.*
- [18] Asociación Internacional de Bioeticistas Canadienses. (2004). Reflexiones acerca de la nutrición artificial e hidratación. *I Coloquio Internacional del Instituto de Bioética Católico Canadiense*. Julio. [En línea] Disponible en: <<http://www.iacbweb.org/ANHSpanish.pdf>>, consultada octubre de 2008.
- [19] II Congreso Mundial de Bioética. (2002). *Declaración "Alimentación en el mundo"*. Gijón, España, sept. 30-oct. 4. . [En línea] Disponible en: <http://www.aeds.org/documentos/gijon_alimentacion.htm>, consultada en octubre de 2008.

- [20] FAO. (1996). Biotechnology and Food Safety. *Alimentación y Nutrición* 61. Roma, pp. 29-34.
- [21] FAO/OMS. (2001). Evaluation of Allergenicity of Genetically Modified Foods. *Report of a FAO/WHO Expert Consultation on Allergenicity of Food Derivides from Biotechnology*, January, Roma, [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/005/y0412s/y0412s09.htm#fnB11#fnB11>>, consultada en febrero 19 de 2002.
- [22] FAO/OMS. (2000). Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados. *Informe de Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos*. Ginebra, OMS, 2000. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/biotech.htm>>, consultada en abril 12 de 2004.
- [23] FAO/OMS. (1996). Biotechnology and Food safety. *Report of a joint FAO-WHO Consultation*. Roma. [En línea] Disponible en: <<http://www.Healthnet.org/programs/promed.html.27/1/99>>, consultada en octubre 31 de 2004.
- [24] OCDE. (1996). Food Safety Evaluation. *Informe de taller*. Oxford. [En línea] Disponible en: <<http://www.oecd.org/ehs/food/index.htm>>, consultada en junio 15 de 2003.
- [25] OMS. (1995). Application of the principle of substantial equivalence to the safety evaluation of foods or food components from plants derived by modern biotechnology. *Informe de taller*. Ginebra, OMS.
- [26] OMS. (1991). Estrategias para evaluar la inocuidad de los alimentos producidos por biotecnología. *Informe de reunión consultiva mixta FAO/OMS*. OMS, Ginebra.
- [27] FAO. (2001b). Los Organismos Modificados Genéticamente, los Consumidores, la Inocuidad de los Alimentos y el Medio Ambiente. Roma. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/X9602S/x9602s00.htm>>, consultado el 5 de noviembre de 2002.
- [28] FAO/OMS. (2001). *Observaciones acerca del documento de examen sobre la rastreabilidad*. Chiba, marzo, Segunda reunión. CX/FBT/CRD3.
- [29] Hernández, M. L. (2002). Aspectos a tener en cuenta para realizar el análisis de riesgo de los alimentos derivados de la biotecnología moderna. *Revista Electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*. Cuba. [En línea] Disponible en: <<http://www.medioambiente.cu/revistama/articulo23.htm#regreesquema1>>, consultada en julio 31 de 2004.
- [30] Sánchez, O. y Álvarez, M. (2003). Bioética en la nutrición y alimentación humana. Consideraciones sobre alimentos transgénicos. *I Encuentro UH-ELAM-Sociedad Cubana de Investigaciones Filosófica sobre Bioética en la Educación Superior*.

BIBLIOGRAFÍA

- Beuchamp, T. L. y Childress, J. F. (1990). Principios de Ética Biomédica. EUA.
- Emanuel, E. (1988). A review of the ethical and legal aspects of terminating medical care. *The American Journal of Medicine*. Febrero, UK: Elsevier, no. 84, pp. 291-301.
- FAO. (1999). Aspectos Importantes sobre la Biotecnología. 15o. período de sesiones, Roma, enero. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/unfao//bodies/GOAG/COAG15/x0074s.htm>>, consultada en marzo 29 de 2002.

FAO. (2000). Declaración de la FAO sobre Biotecnología. Japón. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSSPA/2000/prsp0017.htm>, consultada: octubre 16 de 2002.

FAO. (2001a). Examen de la labor realizada por las organizaciones internacionales respecto de la evaluación de los aspectos nutricionales y de inocuidad de los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. Roma. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/005/y0412s/y0412s07.htm#TopOfPage>>, consultada en noviembre 25 de 2003.

FAO. (2002). Cuestiones alimentarias importantes. Consideraciones de alcance mundial. Roma. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y8705S/y8705s03.htm#TopOfPage>>, consultada en junio 12 de 2005.

FAO. (2003). Biotecnología agrícola: ¿servirá de algo? Roma. [En línea] Disponible en: <<http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/gmo1.htm>>, consultada en noviembre 5 de 2004.

FAO/OMS. (2005). Examen de los trabajos de otras organizaciones internacionales sobre la evaluación de los aspectos de inocuidad y nutrición de los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. *Actividades del CDB, la FAO, el CIIGB, la OCDE y la OMS*. Chiba, Japón, septiembre, 5a. reunión. Tema 3 del Programa CX/FBT 05/5/3.

García Sainz, M. (1995). Cáncer, apoyo nutricional y ética. En: Robles Gris, J. y Ochoa, F. Apoyo nutricional en cáncer. México: Interamericana Mc Graw Hill, 1era. edic., cap. 29, pp. 302-305.

OMS. (2002). 20 preguntas sobre los alimentos genéticamente modificados. OMS. [En línea] Disponible en: <<http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en/index.html>>, consultada en enero 15 de 2004.

Rabbi Schostak, Z. (1994). Jewish ethical guidelines for resuscitation and artificial nutrition and hidration of the dying elderly. *Journal of Medical Ethics*. GB: BMJ Publishing Group Ltd, no. 20, pp. 93-100.

Souchon, E. (1991). Cuando no deben aplicarse medidas de nutrición parenteral o enteral. En: Castillo, A. y Mugarra, X. *Ética, política, derecho y situaciones de muerte*. Caracas: Ediciones Rectorado, Universidad Central de Venezuela. pp. 95-99.

Impacto de la disfunción temporomandibular sobre la dieta del paciente

CMF, M. en C. María Martha Heinen Cortés
CMN "20 de noviembre", ISSSTE
E-mail: heinen_mm@hotmail.com

Recibido: Octubre 11, 2008. Aceptado: Octubre 27, 2008

RESUMEN

La Disfunción de Articulación Temporo Mandibular (DATM) es una patología que silenciosamente ha cobrado relevancia en la actualidad, pero que debido a su origen multifactorial y al amplio espectro de presentación clínica, es muchas veces mal diagnosticada. Sus signos y síntomas pueden influir importantemente en la capacidad masticatoria del paciente y por ello en el tipo de alimentos que elige, en la forma que los consume y en la forma que se realiza el subsecuente proceso de digestión. Es importante reconocer la entidad y brindar una orientación nutricional adecuada a los pacientes con DATM, así como tomar en cuenta la posible presencia de la entidad en pacientes que son tratados en otras áreas con apoyo nutricional.

Palabras Clave: Disfunción de articulación temporo mandibular, capacidad masticatoria, dieta, estado nutricional.

ABSTRACT

The Temporo Mandibular Joint Dysfunction (TMJD) is a pathology that silently has become in an important entity, but due to its multifactorial origin and the broad spectrum of its clinical presentation, it's frequently wrongly diagnosed. Its signs and symptoms can importantly influence the patient's masticatory performance and, for that reason, influence as well the type of food he/she chooses, the way to consume it, and the form in which the subsequent process of digestion is made. It is important to recognize this pathologic entity and to offer a suitable nutritional direction to the patients with TMJD as well as to take into account the possible presence of the disorder in patients treated in other areas with nutritional support.

Keywords: Temporo Mandibular Joint Dysfunction, masticatory capability, diet, nutritional state.

Introducción

Durante años se han investigado los efectos que la mala higiene oral y la pérdida prematura de piezas dentales producen sobre la nutrición, en especial de grupos vulnerables como los niños, los adultos mayores, los pacientes con discapacidades mentales, etc. Evidentemente una buena nutrición durante toda la vida favorece la salud bucal, pero ahora es también evidente que una buena salud bucodental favorece un estado nutricional adecuado.

La masticación es el primer paso en la transformación del alimento y consiste en movimientos rítmicos de la mandíbula guiados por un patrón sensorial que responde a la textura del bolo alimenticio. Pero esto resulta en un complejo sistema sensitivo y motor

en el que intervienen dientes, maxilares, músculos, lengua, labios, mejillas, articulación temporomandibular y secreciones salivales. [1] En este proceso el alimento es fragmentado y molido, al tiempo que se incorpora la saliva para formar una masa cuyo punto máximo de cohesión es probablemente el indicador para que el bolo sea tragado, minimizando el riesgo de disfagia. [2,3]

En realidad existe una enorme variedad en los patrones masticatorios entre sujetos respecto de la duración, los movimientos mandibulares y la actividad muscular, sin embargo, en un estudio realizado en el 2003, Mioche, *et al.*, demostraron que las propiedades físicas del bolo alimenticio de diferentes sujetos con un estatus bucodental similar, justo en el momento antes de ser tragado, mostraban muy poca variabilidad. Ello querría decir, en un análisis muy simplista, que aún cuando cada sujeto tiene su propia forma de masticar el alimento, todos consiguen un bolo alimenticio de características similares. [4]

No obstante, la forma en que masticamos podría influir sobre nuestro estado nutricional, ya que la percepción de las propiedades del bolo alimenticio durante la masticación y la ingesta, es uno de los determinantes de la percepción placentera que nos conduce a comer. Y más aún, la alteración de las condiciones orales afectan las propiedades del bolo alimenticio y ello podría afectar la liberación de nutrientes en las fases subsecuentes de la digestión, aunque pocos trabajos han abordado este tema. [5] Muchos estudios se han centrado en medir los parámetros masticatorios mediante electromiografía (EMG), determinando la cinemática masticatoria humana y utilizando la "dureza" de un alimento específico como parámetro. [6-8] Otros autores han intentado ir más allá, midiendo la fuerza de masticación, la rapidez y las propiedades físicas de diferentes tipos de alimentos, en diferentes momentos del proceso masticatorio. [9]

Algunos estudios han centrado sus esfuerzos en caracterizar los patrones de masticación en diferentes grupos con condiciones orales específicas. Mioche, Bourdiol, *et al.*, realizaron un estudio en el que compararon las características de masticación y de formación del bolo alimenticio entre un grupo de adultos jóvenes y otro de adultos mayores, encontrando que estos últimos tenían ciclos masticatorios mucho más largos y mucho más débiles, además, la actividad muscular estaba mucho menos adaptada a la textura del alimento que en los jóvenes. [5] Los adultos mayores podrían compensar la débil masticación, incrementando el número de ciclos, y sin embargo, según demostraron en este estudio, la resistencia mecánica del bolo alimenticio fue siempre mayor en este grupo, lo que sugiere que la compensación mecánica no resulta en un bolo alimenticio adecuado. Ya en estudios previos se había demostrado que el desempeño masticatorio podía afectar la condición nutricional y la presencia de desórdenes gastrointestinales en este grupo de pacientes, debido principalmente a que éste condiciona la selección del alimento, la cantidad de fibra que se consume y la mala digestión por una mala formación del bolo alimenticio. [10,11]

Sin embargo, pocos estudios se han realizado en torno al impacto de la función masticatoria en el subsecuente proceso de digestión. Uno de los trabajos pioneros es el de Farrel (1956), que definió tres características en la comida, basándose en los residuos sin digerir encontrados después de la ingestión con y sin masticación previa. El primer grupo de alimentos compuesto por pescado, huevo, arroz, pan y queso, se absorbía completamente habiendo sido masticado o no. El segundo grupo en el que figuran varios tipos de carne y vegetales, dejaba grandes residuos cuando no era masticado y el tercer grupo que incluye pollo y cordero, dejaba residuos moderados al no ser masticado. [12]

En otros estudios se demostró que la masticación también tiene que ver con la rapidez del vaciamiento esofágico, gástrico e intestinal [13-15] y que la deficiente masticación del alimento se relaciona con varios desórdenes gastrointestinales. [10,16] Actualmente se realizan estudios para determinar, mediante parámetros hematológicos,

si el estado bucodental afecta significativamente la captación de nutrientes y especialmente la liberación de aminoácidos después del consumo de carnes, ya que este aspecto pudiera relacionarse a la pérdida de masa muscular por diferentes causas. [17]

Como en los estudios descritos, otras líneas de investigación han intentado caracterizar al proceso de masticación y su relación con el estado nutricional de sujetos con diferentes condiciones bucodentales, entre ellas actualmente se ha dado mayor importancia al estudio de las deformidades craneofaciales y dentofaciales, y a su tratamiento ortodóntico y quirúrgico, para conseguir una adecuada relación maxilar y dental, y con ello una adecuada función masticatoria.

Sin embargo, existe una entidad patológica que silenciosamente ha cobrado importancia y cuyo impacto pudiera ser mucho mayor del que actualmente se evalúa. Esta entidad es un síndrome denominado Disfunción de Articulación Temporomandibular (DATM).

Síndrome de Disfunción Temporomandibular

Este síndrome fue descrito desde 1934, con el nombre de síndrome de Costem, y en 1959 se cambió su denominación por Síndrome de Disfunción y Alteraciones de la Articulación Temporomandibular. Ya en ese tiempo se determinó que era una entidad que afectaba más comúnmente a mujeres (relación de 3:1) y que la edad de aparición era entre los 20 y 25 años. Sin embargo fue hasta 1990 cuando en la 9ª Revisión para la Clasificación de la Enfermedad se identificó a los Desórdenes Temporomandibulares, como de origen intra y extra articular. [18]

La patología extra articular se caracteriza por dolor y disfunción de músculos masticadores, puede aparecer en pacientes entre los 18 y 25 años de edad aunque actualmente existen reportes de su aparición a edades mucho más extremas, y es más frecuente en mujeres. Aproximadamente un 50% de todos los desórdenes temporomandibulares corresponden a un origen extra articular. El restante 50% corresponde a causas intra articulares, como lesiones traumáticas del menisco articular, desgaste de las superficies articulares, inflamación, patologías sistémicas como artritis reumatoide, etc.

El síndrome de DATM se presenta con dolor muscular localizado o difuso, en el área de la articulación, el oído y los músculos masticadores, afectando especialmente a maseteros, temporales, pterigoideos internos y externos, en ese orden. Es también frecuente la cefalea tensional que, por ser muy intensa y frecuente, suele confundirse con migraña o cefalea de otro origen. Los rangos de movimientos mandibulares están disminuidos ya sea por dolor o por contractura muscular, siendo ésta también una de las características del síndrome, que el paciente percibe como rigidez o sensación opresiva en el área facial y cervical. Se presentan ruidos articulares, trabazón mandibular, sobre todo matutina, dolor y sensación de obstrucción ótica. Los síntomas se presentan de manera intermitente y periódica y su intensidad varía en cada caso, pero puede llegar a ser tan agudo, que se vuelve incapacitante para el paciente. Los síntomas afectan el área facial en el 18% de los casos, pero pueden extenderse hacia el área cervical en 50 a 60%, al área torácica en 16 a 34%, al área lumbar en 23 a 26% e, inclusive, al área sacra entre el 2 y el 20% de los casos. [18,19]

Entre los múltiples factores externos que pueden dar lugar a este síndrome se encuentran la maloclusión, las malas condiciones orales y la ausencia dental, además de las restauraciones dentales y prótesis mal elaboradas, ya que provocan que el paciente modifique, consciente o inconscientemente, los movimientos mandibulares para conseguir la masticación de los alimentos, trastornando con ello la posición y funcionalidad de la articulación.

Otro de los factores que generan o exacerban la disfunción es el bruxismo dental, que consiste en apretar o rechinar de los dientes, principalmente durante las horas de sueño, como respuesta involuntaria a condiciones locales, o al estrés cotidiano. El

producto de un bruxismo intenso es la atrición dental, o desgaste de las superficies dentarias, la lesión del ligamento periodontal de las piezas y la lesión por compresión de los componentes de la ATM.

El estrés se convierte en un factor fundamental para cerrar el círculo vicioso entre disfunción, contractura y dolor que es característico de este síndrome; por ello, cada vez es más frecuente encontrar pacientes jóvenes afectados por esta sintomatología y refractarios al tratamiento conservador. Además, lamentablemente, es frecuente su diagnóstico erróneo, debido a los múltiples factores que lo componen y a la variedad en la intensidad y combinación de sus síntomas. [18,19]

Función masticatoria en pacientes con DATM

Considerando las características expuestas sobre el Síndrome de DATM, es lógico pensar que los signos y síntomas de estos desórdenes afectan necesariamente los patrones de masticación de los pacientes, y con ello la formación de un bolo alimenticio adecuado para el proceso de digestión. Pero además, la DATM puede influir en la cantidad y el tipo de alimento que selecciona el paciente, y en la cantidad de fibra natural que consume.

En un estudio realizado en mayo del 2006, en Japón, se estudió a pacientes con dolor miofacial, desplazamiento del disco con y sin reducción, y artralgia. Se evaluó su dificultad para consumir alimentos usando una escala visual análoga (EVA) para 4 categorías: dificultad para introducir el alimento a su boca, dificultad para incidir el alimento (seccionarlo con los incisivos), dificultad para masticar suficientemente el alimento y dificultad para realizar una comida completa. Determinaron que cerca del 98% de los estudiados presentaban cuando menos una de las categorías de dificultad, y que los grupos de desplazamiento discal y artritis, presentaban mayores *scores* en la EVA, que el grupo con dolor miofacial. [20]

Otro estudio en el mismo año, en Brasil, intentó determinar el desempeño masticatorio y la fuerza de masticación en niños de entre 7 y 12 años, con y sin síntomas de DATM y encontraron que ambas características se presentaban disminuidas en el grupo con síntomas, y era evidente una mayor sobremordida en este grupo. [21] Así, en muchos otros estudios se ha demostrado ya la disminución de la fuerza de masticación en los pacientes con DATM.

Conclusiones

La capacidad masticatoria de un paciente con síndrome de DATM, puede verse gravemente afectada porque la limitada apertura impide la introducción de alimentos a la cavidad oral, de manera normal, en especial aquéllos con alto contenido en fibra, vitaminas y minerales, como los vegetales y las frutas que regularmente comemos crudos y enteros. El dolor por la masticación genera que el paciente se niegue a consumir alimentos resistentes, como la carne, o aquéllos de consistencia más dura, porque le es imposible molerlos y porque la prolongada masticación que requieren los deja exhaustos en poco tiempo.

Además, la respuesta sensorial de saciedad que disminuye el deseo de comer un alimento específico aumenta durante el tiempo de su consumo, [22] y por ello una ingesta prolongada o una dieta monótona podrían llevar a un menor consumo de productos específicos y, con ello, a un desbalance nutricional.

Las sensaciones placenteras de los alimentos crujientes o masticables, se reducen en los pacientes que experimentan dolor o incomodidad al comerlos, eliminándolos de la dieta cotidiana.

Cuando la enfermedad se vuelve incapacitante, puede presentarse depresión asociada especialmente en aquellos pacientes en quienes no ha habido un diagnóstico adecuado y, por tanto, no han recibido una adecuada terapia. En ellos la depresión puede ser también un cofactor de una deficiente alimentación.

El tratamiento de esta afección es tan variable como su presentación, y deberá evaluarse al paciente cuidadosamente para determinar los diferentes factores que determinan su estado. Pero, en general la terapia deberá incluir el alivio de los síntomas, y la corrección de las alteraciones dentales, articulares, psicológicas, etc., que estén dando lugar al cuadro. Sin embargo, hasta el momento la única recomendación que se le hace al paciente con respecto a la dieta, en general, es que opte por alimentos de consistencia blanda o semiblanda, para evitar una mayor lesión articular, pero poco se evalúa si este cambio acarreará un desbalance nutrimental en el paciente.

Al prohibirle los alimentos de consistencia dura o resistente, se están eliminando de su dieta algunas variedades de carne, vegetales crudos, algunas frutas, etc., y al sugerirle que los consuma cocidos, molidos o muy fragmentados, se altera en ocasiones la naturaleza nutrimental de sus contenidos. En muchas ocasiones la sintomatología es tan intensa, que el paciente llevará estas indicaciones al extremo y eliminará el consumo de muchos productos por tiempo prolongado.

Análogamente cuando un paciente acude a orientación nutrimental para controlar o bajar su peso, en pocas ocasiones se evalúa si la capacidad masticatoria del paciente es acorde a la dieta empleada y con ello podría ocurrir que el paciente no cumpla con la dieta o la reduzca aún más a los alimentos que puede consumir sin dolor.

Las observaciones que se han hecho en cuanto a la relación de la capacidad masticatoria y su impacto en la formación de un bolo alimenticio y el subsecuente proceso de digestión, en grupos como el de los adultos mayores, podrían empezarse a observar también en los jóvenes y adultos que, debido a un desorden temporomandibular, no tienen un adecuado proceso masticatorio.

Finalmente, si un paciente se encuentra sujeto a una dieta restringida, una deficiente capacidad masticatoria podría llevar a una mala absorción de nutrientes, como se ha comentado, y con ello afectar de manera inesperada su estado nutricional.

Es coherente entonces sugerir que, dada la alta frecuencia de pacientes con DATM, se considere el posible impacto que la capacidad masticatoria limitada pudiera tener sobre el tipo de dieta, su cantidad, calidad y sobre la probable malabsorción de nutrientes. En muchos casos, aún en aquellos no diagnosticados como DATM con anterioridad, la consideración de los signos y síntomas sugestivos del síndrome nos ayudará a brindar una mejor atención al paciente. Y en aquellos pacientes que están siendo tratados por DATM, la consideración de estas posibles limitantes alimentarias nos conducirá a prevenir un desbalance nutricional. Debemos brindar al paciente con DATM una orientación nutricional adecuada que incluya no sólo la consideración de la consistencia del alimento, sino los contenidos nutricionales, la forma de preparación, las opciones alimentarias e inclusive el uso de complementos alimenticios. Para ello, será necesario que en el manejo integral de estos pacientes se considere al experto en nutrición, que prevenga, diagnostique y trate a estos pacientes con necesidades especiales.

REFERENCIAS

- [1] Orchardson, R. y Cadden, S. W. (1998). *The Scientific Basis of Eating*, Suiza: R. Linden editor, pp. 76-121.
- [2] Prinz, J. F. y Lucas, P. W. (1997). An optimization model for mastication and swallowing in mammals. *Proceedings of the Royal Society London*. December, UK: Royal society Publishing, vol. 264, no. 1389, pp. 1715-1721. [En línea] Disponible en: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/264/1389/1715.full.pdf+html> >, consultada: septiembre de 2008.
- [3] Alexander, M. (1998). News of chews: the optimization of mastication. *Nature*, UK: Nature Publishing Group, a division of Macmillan Publishers, vol. 391, p. 329.

- [4] Mioche, L., *et al.* (2003). Chewing behaviour and bolus formation during mastication of meat with different textures. *Archives of Oral Biology*, Holland: Elsevier, vol. 48, pp. 193-200.
- [5] Mioche L, *et al.* (2004). Influence of age on mastication: effects on eating behavior. *Nutrition Research Reviews*, UK: Cambridge University Press, vol. 17, pp. 43-54.
- [6] Heath, M. R. y Prinz, J. F. (1999). Oral processing of foods and the sensory evaluation of texture. *Food Texture. Measurement and Perception*, Gaithersburg: Aspen Publication, pp. 18-29.
- [7] González, R., *et al.* (2001). Review: the use of electromyography on food texture assessment. *Food Science Technology International*, CA: Sage Publications, vol. 7, pp. 461-471.
- [8] Smith, A. C. (2004). Texture and mastication. *Texture in Food. 2: Solid Foods*, Cambridge: Woodhead, pp. 53-81.
- [9] Kohyama, K., *et al.* (2008). Characterization of Food Physical Properties by the Mastication Parameters Measured by Electromyography of the Jaw-Closing Muscles and Mandibular Kinematics in Young Adults. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, Japan: J-stage, vol. 72, no. 7, pp. 1690-1695.
- [10] Brodeur, J. M., *et al.* (1993). Nutrient intake and gastrointestinal disorders related to masticatory performance in the edentulous elderly. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Holland: Elsevier, vol. 70, no. 5, pp. 468-473.
- [11] Laurin, D., *et al.* (1992). Nutritional deficiencies and gastrointestinal disorders in the edentulous elderly: a literature review, *Journal of Canadian Dental Association*, Canada: Dental Association, vol. 58, no. 9, pp. 738-740.
- [12] Farell, J. H. (1956). The effect of mastication on the digestion of food. *British Dental Journal*, UK: Nature Publishing Group, a division of Macmillan Publishers, vol. 100, pp. 149-155.
- [13] Pera, P., *et al.* (2002). Influence of mastication on gastric emptying, *Journal of Dental Research*, CA: Sage Publications, vol. 81, pp. 179-181.
- [14] Poudroux, P., *et al.* (1999). Esophageal solid bolus transit: studies using concurrent videofluoroscopy and manometry, *The American Journal of Gastroenterology*, UK: Nature Publishing Group, a division of Macmillan Publishers, vol. 94, pp. 1457-1463.
- [15] Marciani, L., *et al.* (2000). Echoplanar imaging in GI clinical practice: assessment of gastric emptying and antral motility in four patients. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. August, UK: Wiley-Liss, Inc., A Wiley Company, vol. 12, no. 2, pp. 343-346.
- [16] Mercier, P. y Poitras, P. (1992). Gastrointestinal symptoms and masticatory dysfunction, *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. February, UK: A Wiley Company, Blackwell Publishing and Foundation, vol. 7, no. 1, pp. 61-65.
- [17] Arnal, M. A., *et al.* (2002). Pulse protein feeding pattern restores stimulation of muscle protein synthesis during the feeding period in old rats, *Journal of Nutrition*, MD: American Society for Nutrition, vol. 132, pp. 1002-1008.
- [18] Laskin, D. y Kwon, P. (2003). *Cirugía Oral y Maxilofacial*, 3a. edic., España: Eurolibros técnicos.
- [19] Fonseca, R., *et al.* (2000). *Oral and Maxillofacial Surgery*, 2a. edic., USA: WB Saunders.
- [20] Haketa, T., *et al.* (2006). Difficulty of food intake in patients with temporomandibular disorders, *International Journal of Prosthodont*, May-June, India: Medknow, vol. 19, no. 3, pp. 266-270.
- [21] Duarte, G., *et al.* (2006). Masticatory performance and bite force in relation to signs and symptoms of temporomandibular disorders in children, *Minerva Stomatol*, Italia: Edizioni Minerva Medica, vol. 55, no. 10, pp. 529-539.
- [22] Rolls, B. J. y McDermott, T. M. (1991). Effects of age on sensory-specific satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, MD: American Society for Nutrition, vol. 54, pp. 988-996.

Giardiasis. La parasitosis más frecuente a nivel mundial

Dr. Oscar Vázquez Tsuji^{1,2} y Dra. Teresita Campos Rivera²

¹Docente-Investigador,

Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle

²Servicio de Parasitología y Micología, Instituto Nacional de Pediatría.

E-mail: ¹ovztsuji@yahoo.com.mx, ²dra_campos@yahoo.com.mx

Recibido: Febrero 3, 2009. Aceptado: Febrero 13, 2009

RESUMEN

Giardia lamblia es un parásito intestinal frecuente en niños. La enfermedad es cosmopolita y es una de las causas de la diarrea del viajero. El parásito se disemina mediante la ingestión de alimentos o agua contaminada con quistes. La giardiasis es la enfermedad parasitaria más común en el mundo. Constituye un problema de salud pública, especialmente en países en desarrollo. En el presente documento se revisa la epidemiología, fisiopatogenia, diagnóstico y tratamiento de la giardiasis.

Palabras Clave: *Giardia lamblia*, *giardiasis*, *epidemiología*, *diagnóstico*, *tratamiento*, *prevención*.

ABSTRACT

Giardia lamblia is a common intestinal parasite among children. Giardiasis is found throughout the world and is a common cause of traveler's diarrhea. The organism spreads by eating or drinking contaminated food and water with the cyst. It is the most common parasitic disease in the world. Giardiasis is a problem of public health, especially in developing countries. In this paper the epidemiology, the physio-pathogenesis, the diagnosis and treatment of giardiasis are revised.

Keywords: *Giardia lamblia*, *giardiasis*, *epidemiology*, *diagnosis*, *treatment*, *prevention*.

DEFINICIÓN

La giardiasis es una enfermedad parasitaria de distribución geográfica cosmopolita causada por *Giardia lamblia*, frecuente en los niños, caracterizada por cuadros enterales agudos y crónicos, de intensidad variable, puede ocasionar síndrome de mal absorción. Comúnmente en los adultos es asintomática. [1-5]

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Es posible afirmar que la historia de la protozoología nació a mediados del siglo XVII, cuando Anthon Van Leeuwenhoek de Delphis; comerciante holandés de telas y tallador aficionado de lentes observó por primera vez a través de los rudimentarios microscopios fabricados por él mismo, un organismo que por su descripción, muy probablemente correspondía a *Giardia lamblia*. [6] Este "animalículo", como él lo denominó, lo encontró al examinar sus propias evacuaciones diarreicas. El descubrimiento del protozoo fue descrito en una de sus comunicaciones a la *Royal Society of London*, el 4 de noviembre de 1681. Inclusive hace referencia de los síntomas que él mismo presentaba, en la comunicación dirigida al secretario de la sociedad de la siguiente manera:

Cada dos, tres o cuatro semanas se me soltaba el vientre, y defecaba dos, tres o cuatro veces diarias. Pero este verano me sucedió muy a menudo, especialmente cuando tomaba un plato caliente de carne de vaca o de jamón ahumado... una vez el flujo del vientre me duró tres días; tomara lo que tomara, los alimentos no permanecían más de cuatro horas en mi organismo y supuse, por varias razones, que mejorará bebiendo té muy caliente, lo que hice varias veces con bastante resultado. Eso me indujo, al ser tan líquidos mis excrementos a examinarlos en varias ocasiones... [6,7]

Sus lentes le permitieron a Leeuwenhoek observar un sinúmero de “animalículos” encontrados en agua, saliva, heces, etc. Hasta entonces los organismos más pequeños reportados eran los *Daphnia* (pulgas de agua) por Swammerdam. El descubrimiento de Leeuwenhoek fue muy importante; sin embargo fue olvidado y no se le tomó en cuenta. [6,7]

Es hasta el año de 1859 cuando el profesor Vilem Dusan Fedorovic Lambl, médico muy preparado que había trabajado en hospitales de Rusia, Polonia, Checoslovaquia, Alemania y otros lugares, realiza la primera descripción loable del parásito en la ciudad de Praga, al observarlo por casualidad en evacuaciones diarreicas de un niño con enteritis, cuando investigaba la presencia de proglótidos de *Taenia* en bilis y le denominó *Cercomonas intestinalis*, describiéndolo en dibujos magistrales que no dejan lugar a duda de que se trataba de *Giardia lamblia*. Posteriormente, en 1881, lo denominó *Lamblia intestinalis*. [6,7]

En 1879, Gras describió un organismo de forma oval con cuatro flagelos que emergen de la parte anterior. En el extremo posterior presenta una prolongación tan larga como el cuerpo. En la región anterior reconoció estructuras similares a núcleos. Este investigador realizó sus observaciones en muestras procedentes de humanos y de ratas domésticas y campestres, por lo que consideró que los organismos observados eran los mismos en el hombre y los roedores. Sugirió que el humano se infectaba al consumir alimentos almacenados en los graneros, contaminados por las heces de las ratas, llamó a los organismos observados *Dimorphus muris*. Posteriormente, en 1881, les cambió el nombre y los denominó *Megastoma entericum*. [1-7]

Kunstler, en 1882, encontró estructuras móviles en las heces de anfibios a las que denominó *Giardia*. Blanchard, en 1888, llamó a estos organismos *Lamblia intestinalis* y Stiles, en 1902, *Lamblia duodenalis*. [6,7]

En 1912, Rodenwalt realizó las descripciones, —probablemente las más detalladas que existen del parásito— basadas en observaciones de heces humanas.

En algunas publicaciones se atribuye a Kofoid (1915) el nombre de *Giardia lamblia* y, en otras, se postula que fue Stiles quién conjuga ambos términos dando origen a la denominación de *Giardia lamblia* en honor al profesor A. Giard de París y al doctor F. Lambl de Praga. [1-7]

En la actualidad la controversia continúa y en la literatura se le cita como *Giardia lamblia* por los latinoamericanos y norteamericanos, *Lamblia intestinalis* por los europeos orientales y *Giardia intestinalis* o *G. duodenalis* por los europeos occidentales. [1-7]

AGENTE ETIOLÓGICO TAXONOMÍA

Phylum	<i>Sarcomastigophora</i>
Subphylum	<i>Mastigophora</i>
Clase	<i>Zoomastigophorea</i>
Orden	<i>Diplomonadida</i>
Familia	<i>Hexamitidae</i>
Género	<i>Giardia</i>
Especie	<i>Lamblia</i>

BIOLOGÍA

Giardia lamblia se encuentra clasificado dentro de la clase Zoomastigophorea, es decir, tiene flagelos como medios de locomoción. Incluido dentro del orden Diplomaida y familia Hexamitidae; rubro que caracteriza a protozoos que presentan axostilo, dos núcleos y simetría bilateral. [5-8]

Este protozoo se ubica dentro del género ***Giardia***. Las especies de este protozoo han representado un problema en su clasificación. Tomando en cuenta la variación morfológica, la posición de cuerpos mediales, la forma del parásito y la relación del disco suctor con el tamaño total del trofozoito, se ha dividido al género en tres grupos: ***Giardia agilis*** (anfibios), ***Giardia muris*** (roedores y aves), ***Giardia lamblia*** (mamíferos como el perro, el gato, el ganado y el hombre). [1,5,8]

Dentro del tercer grupo, ***Giardia lamblia*** es de manera morfológica indistinguible de *Giardias* comunes a muchos mamíferos. En la naturaleza tiene la capacidad de adoptar dos formas: trofozoíto o forma móvil y quiste o forma infectante. [2,8]

Trofozoíto

Los trofozoítos de ***G. lamblia*** presentan forma de gota o lágrima con simetría bilateral, el extremo anterior es ancho y redondeado, el extremo posterior termina en punta. Mide de 12 a 14 micrómetros de largo por 7 a 9 micrómetros de ancho y 1 a 2 micrómetros de espesor. En su membrana citoplasmática se han detectado un gran número de glucoproteínas de superficie mediante lectinas. [1-5,8,9]

Citoplasma

El citoplasma de los trofozoítos se encuentra constituido por una gran cantidad de gránulos, algunos de ellos son grandes, de 300 ángstrom, de aspecto denso considerados como glucógeno, otros pequeños de 150 a 200 ángstrom de aspecto claro que corresponden a ribosomas. Presenta retículo endoplásmico rugoso. No existe aparato de Golgi, retículo endoplásmico liso, cuerpos de pigmento, ni mitocondrias. Además contiene una gran cantidad de vacuolas ovoides y circulares limitadas por una membrana; se disponen en hilera en la periferia dorsal y ventral, están interconectadas formando una red de canales intracitoplasmáticos que conforman el sistema digestivo de *Giardia*. [8-10]

Flagelos

Los trofozoítos presentan 8 flagelos dispuestos en 4 pares simétricos, 2 anterolaterales, dos postero-laterales, 2 ventrales y un par caudal. Éstos tienen su origen en 8 cuerpos parabasales colocados simétricamente a los lados de la línea media, a la altura del borde superior de los núcleos. [1-5,8-10]

Disco adhesivo

En la porción anterior se encuentra el disco suctor, que mediante complejos mecanismos de hidroadhesión le confieren al parásito su capacidad de adherencia a la mucosa intestinal. El disco mide de 8 a 10 micrómetros, no es simétrico bilateralmente, se encuentra integrado por microtúbulos espirales. En el disco se encuentra una abertura posterior donde los flagelos expelen fluido desde la cavidad bajo el disco hacia el canal ventral y exterior. La membrana citoplasmática que cubre al disco, posee lectinas que también juegan una importante función en los mecanismos de adhesión del parásito. [1-5,8-10]

Pestaña o flanco ventro-lateral

Se localiza en el borde del disco adhesivo y es de naturaleza flexible. Se sugiere que la fuerza de succión del disco podría ser controlada por la pestaña. [9]

Cuerpos mediales

Denominados “cuerpos problemáticos” o “cuerpos misteriosos”, por su naturaleza de estructuras intracitoplasmáticas transitorias, que pueden estar presentes o no. Se les ha asociado con las siguientes funciones:

División celular; reserva de lipoproteínas, relacionadas con la construcción del disco adhesivo en las células hijas y soporte de la región terminal, donde no hay disco adhesivo. [8-10]

Núcleos

En el citoplasma se encuentran dos núcleos ovoides, con endosoma central bien diferenciado, condición que da a los trofozoítos el aspecto de “cara” la membrana nuclear es delgada, de 300 a 600 ángstroms, con poros y cubierta por ribosomas. [9]

Quiste

La forma quística se caracteriza por ser una estructura incolora que se tiñe con lugol parasitológico de color amarillo. Tiene forma ovoide y mide de 8 a 12 micrómetros en su diámetro mayor y 8 micrómetros como promedio el menor. [9]

El quiste es circundado por una pared quística hialina que le confiere capacidad de resistencia al medio ambiente.

En preparaciones teñidas se aprecia en el interior del quiste un citoplasma granular en el que se encuentran inmersos varios núcleos que van en número de 2 a 4, dicho número dependerá del grado de madurez quística, los quistes inmaduros poseen 2 núcleos, mientras que los maduros tienen 4 en su interior. Además, pueden verse flagelos retraídos situados a los lados de núcleos y axonemas longitudinalmente al diámetro mayor del quiste. [8-10]

Mediante microscopía electrónica puede observarse que el quiste se encuentra circundado por una pared quística de cerca de 0.3 micrómetros, estrechamente adherida a la membrana del parásito. En el interior del quiste y en situación periférica se aprecia un extenso sistema lacunar, lleno de una sustancia de baja densidad electrónica. Los núcleos están rodeados por una típica membrana nuclear y en el interior del mismo un nucleoplasma con una masa granular que representa al nucléolo, cercana al área nuclear es posible observar axonemas de flagelos, de manera habitual en número de 8. Cuando algunos axonemas están situados alrededor pueden verse como flagelos libres dentro del sistema lacunar del parásito. Además, es posible ver 2 láminas de microtúbulos que tal vez representan los axostilos, así como restos del disco suctor. [1-5,8-10]

Los quistes carecen de mitocondrias, retículo endoplásmico, aparato de Golgi y lisosomas.

METABOLISMO

El análisis del RNA de la unidad ribosomal 16S de *Giardia*, indica que este protozoo se encuentra ubicado entre los eucariontes más primitivos.

Giardia lamblia tiene características aeróbicas y anaeróbicas, respira en presencia de oxígeno y se considera un organismo aerotolerante o microaerofílico. En su respiración no produce hidrógeno molecular. La respiración endógena es estimulada por la glucosa; su metabolismo está basado en la glucólisis que conduce a la producción de acetato, etanol, alanina y CO₂. Cataboliza la asparagina mediante la dihidrolasa de arginina con la producción de adenosin trifosfato (ATP). Es incapaz de sintetizar colesterol, sin embargo, tiene la capacidad de sintetizar farnesilo y geranilgeranilo en isoprenilato-proteínas. Asimismo, *Giardia* es incapaz de sintetizar purinas o pirimidinas y tiene la necesidad de recuperarlas del lumen intestinal. [11]

La detección de varias enzimas que participan en las vías metabólicas de los carbohidratos demuestra que el metabolismo energético de este protozoo es fermentativo.

Giardia lamblia no realiza ciclo de Krebs, ya que carece de mitocondrias y de enzimas mitocondriales, no hay citocromos, ni evidencia de fosforilación oxidativa. [1-5,8-11]

División celular

El proceso se inicia en el núcleo con la fragmentación del cariosoma, que se divide en partes iguales para constituir los núcleos de las células hijas.

Los estudios realizados por Simon permitieron conocer que la cromatina nuclear de este parásito se fragmenta hasta en 8 cromosomas, que se colocan en una placa ecuatorial, que subsecuentemente se sitúan en pares antes de separarse por partes iguales, en los nuevos núcleos. [1-5,8-10]

EPIDEMIOLOGÍA

Giardia lamblia es el protozoo más común en el humano, presentando una distribución mundial que va desde los trópicos hasta el Ártico.

Debido a que la transmisión de *Giardia* requiere de la ingestión de quistes del parásito, los niveles de sanidad ambiental son inversamente proporcionales a la prevalencia de la enfermedad; así, las prevalencias más altas se observan en países en vías de desarrollo. De esta manera, las cifras de prevalencia más altas se encuentran localizadas en regiones tropicales y subtropicales, en donde es frecuente la contaminación de agua o alimentos con materia fecal, lo que se traduce en cifras de frecuencia de infección elevadas en niños y adultos. Lo anterior es un indicador que refleja las bajas condiciones de higiene que guardan la mayor parte de países en vías de desarrollo. [1-5,12]

Por otra parte, en los países desarrollados la resistencia de los quistes de *Giardia* a las medidas convencionales de tratamiento de agua ha contribuido a la presencia de brotes de giardiasis, transmitidos a través del agua. [13-15]

Giardia lamblia es el protozoo que con mayor frecuencia se encuentra en exámenes coproparasitológicos. A nivel mundial se ha estimado una frecuencia de 200'000,000 de individuos infectados, de los cuales 500,000 sufren enfermedad. En 1983 en población rural de América Latina, se calculó que 20.4 millones de personas se encontraban infectadas, es decir, un 15% de la población de estrato socioeconómico bajo.

La frecuencia de la parasitosis en México es muy variable, con cifras que fluctúan del 2% al 39%. Un estudio que reunió 37 trabajos realizados en 14 estados de la República Mexicana, mostró una prevalencia del 18.98%, presentándose la mayor parte de ellos en preescolares y escolares.

Otros autores informan mayor frecuencia para el grupo de lactantes con cifras muy variables, incluso para el mismo lugar, lo que depende mucho el grupo de población estudiada o del método empleado viéndose así, por ejemplo, que la infección es más común en grupos escolares de poblaciones rurales en relación a los de la urbana. [12,16-19]

Se calcula que en México hay 9 millones de personas parasitadas por *Giardia lamblia*, siendo esta protozoosis la causa más común de parasitosis intestinal. [1-5,12,16,20]

La infección ha sido encontrada con mayor frecuencia en instituciones dedicadas al cuidado de niños o psiquiátricas, en homosexuales que practican el anolinguo o felación, familias numerosas con malos hábitos higiénicos, así como en cualquier situación que de un modo directo o indirecto propicia la diseminación fecal. [21,22]

La enfermedad puede transmitirse mediante tres mecanismos: a través del agua, mediante alimentos y mediante transmisión fecal oral directa. [13,15,23-25]

Los brotes a través del agua fueron descritos por primera vez en los Estados Unidos en los años 60. En Estados Unidos se han descrito en Colorado, Utah, Oregon, Vermont, Washington. En Portland el brote involucró 50,000 casos. También se han descrito brotes en Japón, en la ciudad rusa de San Petersburgo y en Canadá. [26-28]

El 64% de los brotes reportados por contaminación de agua, han tenido su origen en la infiltración de aguas negras hacia las tuberías de suministro de agua potable. En un estudio realizado en las superficies de cisternas de suministro de agua en Estados Unidos y Canadá, se encontró que el 81% tenían quistes de *Giardia*, aunque no se determinó la viabilidad de los mismos. En una tercera parte de los casos, los brotes por contaminación de agua han sido reportados por contaminación directa del agua de consumo, contaminada con materia fecal, lo anterior se produce cuando las tuberías subterráneas que llevan agua potable se mezclan con las que llevan aguas negras debido a la producción de fisuras en tuberías viejas, errores en la conexión de las mismas, cruce de conexiones y reparaciones. Los brotes también pueden producirse por fallas en los sistemas de filtración. [26-31]

La transmisión mediante alimentos se ha reportado en restaurantes, hospitales psiquiátricos, casas de reposo e iglesias. Éstos se han producido por la ingestión de alimentos crudos como ensaladas, pescado y carnes frías. [30]

La transmisión por vía fecal oral directa se puede presentar en instituciones que atienden pacientes psiquiátricos, pacientes con deficiencia mental y orfanatorios. Este tipo de transmisión también se presenta en parejas homosexuales o heterosexuales que practican contacto sexual oro anal. En población homosexual activa, los estudios reportan prevalencias del 20%. [21,22]

CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de transmisión se inicia con la ingestión por el hombre de formas infectantes: quistes viables de *Giardia lamblia*. Esto último fue demostrado por Rendtorff, al inocular a voluntarios humanos, concluyó que eran necesarios entre 10 y 100 quistes para provocar la infección. [1-5,12]

El mecanismo de infección es variable, puede llevarse a cabo por medio de materia fecal diseminada en el ambiente como consecuencia directa de defecación al ras del suelo. Esto es fundamental, ya que de manera ordinaria el número de quistes contenidos en una muestra de materia fecal de un paciente con infección moderada es de alrededor de 300 millones. [16]

Otro proceso involucrado en la transmisión es el consumo de alimentos mal lavados que han sido regados con aguas negras. La contaminación del agua de consumo por drenajes defectuosos o por fecalismo es también un mecanismo que reviste gran importancia en la dinámica de transmisión. [32] También puede encontrarse involucrada fauna como el castor y perro que funcionan como reservorios potenciales de la infección para el humano. Asimismo, se han descrito brotes por transmisión a través del agua. En relación a este mecanismo de transmisión, cabe hacer la consideración sobre la gran resistencia que presentan los quistes en soluciones hipotónicas tales como el agua. Se

ha visto que en agua a 21°C los quistes pueden sobrevivir alrededor de un mes y a 8°C por más de dos meses; sin embargo, no resisten la desecación ni temperaturas mayores de 50°C durante 15 minutos, pero tienen gran resistencia ante los desinfectantes clorinados. [10,14]

En la transmisión tampoco se debe de olvidar el papel que juegan los fomites como pasamanos, dinero, sanitarios, juguetes, etc.

Por otra parte, también se ha descrito la infección adquirida mediante el contacto sexual, en particular homosexuales que practican el felatio y anolinguo, situación denominada hoy día síndrome intestinal del homosexual. [22] Asimismo, los artrópodos como vectores mecánicos son importantes en la cadena de transmisión, ya está demostrado que los quistes de *Giardia lamblia* pueden sobrevivir varios días en el intestino de la cucaracha y que son capaces de atravesar el intestino de las moscas sin alteraciones. [1-5]

Al ser excretados con la materia fecal y después de haber sufrido una simple división nuclear, los quistes inmaduros binucleados pasan al estado maduro tetranucleado. Después, al ser ingeridas las formas quísticas infectantes sufren un proceso de desenquistamiento, mismo que es iniciado por la acidez gástrica a un pH de 2. Como el trofozoíto es intolerante a cambios de pH y sólo tolera un rango entre 6.4 y 7.4, dicho desenquistamiento se va a completar a nivel duodenal, en ese lugar emerge, a través de la pared quística, un trofozoíto tetranucleado en proceso de división binaria que da lugar a dos trofozoítos binucleados. [5,8]

Cada trofozoíto se multiplica de manera activa por medio de un proceso de división longitudinal surgiendo un gran número de elementos en poco tiempo, este proceso *in vivo* puede durar de 7 minutos a 5 horas, después de lo cual los parásitos se establecen en su hábitat, constituido por el epitelio en cepillo de los dos tercios superiores del intestino delgado, formados en parte por duodeno y yeyuno. Sin embargo, los trofozoítos también pueden llegar a localizarse en intestino grueso y vesícula biliar. [1-5,8]

Giardia en su hábitat se fija a la mucosa mediante su disco suctor, e inicia el proceso de división binaria reproduciéndose de manera activa. En su hábitat se le puede encontrar en la luz intestinal o bien fijado a células intestinales, aunque en ocasiones se le ha encontrado invadiendo glándulas intestinales y colonizando la submucosa.

Algunas de esas formas vegetativas, por razones desconocidas, se desprenden del borde en cepillo, entrando de esta manera a la corriente fecal. Así, comienza el enquistamiento en el intestino delgado en donde el protozoo sufre retracción de sus flagelos y, más tarde, se rodea de una pared quística; proceso que por lo regular ocurre en las porciones bajas del ileon, no siendo necesario el colon para que se lleve a cabo el proceso. [11,12,17,33]

Como consecuencia de lo anterior los quistes son excretados con las heces. Algunas veces la transformación de trofozoíto a quiste falla, de manera particular cuando el tránsito intestinal se encuentra acelerado. En esta circunstancia los trofozoítos son excretados con las heces y posteriormente se desintegran, ya que la transformación de trofozoíto a quiste no ocurre fuera del hombre. En cambio los quistes como forma de resistencia que son, van a sobrevivir el pasaje hacia el exterior del huésped y a tolerar hasta cierto punto condiciones fuera de su microhábitat, lo que los hace susceptibles a ser ingeridos de nuevo por otro huésped para reiniciar su ciclo biológico. [11,33]

PATOGENIA E INMUNOLOGÍA

Hace algunos años la patogenia de la *Giardia lamblia* era motivo de comentario, en la actualidad diversas investigaciones han sacado a la luz pruebas que aportan información

acerca de la patogenia del parásito postulándose, de esta manera, algunas teorías que la intentan explicar.

I. *Teoría mecánica.* Expuesta en 1939 por Vaghelyi, se refiere a una obstrucción mecánica de la mucosa causada por un incontable número de trofozoítos adheridos por complejos mecanismos de hidroadhesión al epitelio intestinal, lo que propicia un deficiente intercambio entre zonas de absorción y el material ingerido. Como consecuencia se presenta malabsorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), ácidos grasos y vitamina B12, en pacientes con esta protozoosis. Todo lo anterior, sin embargo, puede ser cuestionable dada la gran extensión de absorción del intestino delgado, además de que los síntomas no son proporcionales al número de parásitos. [34-36]

II. *Teoría del daño a la mucosa.* Al microscopio electrónico se puede observar que los trofozoitos permanecen fuertemente adheridos al epitelio intestinal, lo que provoca lesión mecánica en las microvellosidades; esto se aprecia al dislocar al trofozoito que deja una imagen en espejo de su disco adhesivo marcada en la superficie celular. Este proceso, cuando es llevado a cabo por millones de parásitos, puede provocar irritación superficial de la mucosa. Dicha adherencia se ha explicado con base en la conformación en espiral del disco suctor, misma que podría permitir la adherencia por medio de un movimiento contráctil helicoidal, a través de contracción del flanco ventrolateral del disco. En apoyo a esta teoría se ha visto que la tubulina es la proteína principal de la estructura microtubular del disco, así como otras proteínas contráctiles como actina, alfa actina, miosina y tropomiosina que forman parte de la porción periférica del disco ventral conocida como cresta lateral.

La instalación del proceso, llevado a cabo por millones de parásitos, resulta en daño superficial de la mucosa, con alteraciones que van del aspecto normal hasta cambios de atrofia subtotal de vellosidades intestinales. Por otra parte, se han documentado trofozoitos invadiendo la mucosa, espacios intercelulares, interior de enterocitos, bases de criptas y submucosa. Sin embargo, cuando esto se llega a ver, el número de organismos es pequeño en relación al número intraluminal. En estudios *in vivo* se ha observado que los trofozoítos de ***G. lamblia*** son capaces de penetrar y destruir fibroblastos humanos. [36]

III. *Teoría parásito-huésped.* Se postula que el protozoo compite con el huésped por nutrientes absorbiendo del contenido intestinal el material necesario para sus actividades metabólicas, aunque no hay pruebas concluyentes de que tal actividad sea nociva para el hombre. [37,38]

IV. *Falta de diferenciación celular.* Se ha observado un aumento en la descamación del epitelio intestinal causado por el daño a la mucosa superficial. Lo anterior se va a compensar mediante el incremento del índice mitótico celular a nivel de las criptas. De esta manera las vellosidades intestinales se verán pobladas de células relativamente inmaduras y, por lo tanto, con una capacidad disminuida de digestión y absorción, lo que es provocado porque dichas células son fisiológicamente inmaduras con alteraciones cuantitativas de la producción de enzimas como disacaridasa. [36]

V. *Producción excesiva de moco.* El trofozoíto debido a su efecto mecánico provoca reacción inflamatoria con la consecuente producción excesiva de moco modificado en forma de grumos que de manera secundaria obstruyen las criptas de Lieberkuhn. [35-37]

VI. *Sinergismo con otros organismos.* La adherencia de *Giardia* favorece la colonización de duodeno por bacterias, lo que se manifiesta como sobrecrecimiento bacteriano en intestino delgado. Esto trae como consecuencia desconjugación de sales biliares, lo que provoca malabsorción grasa. Además, tal vez la instalación de otros microorganismos sea capaz de culminar en producción de enterotoxinas y daño a nivel de mucosa. [11,36-38]

VII. *Toxicidad*. No se conoce hasta la fecha ningún tipo de toxina proveniente de *Giardia lamblia*, sin embargo, algunos estudios han demostrado degeneración acentuada del citoplasma de fibroblastos *in vitro* al filtrado del cultivo del flagelado. [11,35-37]

CUADRO CLÍNICO

La giardiasis posee un cuadro clínico polimorfo que va desde las formas asintomáticas, que sólo son diagnosticadas mediante un examen coproparasitológico, en donde se demuestra la presencia de quistes, hasta las formas que cursan con diarrea crónica, síndrome de talla y peso bajo y malabsorción intestinal y sólo en pocas ocasiones la enfermedad se limita a un cuadro clínico característico. [39-41]

La mayor parte de casos en que se demuestra al parásito en materia fecal resultan ser asintomáticos, situación vista con mayor frecuencia en adultos que en niños. [42-47]

En la etapa aguda del padecimiento es común encontrar evacuaciones diarreicas explosivas, acuosas, de olor pútrido, voluminosas, espumosas, de color amarillento o con aspecto de hierba molida que flotan en el agua del baño, en ocasiones con restos de alimentos y con la característica de que son expelidas sin dolor cólico. Sin embargo, en otras ocasiones la diarrea puede ser de presentación esporádica y con una duración superior a los 10 días. [48,49]

Es común encontrar, como síntoma, dolor abdominal de localización epigástrica y ocasionalmente en hipocondrio derecho y región vesicular, dicho dolor es de moderada intensidad, por lo general sin irradiaciones y cede de manera espontánea, además presenta en un gran porcentaje de los casos la característica de ser posprandial tardío. [12]

Se puede observar la presencia de meteorismo, eructos con olor a azufre, náusea, vómito, astenia, irritabilidad o moco en heces formadas o diarreicas. En etapas crónicas es posible encontrar cefalea, peso y talla baja. [47-49]

Aunque no es común de manera ocasional se informan afecciones de vías biliares con la presencia de ictericia. [51]

Además de lo anterior se han documentado dermatitis pruriginosas del tipo urticaria, acompañadas de eosinofilia, *rash* maculopapular eritematoso, urticaria crónica, edema alérgico solitario de Quincke, linfocitosis infecciosa, así como manifestaciones de tipo respiratorio. [52,53]

DIAGNÓSTICO

Para el diagnóstico en materia fecal formada, los métodos coproparasitológicos de concentración son muy útiles para la búsqueda de formas quísticas, dando los mejores resultados para este fin los métodos de flotación de Faust y el de sedimentación de Ritchie. En este tipo de exámenes se diagnostican la mayor parte de casos; sin embargo, hay que tener en cuenta que sólo se diagnostican 8 a 9 de cada 10 casos en estudios realizados en 3 muestras seriadas de materia fecal. Lo anterior se ha atribuido a la intermitencia en la eliminación quística, eliminación que puede ser intensa, baja o mixta. [8,54,55]

El problema aún no ha sido resuelto en forma satisfactoria; sin embargo, algunos autores sugieren que en los casos en donde se sospeche la presencia de eliminación baja o mixta de quistes, se estudien dos o tres muestras por semana durante un mes, lo cual resulta impráctico e incómodo para el enfermo. [56,57]

Según Guinn, el estudio de tres muestras seriadas proporciona el 81% de positividad, por lo que es recomendable realizar un promedio de 5 muestras con un 94.8% de positividad. [58]

Cuando hay diarrea se eliminan muy pocos quistes, por lo que en estos casos es importante la realización de un examen directo en fresco de la evacuación para la búsqueda de trofozoítos.

Para que este estudio proporcione resultados más satisfactorios es conveniente el examen de la muestra fecal dentro de las dos primeras horas de su emisión. Una de las limitaciones del método es que la muestra utilizada es muy pequeña, por lo que el estudio tiene poca sensibilidad; sin embargo, lo anterior no excluye a este estudio del protocolo para el diagnóstico y estudio de giardiasis. [8,56,58]

Debido a la intermitencia de expulsión de trofozoitos y quistes en heces se hace necesario a veces recurrir a otros métodos como la observación directa del protozoo en aspirado de líquido duodenal observado al microscopio.

La cápsula duodenal de Beal es una variante para la obtención de líquido duodenal; es una cápsula de gelatina de 2 ceros unida a un hilo de nylon de 90 centímetros, en su interior tiene un hilo de algodón trenzado, en la porción proximal de éste se encuentra unido un pedazo de plomo recubierto de silicónes que sirve como marca radiológica. [59]

La cápsula se administra en pacientes mayores de 4 años de edad en ayunas y con té para facilitar la deglución, fijándose un extremo del hilo de nylon a la comisura labial; después, cuando la cápsula ha permanecido en duodeno 1 o 2 horas, se extrae y, en el líquido absorbido por el hilo de algodón trenzado, se buscan los trofozoítos. Actualmente la cápsula de Beal no se encuentra disponible en México. [58]

También existen equipos como la cápsula pediátrica de Crosby-Kugler-Watson, que por medio de succión externa obtiene la muestra. Esta técnica obtiene un material semejante al del sondeo duodenal por aspiración a lo largo de la sonda, que en su porción distal se encuentra conectada a la cápsula metálica que, a su vez, contiene una cuchilla de biopsia. Con este método pueden observarse, asimismo, los cambios morfológicos de la mucosa intestinal, además de confirmarse el diagnóstico mediante la demostración del parásito. [8]

En algunas circunstancias, aun con un diagnóstico epidemiológico y clínico, los métodos de laboratorio no confirman todos los casos, lo que puede ser debido a que tal vez los métodos diagnósticos actuales no son lo suficientemente sensibles para detectar infecciones muy leves. En estas circunstancias se puede recurrir a métodos más sensibles como la detección de antígeno de *Giardia* (GSA65) en heces. Un resultado positivo indica la presencia de infección por *Giardia*, ya que este antígeno no presenta reactividad cruzada con otras bacterias o levaduras intestinales. [60,61]

Esta prueba utiliza anticuerpos monoclonales o policlonales contra antígenos de quistes o trofozoítos para la realización del diagnóstico mediante ELISA o inmunofluorescencia. [60-62]

La detección del antígeno GSA65 es mucho más sensible que los métodos coproparasitoscópicos, con una sensibilidad del 98% y una especificidad cercana al 100%, sin embargo, no es un sustituto del examen de materia fecal para la búsqueda de parásitos, ya que sobre todo en países en vías de desarrollo es muy común la presencia de parasitosis mixtas como causa de la sintomatología. [60-63]

TRATAMIENTO

Para el tratamiento de esta protozosis en nuestro país se utilizan ampliamente 3 antiparasitarios. [64-68]

El metronidazol se administra en dosis de 15 a 20 mg/kg/día fraccionado en 3 dosis por un periodo de 7 días. V.O. [64-69]

Este fármaco, de manera ocasional, puede provocar cefalea, náuseas, vértigo, diarrea, sabor metálico.

El tinidazol, otro derivado imidazólico, se emplea a una dosis de 30 a 50 mg/kg/día administrado en dosis única o bien en esquema de 2 días. El medicamento se recomienda de preferencia después de la cena. En estudios *in vitro*, el tinidazol ha demostrado ser superior a metronidazol; sin embargo, su sabor amargo dificulta su administración en niños. [64,70-73]

La furazolidona es otro fármaco útil que se usa a dosis de 7 mg/kg/día, fraccionado en 3 dosis, durante 7 días. El fármaco es bien tolerado. También se puede emplear el secnidazol a dosis de 30 mg/kg/día, administrado en dosis única. V.O. [74-75]

Después de concluido el tratamiento, puede haber persistencia de la sintomatología durante algunos días, a pesar de existir la cura parasitológica. A esta condición se le conoce con el nombre de síndrome post-giardíaco.

PREVENCIÓN

Las mejores medidas siempre estarán encaminadas a evitar la contaminación de agua y alimentos por excretas, lográndose por medio de un manejo adecuado de las mismas. [14,24]

Evitar el riego de hortalizas con aguas negras es una medida necesaria, ya que esta práctica se sigue permitiendo en muchos lugares.

La detección de portadores asintomáticos y en especial de aquellos que tienen contacto con alimentos, es fundamental, ya que este grupo de personas que preparan alimentos y los expenden en la vía pública, también son los que menos educación sanitaria tienen. Estos individuos deberán de ser tratados para evitar que sigan transmitiendo las formas infectantes del parásito. [32]

REFERENCIAS

- [1] Tay, J., Velasco, O., Lara, R. y Gutiérrez, M. (1996). Giardiasis. *Parasitología Médica*. 6ta. ed., México: Méndez Cervantes, pp. 73-79.
- [2] Botero, D. y Restrepo, M. (1998). Giardiasis. *Parasitosis humana*, 3ra. ed., Medellín, Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas, pp. 61-67.
- [3] Noemí, I. y Atías, A. (1991). Giardiasis en Atías, A. *Parasitología Médica*. 3ra. ed., Santiago, Chile: Mediterráneo, pp. 134-141.
- [4] Biagi, F. (1980). Giardiasis. *Enfermedades Parasitarias*. 2da. ed., México: La Prensa Médica Mexicana, pp. 71-75.
- [5] Martínez, M. (1982). Las parasitosis humanas. *Manual de Parasitología Médica*. 2da. ed., México: Prensa Médica Mexicana, PMMSA, pp. 15-23.
- [6] Campos, T. y Vázquez, O. (1999). Reseña Histórica del Descubrimiento de los Intrusos del Arca y de sus Cazadores. (1a. parte). *Acta Pediátrica Mexicana*. no. 20, pp. 55-60.
- [7] Campos, T. y Vázquez, O. (1999). Reseña Histórica del Descubrimiento de los Intrusos del Arca y de sus Cazadores. (2a. parte). *Acta Pediátrica Mexicana*. no. 20, pp. 97-102.

- [8] Salazar, P. y de Haro, I. (1980). *Giardia lamblia* Morfología de los parásitos más comunes en México. *Manual de técnicas para el diagnóstico de las parasitosis*. México: Méndez Cervantes, pp 1-23.
- [9] Sherffild, H. G. y Bjorvatn, B. (1977). Ultrastructure of the cyst of *Giardia lamblia*. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, IL: AJTMH, vol. 26, no. 1, p. 23.
- [10] Ackers, J. P. (1980). Giardiasis: basic parasitology. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, UK: Elsevier, vol. 74, no. 4, pp. 427-430.
- [11] Farthing, J. (1983). *Giardia lamblia*. Mecanismos de colonización y patogénesis en la enfermedad diarreica. *Revista de Infectología Mexicana*, México, no. 2, pp. 79-74.
- [12] Vázquez-Tsuji, O. y Velasco Castrejón, O. (1987). Giardiasis. *Infectología*. México, vol. 7, no. 4, pp. 169-174, 178-179.
- [13] Le Chavelier, M. W., Norton, W. D. y Lee, R. G. (1991). Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* sp. In surface water supplies. *Applied and Environmental Microbiology*. Septiembre, USA: American Society for Microbiology, vol. 57, no. 9, pp. 2610-2616. [En línea] Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=183628&blobtype=pdf> , consultada: noviembre de 2008.
- [14] Brandonisio, O. (2006). Waterborne transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium*. *Parassitología*. Junio, Italia: Universidad de Roma y *Periódico oficial de la sociedad Aitaliana de parasitología*, vol. 48, no. 1-2, pp. 91-94. [En línea] Disponible en: <http://www.parassitologia.net/PDF/No.%2048/brandonisio%20o.pdf> , consultada: noviembre de 2008.
- [15] Bouzid, M., Steverding, D. y Tyler, K. M. (2008). Detection and surveillance of waterborne protozoan parasites. *Current Opinion in Biotechnology*. June, UK: Elsevier, vol. 19, no. 3, pp. 302-306.
- [16] Meyer, E. y Jarroly, E. (1980). Giardiasis. Review and comentary. *American Journal of Epidemiology*. March, UK: Oxford University Press, vol. 111, no. 1, p. 15.
- [17] Telch, J. (1980). Giardiasis. Monografía del Hospital del Niño. *IMAN*. no. 2, pp. 17-22.
- [18] Salazar, P., García, Y. y de Haro, I. (1976). Estudio de las parasitosis intestinales comparando dos poblaciones infantiles con diferente nivel socioeconómico. *Rev Inv Sal Pub Mex*. no. 36, p. 235.
- [19] Biagi, F. (1983). Los protozoarios enteropatógenos y su impacto en la salud pública. *Investigación Médica Internacional*. México: Mundo Médico, no. 10, pp. 7-9.
- [20] González, L. (1975). The parasitic diseases in México. *Patología Mex*. no. 13, p. 365.
- [21] Blam, M. y Alim, G. (1977). Enteric disease in San Francisco. *The Lancet Medical Journal*. UK: Elsevier, no. 8, pp. 306-309.
- [22] Quinn, C. (1986). Síndrome intestinal del homosexual. *Tribuna Médica*. no. 41, pp. 7-10.
- [23] Smith, H. V., Cacciò, S. M, Tait, A., McLauchlin, J. y Thompson, R. C. (2006). Tools for investigating the environmental transmission of *Cryptosporidium* and *Giardia* infections in humans. *Trends in Parasitology*. April, UK: Elsevier, vol. 22, no. 4, pp. 160-167.
- [24] Smith, H. V., Cacciò, S. M., Cook, N., Nichols, R. A. y Tait, A. (2007). *Cryptosporidium* and *Giardia* as foodborne zoonoses. *Veterinary Parasitology*. October 21, UK: Elsevier, vol. 149, no. 1-2, pp. 29-40.
- [25] Vesey, C. J. y Peterson, W. L. (1999). Review article: the management of Giardiasis. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. July, UK: John Wiley & Sons, Inc., vol. 13, no. 7, pp. 843-850.

- [26] Gunther F., C. (1979). Waterborne Giardiasis in the United States: A Review. *American Journal of Public Health*. Agosto, Washington, D. C.: APHA, vol. 69, no. 8, pp. 817-819.
- [27] Brodsky, R. E., Spencer, H. C. y Schultz, M. G. (1974). Giardiasis in American travelers to the Soviet Union. *The Journal of Infectious Diseases*. USA: University of Chicago Press, vol. 130, pp. 319-323.
- [28] Wright, R. A., Spencer, H. C., Brodsky, R. E. y Vernon, T. M. (1977). Giardiasis in Colorado: an epidemiologic study. *American Journal of Epidemiology*. April, UK: Oxford University Press, vol. 105, no. 4, pp. 330-336.
- [29] Fraser, D. (1994). Epidemiology of *Giardia lamblia* and *Cryptosporidium* infections in childhood. *Israel Journal of Medical Sciences*. Jerusalem: Israel Medical Association, vol. 30, pp. 356-361.
- [30] Smith, H. y Nichols, R. A. (2006). Zoonotic protozoa-food for thought. *Parassitología*. Junio, Italia: Universidad de Roma y *Periódico oficial de la sociedad italiana de parasitología*, vol. 48, no. 1-2, pp. 101-104. [En línea] Disponible en: <<http://www.parassitologia.net/PDF/No.%2048/smith%20h.pdf>>, consultada: octubre de 2008.
- [31] Cacciò, S. M., Thompson, R. C., McLauchlin, J. y Smith, H. V. (2005). *Cryptosporidium* and *Giardia* epidemiology. *Trends in Parasitology*. September, UK: Elsevier, vol. 21, no. 9, pp. 430-437.
- [32] Biagi, F. (1966). El papel de la persona en el control de la contaminación fecal del ambiente. *Revista de Gastroenterología de México*. México: AMG, no. 31, pp. 463-466.
- [33] Müller, N. y von Allmen, N. (2005). Recent insights into the mucosal reactions associated with *Giardia lamblia* infections. *International Journal for Parasitology*. Noviembre, UK: Elsevier, vol. 35, no. 13, pp. 1339-1347.
- [34] Ember, M. y Mindzent, L. (1969). Effect of giardiasis upon vitamin A metabolism. *Parasit Hung*. no. 2, pp. 55-57.
- [35] Vega, L. (1983). Absorción intestinal en niños con giardiasis. *Investigación Médica Internacional*. México: Mundo Médico, no. 40, p. 65.
- [36] Vega, L., Alvarez, L., Ramo, G. y Bernal, R. M. (1982). Absorción de proteínas en niños con Giardiasis. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*. México: Medigraphic, no. 39, pp. 19-22.
- [37] Moraleda, T. L., Krause, H. S., Gloria León, R. G., Dolz, V. H., Grob, B. K., Figueroa, R. L., Franjola, T. R., Puga, R. S., Navarrete, U. N., Muñoz, P. E. y Delgado, S. M. (1985). Absorción Intestinal en Escolares Asintomáticos Portadores de *Giardia lamblia*. *Revista Chilena de Pediatría*. Chile: Sociedad Chilena de Pediatría, vol. 56, no. 6, pp. 430-434.
- [38] Buret, A. G. (2008). Pathophysiology of enteric infections with *Giardia duodenalius*. *Parasite*. September, vol. 15, no. 3, pp. 261-265.
- [39] Cañete, R., González, M. E., Almirall, P. y Figueroa, I. (2004). Artículo de Revisión Infección por *Giardia* y Giardiosis. *Revista Panamericana de Infectología*. Julio-Septiembre. Asociación Panamericana de Infectología, vol. 6, no. 3, pp. 41-48. [En línea] Disponible en: <<http://www.revista-api.com/3%20edicao/pdfs/mat%2006.pdf>>, consultada: noviembre de 2008.
- [40] Lujan, H. D. (2006). *Giardia* y Giardiasis. *Medicina*. Buenos Aires: SCIELO, vol. 66, no. 1, pp. 70-74. ISSN 0025-7680. [En línea] Disponible en: <<http://www.scielo.org.ar/pdf/medba/v66n1/v66n1a14.pdf>>, consultada: octubre de 2008.

- [41] Ayala, A. y Vega, L. (1961). *Giardia lamblia* en niños con diarrea de larga evolución. *Revista Médica del Hospital General de México*. México, no. 24, pp. 433-435.
- [42] Rivera, M., De La Parte, M. A., Hurtado, P., Magaldi, L. y Collazo, M. (2002). Giardiasis Intestinal. Mini-Revisión. *Investigación Clínica*. Abril, Venezuela: Universidad del Zulia, vol. 43, no. 2, p. 119-128. ISSN 0535-5133.
- [43] Thompson, R. C., Reynoldson, J. A. y Mendis, A. H. W. (1993). *Giardia* and giardiasis. *Advances in Parasitology*. UK: Elsevier, vol. 32, pp. 71-160.
- [44] Rodríguez-Guzmán, L. M. y cols. (2000). Parasitosis intestinal en niños seleccionados en una consulta ambulatoria de un hospital. *Revista Mexicana de Pediatría*. México: Sociedad Mexicana de Pediatría, vol. 67, no. 3, pp. 117-122.
- [45] Cermeño, J. R., Hernández de Cuesta, I., Camaripano, M., Medina, N., Guevara, A. y Hernández Rivero, C. (2008). Artículo original. Etiología de diarrea aguda en niños menores de 5 años Ciudad Bolívar, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. no. 28, pp. 55-60. [En línea] Disponible en: <<http://www.scielo.org.ve/pdf/rsvm/v28n1/art11.pdf>>, consultada: noviembre de 2008.
- [46] Zepeda, A. (1959). Giardiasis. *Revista Mexicana de Pediatría*. México: Sociedad Mexicana de Pediatría, no. 28, pp. 393-396.
- [47] Dib, H. H., Lu, S. Q. y Wen, S. F. (2008). Prevalence of *Giardia lamblia* with or without diarrhea in South East, South East Asia and the Far East. *Parasitology Research*. Julio, UK: Springer Sciences, vol. 103, no. 2, pp. 239-251.
- [48] Torres, F. L. y Villalobos, G. (1974). Cuadro clínico producido por *Giardia lamblia*. *Revista de Gastroenterología de México*. México: AMG, no. 39, p. 187.
- [49] Campos, R. y de Souza, L. (1983). Giardiasis. *Investigación Médica Internacional*. México: Mundo Médico, no. 10, pp. 50-55.
- [50] Escobar, G. y Castelo, D. (1961). Giardiasis, su importancia en la patología digestiva infantil. *Revista Médica del Hospital General de México*. México, no. 24, pp. 433-438.
- [51] Aronson, N. E., Cheney, Ch., Rholl, V., Burris, D. y Hadro, N. (2001). Biliary giardiasis in a patient with human immunodeficiency virus. *Journal of Clinical Gastroenterology*. Agosto. Filadelfia: Lippincott Williams, vol. 33, no. 2, pp. 167-170. ISSN 0192-0790.
- [52] Romano, M., Nimard, E. y Díaz, G. (1980). Giardiasis su repercusión dermatológica alérgica, diagnóstico precoz y tratamiento. *Revista Cubana de Pediatría*. Cuba, no. 52, pp. 331-335.
- [53] Farthing, J. y Chang, K. (1984). Fenómenos alérgicos en la giardiasis. *Lancet Spa*. UK: Elsevier, no. 4, pp. 307-310.
- [54] De Haro, A. I., Salazar S., P. M. A. y Cabrera, B. M. (1995). Protozoos *Giardia lamblia* en *Diagnóstico Morfológico de la Parasitosis*. 2da. ed., México: Méndez Editores, pp. 27-28.
- [55] Cook, G. C. (1998). *Entamoeba histolytica* and *Giardia lamblia* infections: Current diagnostic strategies. *Parasite*. no. 2, pp. 107-112.
- [56] Robledo, E., Navarrete, F. y Portilla, J. (1959). Diagnóstico de laboratorio de la amibiasis y otras protozoosis intestinales. *Medicina*. no. 39, p. 209.
- [57] Hill, D. R. (1993). Giardiasis. Issues in diagnosis and management. *Infectious Disease Clinics of North America*. September, UK: Elsevier, vol. 7, no. 3, pp. 503-525.
- [58] Zimmerman, S. K. y Needham, C. A. (1995). Comparison of conventional stool concentration and preserved smear methods with Merifluor *Cryptosporidium*/Giardia Direct immunofluorescence Assay and ProSpecT Giardia EZ Microplate Assay for the detection of *Giardia lamblia*. *Journal of Clinical Microbiology*. USA: American Society for Microbiology, vol. 33, no. 7, pp. 1942-1943. [En línea] Disponible en: <<http://jcm.asm.org/cgi/reprint/33/7/1942>>, consultada: enero de 2009.

- [59] Beal, C. B., Viens, P., Grant, R. G. L. y Hugles, J. M. (1970). A New Technique for Sampling Duodenal Contents: Demonstration of Upper Small-Bowel Pathogens. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. March, USA: AJTMH, no. 19, pp. 349-352.
- [60] Madison, S. E. (1991). Serodiagnosis of parasitic diseases. *Clinical Microbiology Reviews*. USA: American Society for Microbiology, vol. 4, no. 4, pp. 457-469. [En línea] Disponible en: <<http://cmr.asm.org/cgi/reprint/4/4/457>>, consultada: diciembre de 2008.
- [61] Shepherd, R. W. y Boreham, P. F. (1989). Recent advances in the diagnosis and management of giardiasis. *Scandinavian Journal of Gastroenterology - Supplement*. Norway: Informa Healthcare, vol. 24, no. 2, sup. 169, pp. 60-64.
- [62] Guerreiro, N. M., Herrera, P. M., de Escalona, L., de Kolster, C. E., de Yanes, V. G., de Febres, O., Naveda, O. y de Naveda, M. (1991). *Giardia lamblia*: comparison of two diagnostic methods and evaluation of response to treatment with metronidazole. *G E N*. Venezuela: Sociedad Venezolana de Gastroenterología, Abril-Junio, vol. 45, no. 2, pp. 105-110.
- [63] Duque-Beltrán, S., Nicholls-Orejuela, R. S., Arévalo-Jamaica, A., Guerrero-Lozano, R., Montenegro, S. y James, M.A. (2002). Detection of *Giardia duodenalis* Antigen in Human Fecal Eluates by Enzyme-linked Immunosorbent Assay Using Polyclonal Antibodies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Río de Janeiro, Brasil, vol. 97, no. 8, pp. 1165-1168. [En línea] Disponible en: <<http://memorias.ioc.fiocruz.br/978/4602.pdf>>, consultada: diciembre de 2008.
- [64] Vázquez Tsuji, O. (2001). Antiparasitarios Giardiasis en Antimicrobianos, Antivirales, Antiparasitarios, Antimicóticos e Inmunomoduladores. González, S. N. y Saltigeral, S. P. 5a. ed., México: McGraw Hill, pp. 155-158.
- [65] Lerman, S. J. y Walker, R. A. (1982). Treatment of giardiasis: literature review and recommendations. *Clinical Pediatrics*. (Phila). Julio, London: SAGE Publications, vol. 21, no. 7, pp. 409-414.
- [66] Wright, S. G., Tomkins, A. M. y Ridley, D. S. (1977). Giardiasis: clinical and therapeutic aspects. *Gut*. Mayo. UK: British Society of Gastroenterology, no. 18, pp. 343-350.
- [67] Escobedo, A. A. y Cimerman, S. (2007). Giardiasis: a pharmacotherapy review. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*. August, UK: Informa Pharmaceutical Science, vol. 8, no. 12, pp. 1885-1902.
- [68] Nash, T. E. (2001). Treatment of *Giardia lamblia* infections. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. February, USA: Lippincott Williams & Wilkins, vol. 20, no. 2, pp. 193-195.
- [69] Ortiz, J. J., Ayoub, A., Gargala, G., Chegne, N. L. y Favennec, L. (2001). Randomized clinical study of nitazoxanide compared to metronidazole in the treatment of symptomatic giardiasis in children from Northern Peru. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. UK: Wiley-Blackwell, no. 15, pp. 1409-1415.
- [70] Speelman, P. (1985). Single-dose tinidazole for the treatment of giardiasis. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. Febrero, USA: American Society for Microbiology, no. 27, no. 2, pp. 227-229. [En línea] Disponible en: <<http://aac.asm.org/cgi/reprint/27/2/227>>, consultada: noviembre de 2008.
- [71] Noemí, H. I., Herskovic, L. P., Muñoz, C. E. y Armas, A. J. (1982). Tratamiento de Infecciones por *Giardia lamblia* con Tinidazol. *Revista Chilena de Pediatría*. Chile: Sociedad Chilena de Pediatría, vol. 53, no. 1-6, pp. 555-557. ISSN 0370-4106. [En línea] Disponible en: <<http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v53n1-6/art58.pdf>>, consultada: enero de 2009.

- [72] Escobedo, A. A., Álvarez, G., González, M. E., Almirall, P., Cañete, R., Cimerman, S., Ruiz, A. y Pérez, R. (2008). The treatment of giardiasis in children: single-dose tinidazole compared with 3 days of nitazoxanide. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. April, USA: Maney, vol. 102, no. 3, pp. 199-207.
- [73] Cañete, R., Escobedo, A. A., González, M. E., Almirall, P. y Cantelar, N. (2006). A randomized, controlled, open-label trial of a single day of mebendazole versus a single dose of tinidazole in the treatment of giardiasis in children. *Current Medical Research and Opinion*. UK: LibraPharm, vol. 22, no. 11, pp. 2131-2136.
- [74] Garg, B. (1967). Giardiasis, its treatment with furazolidone. *The Indian Practitioner*. India: Bombay, vol. 20, no. 1, pp. 77-81.
- [75] Murphy, T. V. y Nelson, J. D. (1983). Five versus ten days therapy with furazolidone for giardiasis. *The American Journal of Disease of Children*. Chicago: American Medical Association, vol. 137, no. 3, pp. 267-270.

BIBLIOGRAFÍA

- Wensaas, K. A., Langeland, N. y Rortveit, G. (2009). Prevalence of recurring symptoms after infection with *Giardia lamblia* in a non-endemic area. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*. Marzo, UK: Informa Healthcare, vol. 27, no. 1, pp. 12-17.

Globalización económica y organización del espacio urbano: el caso de Santiago de Chile, la gran megalópolis de América Latina

Jaime Uribe Cortéz

Estudiante de doctorado en Estudios Urbanos,
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-A)

E-mail: rostrodeleon1@yahoo.com.mx

[Recibido: Abril 4, 2008. Aceptado: Octubre 9, 2008](#)

RESUMEN

Para muchos autores, las raíces del fenómeno llamado globalización estarían en la respuesta del sistema a la crisis de los 70: desregulación de los mercados y modos de producción flexibles, ambos posibles por los avances de la informática, etc. Este fenómeno ha instigado consecuencias y cambios en diversos ámbitos de la vida social; por ejemplo, en la concepción del espacio urbano y la calidad de vida de la población. Por eso, este escrito, es una oportunidad para revisar algunos efectos de la globalización en el espacio urbano, específicamente, Santiago de Chile.

Palabras Clave: globalización económica, libre mercado, espacio urbano y política económica.

ABSTRACT

For many authors, the roots of the phenomenon called globalization would be in the response of the system to the crisis of the 70: deregulation of the markets and flexible production methods, both possible for the advances of computer science, etc. This phenomenon has instigated consequences and changes in diverse areas of the social life; for example, in the conception of the urban space and the quality of life of the population. Because of it, this writing, it is an opportunity to check some effects of the globalization in the urban space, specifically, Santiago of Chile.

Keywords: economic globalization, free market, urban space and economic politics (policy).

INTRODUCCIÓN

El jueves 4 de mayo de este año el economista Paul Krugman profesor reconocido del Instituto Tecnológico de Massachusetts dio una conferencia en Lima, auspiciada por el Instituto Peruano de Administración de Empresas (IPAE) en temas relacionados a la economía internacional, globalización y a las crisis económicas más resaltantes en los últimos años. [1]

El Dr. Krugman inició la conferencia explicando 5 puntos importantes relacionados con la globalización económica. Primero, en los últimos 20 años el comercio

internacional ha crecido de manera intensa; segundo, los excesos de ahorros internos de los países desarrollados han sido transferidos a los países en desarrollo, lo que ha originado movimientos de capitales y mucha especulación; tercero, la inversión directa (empresas transnacionales) ha crecido pero de manera intermitente; cuarto, la libre movilidad del recurso humano; y, quinto la difusión de las ideas, de las diferentes culturas y sobre todo la disponibilidad de la información en tiempo real.

Destacó la importancia del desarrollo de la tecnología y su influencia en la globalización de la economía. Tenemos el caso del fax que hasta el momento ha sido el invento que más ha estrechado distancias entre comerciantes, al igual que la informática. Sin embargo la tecnología no es el único factor. Tenemos como ejemplo las dos guerras mundiales y las ideologías contradictorias de los bloques económicos, capitalismo y comunismo, que aún con niveles considerables de avance tecnológico ocasionaría que la globalización no se expandiera y, muy por el contrario, fuera interrumpida.

Otro factor influyente en la globalización fue la política económica, es decir, la voluntad de los gobernantes para impulsar políticas económicas orientadas al libre mercado, las cuales han ocasionado que el comercio internacional se expanda trayendo como consecuencia el incremento en la actividad comercial y de servicios.

También se analizó el caso de Asia: hace tres años se hablaba del milagro asiático y se emulaba las políticas de desarrollo adoptadas por los tigres y dragones asiáticos, las mismas que consistían en términos generales en un crecimiento hacia afuera, con protección a la industria nacional, y estados interventores fuertes orientados al mercado.

La mayoría de los países latinoamericanos adoptaron políticas de desarrollo con crecimiento hacia adentro vía la estrategia de sustitución de importaciones para crear demanda interna y no depender de los ciclos internacionales que afectan los precios de las materias primas y por tanto la capacidad de importación. Esta estrategia no dio los resultados que se esperaban, pues dirigió el esfuerzo en aspectos macroeconómicos y dejó en un segundo plano la eficiencia propia del mercado en los procesos productivos, misma que no se desarrolla en mercados intervenidos por el Estado. [1]

Se explicó la secuencia de las crisis económicas de los países: la recesión deprime los ingresos tributarios y aparecen déficits fiscales (gastos menos ingresos) y presiones a la devaluación de la moneda nacional o aumento del tipo de cambio. Luego se toman las medidas ya conocidas como la devaluación, la eliminación del déficit fiscal y la negociación de la deuda externa. La economía se estabiliza, la inflación disminuye, los capitales de corto plazo comienzan a ingresar al sistema financiero como ahorro externo cubriendo el déficit en las cuentas externas (diferencia entre las importaciones y las exportaciones que se ve reflejada en el déficit de ahorro interno versus inversión). [1]

Lo anterior denota las condiciones macroeconómicas por las cuales atraviesa un país. No obstante, la globalización afecta a otros ámbitos de la sociedad, por ejemplo, el espacio urbano y el concepto de ciudad. Ciertamente es que esta tendencia mundial incide grandemente en la calidad y bienestar de la población mundial; en la readecuación de las normas y reglas de intercambio de las instituciones económicas; en las relaciones entre sociedad y Estado. No obstante, no sólo afecta las variables macroeconómicas de la sociedad mundial, también afecta la conformación del espacio urbano y las prácticas sociales, incidiendo directamente en la forma de vida urbana de la sociedad en general.

Debido a lo anterior y a la importancia que posee el avance de la globalización sobre la estabilidad de la ciudad, en este artículo describiremos cómo la globalización de la economía afecta la reorganización del espacio urbano. Concretamente analizaremos el caso de Santiago de Chile, una ciudad que se ha convertido en un referente de la economía en las áreas metropolitanas de América Latina, reestructurando la concepción del espacio urbano y las prácticas sociales de manera tajante.

Desarrollo:

Efectos de la globalización económica sobre la organización del espacio en la sociedad mundial y en Santiago de Chile

Análisis general sobre la organización del espacio urbano en el mundo

Desde la perspectiva de Neil Brenner, [2] en décadas recientes, los investigadores urbanos han identificado varias ciudades globales como nodos espaciales claves de la economía mundial, puntos de base localizados para la acumulación del capital. Desde la formulación inicial de la hipótesis de la ciudad mundial, a principios de la década de los años 80 del siglo pasado, desarrollada por Friedmann y Wolf, [3] la teoría de la ciudad mundial se ha consolidado como marco principal para la investigación crítica sobre las ciudades contemporáneas, y más generalmente, sobre la cambiante organización espacial de la economía mundial. [4] Vinculando los estudios urbanos directamente a la economía política internacional y el análisis del sistema mundo, la teoría de la ciudad mundial ha desafiado a los investigadores urbanos a analizar las escalas supra urbanas en las cuales las ciudades están insertas.

Al mismo tiempo, al analizar la actual configuración de la economía mundial en términos de sus nodos urbanos predominantes y de sus redes interurbanas, la teoría de la ciudad mundial también ha desafiado a los economistas políticos internacionales a analizar las geografías sub nacionales y supra nacionales del capitalismo que están incorporadas en los procesos de urbanización. Al integrar las diferentes escalas espaciales sobre las cuales cada uno de estos campos de investigación ha ido sustentado una sola estructura analítica, la teoría de la ciudad mundial también ha contribuido al proyecto más amplio de superar los enfoques Estado céntricos en las ciencias sociales, el cual ha ganado rápidamente espacio en años recientes. [5].

Al hablar de la teoría de la ciudad, necesario es categorizar los Estados céntricos en la dualidad global y local; palabras características de la mundialización del tráfico de bienes y servicios económicos; no obstante, Saskia Sassen [6] llegó y dijo que hay un tercer elemento, la carta robada de los urbanistas y planificadores hipermodernos: las ciudades, convertidas en locaciones y complejos que emergían como un nuevo sistema de división de la oferta de servicios interconectados por las redes de fibra óptica, todo en tiempo real. Pero se trata de determinadas ciudades, no de todas. Se trata de ciudades desmontables, no lugares a los que por definición es imposible fijar más que como funciones de paso, justamente porque su fuerte es la deslocalización y la interacción digital. Así es como ha surgido la concepción de megaciudad:

La megaciudad dista de ser un mero accidente demográfico, un error o una catástrofe irremediable, es un hito más en el proceso de urbanización acelerada del mundo. Las megalópolis no aparecen antes de la segunda mitad del siglo XX, a pesar de que los flujos migratorios del campo a la ciudad se han dado con amplitud desde el inicio de la revolución industrial, y de que la tendencia a concentrar poder y recursos en una ciudad capital no es ninguna novedad histórica. Las megaciudades aparecen cuando se dan los medios tecnológicos, logísticos y organizativos que hacen viable una colmena humana de más de 15 millones de habitantes. [6]

El concepto de megaciudad estriba en que estas ciudades se integran en una lógica global más que nacional, son el punto de enlace entre la economía mundial y regiones que ofrecen salarios baratos y, por ejemplo, maquilas: ciudades en transición de una economía de manufactura e industria a una economía de comercio, finanzas y turismo. Por ejemplo, desde el aire, Buenos Aires es un manchón irregular, iluminado al norte, menos iluminado al sur, con arterias que entran al casco urbano desde el conurbano y con la lupa de Google Earth hasta saltan los shoppings y los complejos deportivos y de la industria del entretenimiento. Parado en Santa Fe y Callao, digamos, ningún turista, o argentino más o menos mundano tendría inconveniente en encontrar, en ese cruce y alrededores, todas las marcas, servicios y bienes simbólicos que se encuentran en otras capitales. Es el mismo lugar en otro lugar. Eso, para los beneficiados, que no son legión.

No obstante, existen consecuencias de semejante expansión de la ciudad. Éstas a veces toman forma de pobreza y degradación, por ejemplo, el medio ambiente, que es uno de los principales problemas que aquejan a las ciudades, especialmente a las del sur del continente. Si bien las densamente pobladas son el centro económico de los países, también son agentes de grandes desequilibrios sociales. En estas ciudades, más del sesenta por ciento de los ciudadanos tiene sus necesidades básicas insatisfechas; y por más que existan poblaciones y áreas urbanas que mejoraron su calidad de vida, no existen, hasta el momento, ciudades sustentables (entiéndase: que cuenten y ofrezcan a quienes las habiten servicios para todos, un medio ambiente sano, viviendas dignas y suficientes, seguridad, parques, espacios deportivos y de recreación, convivencia social, empleo digno, atención sanitaria, educación y acceso a la actividad cultural). Agrega Sassen: “Aprovechar los recursos es fundamental, está en relación directa con el desarrollo sustentable, tanto en la distribución de viviendas, comercios, industrias, como en el uso eficiente de las áreas verdes”.

En este contexto, la tecnocracia urbana, lejos de integrar el crecimiento de la ciudad, hizo prevalecer los intereses privados por sobre los públicos. Es lo que escribe David Harvey en *The Urban Experience*: “el espacio urbano está fragmentado en áreas bajo control de poderes privados, se inhibe la libre circulación de sus habitantes, se promueven lugares cerrados en vez de lugares abiertos”. [7]

La fragmentación del espacio urbano permite el despliegue de lo que Stephen Graham llama *premium networked spaces*: áreas financieras y de negocios exclusivas de administración semiprivada, vías de transporte tan caras que están sólo al alcance de una elite, construcción de *malls*, lo que se llama *infrastructural consumerism*: centros de consumo de arquitectura fortificada aislados de su entorno urbano, a los que se llega sólo en auto; edificios perimetrados, enrejados, vigilados por circuito de TV y seguridad privadas, construidos entre favelas y/o villas miseria. Elementos que fragmentan, segregan y privatizan el espacio y que hacen de la cohesión social un recuerdo.

La elite de la megalópolis vive en enclaves fortificados, en barrios cerrados, con todos los servicios posibles para vivir sin necesidad de salir. Se toma ventaja de la mano de obra barata para emplear personal doméstico: limpieza, cocineras, choferes, etcétera. Y van al trabajo en autos blindados, donde la política de hierro es la identificación. El transporte público y caminar es cuestión de obesos o de pobres.

Santiago la gran megalópolis citadina de América Latina

Los cambios recientes observados en la modalidad neoliberal adquirida por la globalización no han modificado la esencia de la ciudad capitalista, que continúa como el territorio donde se asientan los soportes materiales necesarios a la producción y reproducción del capital, así como de la fuerza de trabajo. Al mismo tiempo, el espacio urbano sigue siendo el espacio privilegiado en la construcción de la compleja ingeniería del consenso mediante el cual se legitima la hegemonía del capital.

Santiago de Chile es el ejemplo más patente entre muchos otros. Habrá que decir que este país ha tenido un crecimiento económico estable durante la última década, a una tasa aproximada de 7.6 anual. Santiago, como el país, visto desde las grandes cifras, no parece presentar problemas. Más bien lo opuesto: las cosas van muy bien, aceptando, por supuesto, los vaivenes normales en una economía en desarrollo, cada vez más inserta en los mercados internacionales y dependiente de ellos.

La ciudad de Santiago tiene una economía diversificada con una predominancia de los servicios financieros; concentra el 48% del PIB; su tasa de crecimiento promedio anual durante la década ha sido de 8.5%, superior al promedio nacional (7.6%). En los últimos años, las cifras de desempleo han descendido y las tasas de indigencia y pobreza son las menores del país. La indigencia se ha reducido de 9.6% en 1990 a 3.5% en 1998; la pobreza, de 33% a 15.4%. Si bien los efectos de la crisis asiática han modificado estas cifras, es previsible que el país y la ciudad retomen su camino exitoso.

La globalización, sin embargo, ha impuesto cambios al proceso urbano y, aun conservando su esencia, las ciudades se transforman para adecuarse a las nuevas

exigencias de la acumulación del capital, dando lugar al surgimiento de las megalópolis y la ciudad global. Así, Santiago, en el aspecto urbano, el concepto de ciudad no es tan halagado por los habitantes y estudiosos sobre el tema. La ciudad mirada desde más cerca tiene una cara mucho más compleja, menos exitosa, más difícil de percibir. El punto que queremos destacar en este artículo es que la ciudad muestra una diversidad de rostros con distinto signo. Algunos muestran los éxitos económicos; otros parecieran empinarse, pero sin lograrlo; otros, se han quedado definitivamente al margen de tales logros.

La ciudad de Santiago rebasa la noción de ciudad para clasificarse como megaciudad a partir de dos facetas, en primer lugar, el área metropolitana de Santiago y la región metropolitana de Santiago definiendo lo que se llama arquitectura productiva, es decir, un conjunto de nodos en forma reticular cuya formación en red facilitó la formación de un nuevo paradigma, o una nueva lógica de redefinición de las actividades productivas.

La organización en forma de retículas articuladas en centros y sistemas urbanos pequeños o grandes, en grandes extensiones macrorregionales [8:25] ha influido tajantemente en la evolución de la ciudad en Santiago. En una efectiva ampliación del campo metropolitano de externalidades. En especial, como en Santiago, donde las sedes corporativas empezaron a abandonar el centro histórico para trasladarse paulatinamente a hacia nuevos emplazamientos en áreas menos congestionadas y contaminadas.

Producto de la globalización se ha configurado en Santiago un nuevo concepto de espacio urbano, originando con ello la idea de centralidad y constituyéndose en una nueva geografía transnacional, es el perfecto espacio para una nueva política transnacional.

Con lo anterior, se ha gestado sobre Santiago una nueva geografía urbana de los centros y los márgenes: el predominio de industrias de la información y el crecimiento de la economía mundial, tan inextricablemente vinculados entre sí, han contribuido a crear una nueva geografía urbana basada en la centralidad y la marginalidad. Esta nueva geografía en parte reproduce las desigualdades existentes, pero también es el resultado de una dinámica específica de las formas actuales de crecimiento económico. Asume nuevas formas y opera en muchas arenas, desde la distribución de las instalaciones para las telecomunicaciones hasta la estructura de la economía y del empleo.

CONCLUSIONES

El mejor ejemplo de una megaciudad es Santiago. Me parece que según las definiciones revisadas de "ciudad global" o megaciudad, y tomando en cuenta los análisis de la posición de Santiago en las mediciones internacionales, [9] es posible confirmar que Santiago cumple con los requisitos como para clasificarse como una ciudad tocada por la globalización.

Sin embargo, y tal como se verá en el desarrollo de esta discusión, concuerdo con Luis Fuentes y Carlos Sierralta, quien presenta una serie de particularidades que la hacen distinta del resto de las ciudades; por tanto, es importante aclarar algunas de estas diferencias. Como afirma "América Economía", [9] el éxito internacional de Santiago se debe al éxito del país más que a la gestión de las autoridades de la ciudad; por lo tanto, quizá no sería extraño pensar que Santiago, más que una "ciudad global" o globalizada, es la capital de un "país global", que se encuentra en un proceso creciente de internacionalización de sus relaciones comerciales gracias a la firma de acuerdos de libre comercio con escalas supranacionales y nacionales como la Unión Europea, Corea del Sur y Estados Unidos.

Asimismo, Fuentes y Sierralta comentan que la tendencia a la expansión es clara en Santiago (aunque no una característica exclusiva sólo de este período. [10-12] Respecto a la delimitación física creemos necesario señalar que la ciudad podría considerarse aún como una ciudad relativamente compacta con una tendencia hacia la dispersión tentacular, siguiendo las autopistas interurbanas, asemejándose a una ciudad en forma de estrella. Las causas del tal fenómeno se deben principalmente a dos hechos: la

geografía de la cuenca de Santiago, y la falta de infraestructura intraurbana, que recién ahora se está construyendo, en una segunda fase del programa de concesiones viales. Debido a esto último, Santiago debe considerarse como una ciudad en profunda transformación, quizá la más importante de su historia por la magnitud de los cambios y por la profundidad que pueden alcanzar los fenómenos de dispersión, configurando en definitiva una nueva geografía urbana. [13]

Coincido con los autores en que, desde el punto de vista de la política urbana, estas transformaciones pretenden manejarse reconociendo la tendencia a la expansión, a través del desarrollo ZDUC (Zona de Desarrollo Urbano Condicionado). Con esto se traspasa directamente a las empresas inmobiliarias la tarea del equipamiento y la infraestructura de estas zonas, generando "ciudadelas" autosuficientes en términos de consumo de bienes y servicios, pero profundamente dependientes de los centros tradicionales en la demanda por trabajo. La otra ciudad, la de los pobres, crece intensamente también hacia los bordes (se dispersa), pero fuertemente concentrada (los tamaños de los proyectos son cada vez más grandes).

REFERENCIAS

- [1] Plaza Vidaurre, M. A. (2008). La globalización de la economía y las crisis económicas internacionales. Monografías. [En línea] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/globaln/globaln.shtml?monosearch>, consultado: mayo 7 de 2008.
- [2] Brenner, N. (2003). La formación de la ciudad global y el re-escalamiento del espacio del Estado en la Europa Occidental post-fordista. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, vol. 29, no. 86, mayo. [En línea] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612003008600001&script=sci_arttext#22#22, consultada: mayo 20 de 2008.
- [3] Friedmann, J. & Wolf, G. (1982). World city formation: an agenda for research and action. *International Journal of Urban and Regional Research*. UK: John Wiley & Sons, Inc., vol. 6, pp. 309-344.
- [4] Knox, P. & Taylor, P. (Eds.). (1995). *World cities in a world-system*. New York: Cambridge University Press, p.54.
- [5] Agnew, J. & Corbridge, S. (1995). *Mastering Space: Hegemony, Territory and International Political Economy*. New York: Routledge.
- [6] Sassen, S. (2006). *Cities in the world economy*, California: Pine Forge Press, p. 56.
- [7] Havey, D. (1989). *The urban experience*, Baltimore: Maryland Johns Hopkins University Press, p.98.
- [8] Harvey, David (1977), *Urbanismo y desigualdad*. México: Siglo XXI, p. 49.
- [9] Fuentes, L. y Sierralta, C. (2004). Santiago de Chile, ¿ejemplo de una reestructuración capitalista global? *EURE. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*. vol. 30, no. 91, pp. 7-28, Santiago de Chile, diciembre. [En línea] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612004009100002&script=sci_arttext#22#22, consultado: mayo 18, 2008
- [10] Geisse, G. (1986). Tres momentos históricos en la ciudad hispanoamericana del siglo XIX. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, vol. 13, no. 38, pp. 7-33.
- [11] Hardoy, J. E. (1991). Antiguas y nuevas capitales nacionales de América Latina. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, Santiago de Chile, vol. 7, no. 52/53, pp. 8-26.
- [12] De Mattos, C., Fuentes, L. y Sierralta, C. (2004). *Santiago: ¿ciudad de clase mundial?* Santiago: EURE Libros.
- [13] Chacón, P. (2007). Algunas variaciones sobre la idea de ciudad mundo, en *Letras libres*, Chile: Letrillas.

El giro del diseño: transdisciplina y complejidad

M.A.V. Olivia Fragoso Susunaga
Investigadora,
Escuela Mexicana de Arquitectura, Diseño y Comunicación
Universidad La Salle
E-mail: ofs@ulsa.mx, olivilis@gmail.com

[Recibido: Mayo 27, 2008. Aceptado: Octubre 8, 2008](#)

RESUMEN

Desde inicios del siglo anterior los cambios desarrollados en las ciencias naturales y en las matemáticas llevaron a ver y a explicar el mundo de una manera alterna guiada por los descubrimientos en la física y en la teoría cibernética. Esta posición llevó a que científicos y teóricos de distintos campos del saber se inclinaran y optaran por una visión transdisciplinaria y consideraran la complejidad como óptica desde donde abordar su objeto de estudio. Uno de los principales abordajes del estudio del diseño ha sido realizado desde las perspectivas multidisciplinaria e interdisciplinaria; sin embargo, con el cambio de paradigmas se hace necesario la descripción de las principales características del abordaje transdisciplinario y de la complejidad en el estudio y análisis del diseño.

Palabras Clave: diseño gráfico, complejidad, transdisciplina, teoría del diseño.

ABSTRACT

Since the beginning of last century changes developed in natural sciences and in mathematics lead to see and explain the world from an alternative perspective guided by discoveries in physics and in computer science. This position took scientists and theoreticians from different fields of knowledge to prefer and opt for a trans-disciplinary vision as a starting point of their objects of study. One of the main approaches to study design has been made from the multi-disciplinary and inter-disciplinary perspectives; nevertheless, with the paradigm change it becomes necessary to describe the main characteristics of the trans-disciplinary approach and of the complexity in the study and analysis of design.

Keywords: graphic design, complexity, trans-discipline, theory of design.

La imagen de diseño es una categoría compleja que se comprende y explica con mayor claridad en la posibilidad de contar con formas simultáneas y no excluyentes de abordar al mundo. Al ubicarse como observador dentro y fuera del problema de la imagen de diseño se desarrollan propuestas alternas que ofrecen la posibilidad de ver en la contradicción y en la lógica del tercero incluido, soluciones a la problemática del diseño que antes hubieran sido imposibles de concebir. En este planteamiento es fundamental observar el acontecimiento de la imagen de diseño a partir de las múltiples configuraciones concebidas por el cruce de perspectivas desde la transdisciplina y la complejidad. De acuerdo con Tamayo [1] existen diversos tipos de disciplinariedad, la disciplina se caracteriza por tener un objeto material, un objeto formal, una integración teórica, un instrumento analítico, un campo de aplicación y una contingencia histórica. Es importante tener en cuenta que en el conocimiento disciplinar una parte fundamental es el campo en el que se aplica, que debe delimitarse claramente y que el procedimiento analítico y el procedimiento metodológico resultan fundamentales para la interpretación y

comprensión de los datos y hechos que se transformarán posteriormente en conocimiento nuevo.

El acercamiento a la realidad de un científico o de un artista pretende observar e interpretar los fenómenos observados y, de esta manera, mejorar la comprensión de la realidad. Para lograr esta mejora de la realidad Herrán considera dos sentidos básicos:

- a) Vertical o disciplinar, en su propio reservorio epistemológico incluyendo en ella:
 - 1. La diversidad de categorías, tradiciones, líneas, programas de investigación, etc.
 - 2. Otros conocimientos fundamentadores (por debajo) o aplicados (por arriba), capaces de influir y de reorientar planteamientos y objetivos.
- b) Horizontal o epidisciplinar, relacionándose con conocimientos de otras fuentes o entornos, que pudieran ser:
 - 1. De la misma familia epistemológica de ciencias o de artes.
 - 2. De disciplinas aparentemente lejanas o ajenas
 - 3. De otros conocimientos útiles, no circunscritos en disciplina establecida alguna. [2]

La decisión de considerar una visión disciplinaria o epidisciplinaria de la investigación depende de los objetos y fenómenos que se consideran como parte del diseño. La tendencia del conocimiento en el diseño, particularmente a lo largo del siglo XIX y a inicios del XX, tendía a una visión disciplinaria, sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo pasado se ha comenzado a considerar cada vez más la necesidad de contar con una visión epidisciplinaria. Desde este enfoque la transdisciplina como forma de relación de conocimientos de la misma familia epistemológica, de disciplinas al parecer lejanas y de otros conocimientos válidos para el propósito de la investigación que no corresponden a campo disciplinar alguno permiten lograr una mayor comprensión de los fenómenos de las ciencias, las artes y desde luego del diseño como objetos de estudio complejos.

Para aclarar con mayor precisión la pertinencia de apostar por una perspectiva u otra se presenta una selección tomada de Herrán [2], de las diferentes formas de acercarse a la realidad:

- a) La perspectiva disciplinar corresponde a una visión tradicional y estática que en el campo de las ciencias y las artes tiende cada vez más a ser sustituida por una visión epidisciplinar.
- b) La disciplinar es estática, inmodificable, resalta la cohesión interna, más parcial y segmentaria. La visión epidisciplinar desarrolla la convergencia, admite la complejidad como característica de la naturaleza, es más total y unitiva.
- c) La disciplinar es analítica. La epidisciplinar es integradora, global o sintética.
- d) El contexto en el que se sitúa la disciplinar es estático, la epidisciplinar se ubica en un contexto más cambiante con enlazamientos que complejizan los objetos y simplifican las comprensiones en un marco de evolución y transformaciones.
- e) La lógica de la disciplinar es dual, binaria basada en una racionalidad cartesiana. La lógica de la epidisciplinar es dialéctica, dialógica, admite la lógica de la paradoja, de la ruptura y de la sorpresa.
- f) La investigación disciplinar y sus divisiones quedan dentro del campo de conocimiento de la epidisciplinar quien comprende los objetos, pretensiones y métodos de la disciplinaria.
- g) La disciplinar se basta por sí misma en sus procesos, métodos y campos de conocimiento. La epidisciplinar está abierta a aquello que pueda perfeccionar y mejorar su postura.
- h) La disciplinar al basarse en una lógica binaria, desarrolla modelos de investigación duales de aceptación o refutación de hipótesis que se presentan de manera ordenada y sistemática de inicio a fin. La epidisciplinar rebasa los presupuestos, las anticipaciones, las expectativas, las hipótesis y los límites de los investigadores, se construye y define a sí misma en el transcurso de la investigación.

- i) En lo referente a la forma de enfrentar la realidad con el conocimiento la disciplinar valora mucho más la capacidad de resolución de problemas y la originalidad orientada y limitada mientras que la epidisciplinar considera mucho más la capacidad de relación, la síntesis reorganizadora, la recombinación constructiva y los saltos que dan pie a la ampliación del conocimiento.
- j) La disciplinar podría representarse por un vector con dirección, intensidad y sentido. La epidisciplinar podría representarse con una espiral de muchos vectores tangenciales que se elevan evolutivamente.

Una perspectiva pluridisciplinaria, menciona Tamayo, [1] implica un conjunto de disciplinas que desde el mismo nivel de jerarquía y en yuxtaposición tienen marcadas relaciones entre ellas a fin de resolver de manera más cooperativa la interpretación y el acercamiento a la realidad. El problema de la perspectiva pluridisciplinaria es que falta una coordinación que permita la integración del conocimiento.

El siguiente nivel en la jerarquía disciplinar corresponde a la interdisciplinariedad considerada como un conjunto de disciplinas organizadas en dos niveles en donde una de ellas es la que posee el mayor nivel jerárquico. Existe conexión entre las distintas disciplinas que participan y la relación entre ellas es clara y definida con la finalidad de que no sea posible el trabajo aislado. En este tipo de acercamiento a la realidad se dan multiplicidad de objetivos y la finalidad de éstos apunta a un nivel superior al descriptivo en campos que aportan axiomas y modelos mucho más generalizantes y abarcadores que pueden transferirse a otros conocimientos. La neurobiología y la psicopedagogía son claros ejemplos de interdisciplinariedad.

El mundo tiene una naturaleza compleja, innumerables fenómenos interactúan de manera simultánea en diversos órdenes. Salvo en el laboratorio del científico, los fenómenos de la realidad se manifiestan en interacción con múltiples acontecimientos.

Dada su propia naturaleza, el hombre mismo desde su nacimiento tiende a desarrollar una forma de conocimiento del mundo en la que intervienen todos sus sentidos y que se desliza con facilidad en el entorno entero.

Es la educación social y escolar la que va minando la capacidad de conocer de manera compleja, son pocas personas las que logran escapar a los límites que imponen los sistemas educativos y logran llegar a una edad adulta con la capacidad de investigar al mundo como un ente complejo.

Sin embargo, si se piensa en el diseño, recibiría distintas apreciaciones si es analizado desde la sociología, la política, la filosofía, la antropología, la arquitectura, el urbanismo, la psicología, el diseño gráfico, la física, los sistemas de información, las matemáticas, etc. Los distintos acercamientos por sí mismos ofrecerían una visión de la realidad parcial, dual, reducida, limitada, relativa e incompleta.

El desarrollo del conocimiento del diseño provoca el establecimiento de nuevas bases paradigmáticas y, por otra parte propicia la consolidación del diseño al responder desde la participación con fundamentos teóricos que reforzarán los principios planteados.

La transdisciplinariedad intenta ordenar articuladamente el conocimiento, coordinándolo y subordinándolo en una pirámide que permita considerar orgánicamente todas las ciencias. Busca que las relaciones entre las disciplinas trasciendan en la integración de un conjunto con sentido y que pueda englobar el término de la transdisciplinariedad, bajo el supuesto de unidad entre diversas disciplinas que le permitan interpretar la realidad y los fenómenos que se presuponen unitarios. Este tipo presenta niveles y objetivos múltiples, coordinados hacia una finalidad común de los sistemas. [1:86-87]

El estudio desde una visión epidisciplinar que incluye un abordaje transdisciplinario del conocimiento se comenzó a desarrollar en las ciencias naturales y humanas desde mediados del siglo anterior, principalmente con el desarrollo de la cibernética y la física cuántica. Sin embargo, la necesidad de encontrar respuestas a problemas que no son resueltos por el conocimiento existente se extiende a todas las ramas del saber humano. La transdisciplina, como concepto distinto a la interdisciplina, fue planteada en la década de los 70 por Piaget. [3] El término *trans* implica “cruzar”, “atravesar”, “estar entre”, “ir más allá”, “trascender a”. La transdisciplina no significa una nueva disciplina, es una forma de hacer dialogar las disciplinas, borrando los rígidos límites que marcaban separación entre las fronteras del conocimiento, permite una relación más incluyente, más tolerante, de tal suerte que en la interacción se obtenga una síntesis adecuada a la complejidad del objeto que se estudia. Erich Jantsch, menciona Klein, [4] desde una óptica de los lenguajes de la lógica, la cibernética, la planificación, la teoría general de sistemas y la teoría organizacional propuso un modelo transdisciplinario con un mutuo enriquecimiento de epistemologías para lo que era necesaria la creación de instituciones que formarían sujetos capaces de desarrollar el juicio en situaciones complejas y cambiantes. Jantsh tenía una visión sistémica que reemplazaría la manera lineal de solución de problemas de la ciencia. El conocimiento, después de la década de los años setenta, tuvo desarrollos basados en visiones más holísticas que analizaban realidades más complejas, como es el caso del feminismo, la socio biología, las ciencias políticas y la cultura, por tal motivo esta postura no niega la existencia de las disciplinas por separado sino que acepta los cruces del conocimiento correspondiente a las ciencias sociales, a las ciencias naturales y a las humanidades, permitiendo con esto compartir fundamentos y supuestos teóricos y metodológicos.

La principal tarea [de la transdisciplina] es la elaboración de un nuevo lenguaje, de una nueva lógica, y de nuevos conceptos que permitan un dialogo genuino entre diferentes dominios. La transdisciplinariedad no es una nueva disciplina, una herramienta teórica, o una súper disciplina. Es la ciencia y el arte de descubrir puentes entre diferentes objetos y áreas de conocimiento. [4:35]

En el año de 1994 se reunieron pensadores de diversas partes del mundo con el objetivo de definir y llegar a acuerdos con respecto a la definición de la transdisciplina. En el Convento de Arrábida, Portugal se firma la Carta de la Transdisciplinariedad, [5] la cual sintetiza principios fundantes que se consideran relevantes para la comprensión de la visión transdisciplinaria del diseño. La carta pone en evidencia la expansión del conocimiento, expansión a la que se ha llegado a nivel planetario en donde los discursos académicos son múltiples. En el contexto en el que vivimos el diseño se enfrenta a una gran acumulación de conocimiento por lo que no se interpreta la realidad desde un punto de vista y concepción de verdad ya no es universal y única. Se ha reconocido que en el abordaje de los problemas se presentan diferentes niveles de realidad por lo que es necesario que la imagen se aborde con varios sistemas de lógica que, junto con la lógica racional lineal, permiten la adecuada comprensión y explicación de los fenómenos. El diseño se produce, distribuye y consume en un mundo complejo en el que el saber es exponencial y los individuos al interior de sí mismos se encuentran en una situación de paradoja pues el conocimiento acumulado es muy grande, pero a pesar de ello se presenta un empobrecimiento espiritual y de despreocupación por el entorno social y natural cada vez más grande, lo que lleva a una necesaria reflexión sobre la posición que debe tener el hombre ante el mundo. Una postura transdisciplinaria en el diseño permitiría solucionar esta situación mediante la reflexión que el hombre debe hacer con respecto a su relación con el conocimiento, la ciencia, las artes y la naturaleza. Esto significa que una postura transdisciplinaria no busca descalificar ninguna de las propuestas disciplinarias, su visión es ir más allá de las disciplinas, por lo que esta postura es complementaria a la visión disciplinaria, interdisciplinaria y multidisciplinaria que, por cierto, han caracterizado a la manera de abordar y resolver los fenómenos del diseño. La transdisciplina pretende hacer dialogar a las disciplinas en una confrontación de elementos fundamentales de las disciplinas cuyo resultado haga surgir nuevos datos

en una propuesta que sintetice una manera distinta de abordar la realidad. Por ello, en la transdisciplina no se busca dominar muchas disciplinas sino que de lo que se trata es de lograr la apertura suficiente para que las disciplinas permitan transitar, a través de sus fronteras, sin los rígidos límites del formalismo excesivo ocasionado por la postura disciplinaria que dominó el conocimiento durante la mayor parte de los siglos XIX y XX. Esta actitud transdisciplinaria ocasiona que el conocimiento obtenido sobre los fenómenos del diseño esté bajo una forma de racionalidad abierta que proporciona una manera alterna de explicar la realidad bajo una óptica que no favorece la acumulación y la abstracción en el conocimiento, sino que permite poner en contexto, globalizar y concretar, en una situación más adecuada a las necesidades de la época en la que vivimos, los objetos complejos que se estudian.

La propuesta transdisciplinaria ha tenido, de acuerdo con Martín-Barbero, [6] el establecimiento de relaciones cada vez más fuertes no sólo entre las ciencias exactas con las ciencias sociales o humanas sino entre éstas y la literatura, el arte, la vida cotidiana, la intuición y la imaginación social pues está abierta a la diversidad de lenguajes y escrituras.

Nicolescu, [7] quien ha sido uno de los pilares de la perspectiva transdisciplinaria, identifica tres puntos fundamentales del nuevo abordaje: múltiples niveles de realidad, lógica del tercero incluido y complejidad.

Con múltiples niveles de la realidad Nicolescu hace referencia a los descubrimientos hechos por la física cuántica que generaron un fuerte impacto en la filosofía al cuestionar la existencia de un solo nivel de realidad perteneciente a un sistema invariante a la acción de leyes generales. La física cuántica responde a leyes distintas a aquellas planteadas por la física clásica que funciona a un nivel macro físico. En la física, al cambiar de un nivel macro a un nivel cuántico no sólo cambian las leyes sino también los conceptos que los explican y la lógica que se aplica en uno y otro. Este cambio en la concepción de la realidad que se dio en las ciencias y que, posteriormente, alcanzó a la filosofía se observa en la lógica del tercero incluido. En un sistema cuántico es posible la observación de pares que podrían ser mutuamente excluyentes o contradictorios: continuidad y discontinuidad, separabilidad y no separabilidad, simetría y ruptura de simetría.

El reconocimiento del tercero incluido acepta la posibilidad, de acuerdo con la interpretación de Nicolescu, de un tercer término denominado A y no A, que permite aclarar la concepción de distintos niveles de realidad pues el tercero incluido que está en un nivel de realidad interactúa y aporta coherencia a dos sistemas contradictorios que se encuentran en un nivel de realidad contiguo y esta dialéctica se da indefinidamente en una estructura abierta de unidad que corresponde al teorema de la incompletud de Gödel. El conocimiento, desde la visión transdisciplinaria, posee como característica la imposibilidad de ser cerrado, suprime la homogeneización y la reducción con un nuevo principio de realidad basado en la interacción de una pluralidad compleja y una unidad abierta. El conocimiento, desde la lógica del tercero incluido, implica la interacción en un *continuum* de pares de conceptos contradictorios correspondientes a distintos niveles de realidad, distintas dimensiones, que dan como resultado una nueva teoría que elimina las contradicciones y que, al mismo tiempo, resulta temporal pues forma parte del *continuum* que implica nuevas contradicciones e interacciones, dando como resultado la evolución del conocimiento. Este punto de vista significa que el intento de investigar cualquier objeto desde la perspectiva disciplinaria es inútil. [7]

La transdisciplina, según Nicolescu, implica la necesidad que al concebir un objeto es necesario estar conscientes de la coexistencia de una pluralidad compleja y una unidad abierta, lo que significa que no es factible determinar cuál de los distintos niveles de realidad es el eje sobre el cual se debe centrar la investigación de los objetos,

principalmente por el hecho de que la realidad es lo que es en relación a los distintos niveles de interacción que son percibidos en relación al objeto, lo que significa que la realidad no sólo es multidimensional sino que también es multirreferencial.

Nicolescu menciona que la coherencia entre los distintos niveles de realidad con los diferentes niveles de percepción presuponen una zona de no-resistencia a la percepción, lo que implica la constitución del sujeto transdisciplinario. En el conocimiento transdisciplinario existen dos zonas, la de percepción y de no-resistencia: la del sujeto y la del objeto. Entre ambas zonas se da la interacción, es decir, el flujo de información que cruza los distintos niveles de realidad y el flujo de conciencia cruzando los distintos niveles de percepción por ello. Los dos flujos que se presentan de manera isomórfica conducen al conocimiento que no es subjetivo ni objetivo, sino que es al mismo tiempo subjetivo y objetivo.

Se trata de un producto híbrido, como resultado de la "generación colectiva de sentido". La *intersubjetividad*, el proceso por el cual los participantes aprenden a escuchar y a comprender a los demás, requiere un esfuerzo incesante de mutua comprensión tanto para entender como para actuar. A medida que van emergiendo progresivamente significados, diagnósticos y objetivos comunes, los intereses y las visiones individuales son visualizadas desde una perspectiva diferente. [4:40]

La zona de no-resistencia faculta el conocimiento del universo y del ser humano al mismo tiempo que queda establecida la diferencia entre ambos. La transdisciplina, menciona Nicolescu, es el rompimiento con el dualismo binario que establece la oposición por pares entre sujeto/objeto, materia/conciencia, naturaleza/divinidad, simplicidad/complejidad, reduccionismo/holismo, subjetivo/objetivo, diversidad/unidad. La dualidad es sustituida por una unidad abierta que engloba al universo con la humanidad. [7]

Existe en el sujeto transdisciplinario una visión compleja del mundo, del conocimiento pero sobre todo de sí mismo, particularmente en el momento de la reflexión y la actualización de la realidad, la cual deja de ser una abstracción idealista; de esta manera, el sujeto cognoscente se incorpora en el proceso de investigación.

Es preciso una nueva concepción de *sujeto*, distinta tanto a la visión metafísica que lo empobrece al reducirlo a pura inmaterialidad trascendental, como a la visión positivista que lo exilia sancionando la subjetividad como ruido a ser silenciado. Es necesaria una nueva concepción de *realidad*, que no la divorcie entre *a priori* y empirias. Es necesario, por último, un nuevo modo de producción de *conocimiento*, con más apuesta a la integración que a los territorios, con más vocación federal que imperial. [8:100]

Desde la propuesta freudiana, el sujeto ha sido despojado del ideal de dominio de sí mismo. La certeza racional de la conciencia, control y comprensión del sí y del entorno se desplaza provocando en el sujeto un aumento de incertidumbre que lo lleva a la necesidad de mantener una actitud más humilde, particularmente en el ámbito del conocimiento, pues cuando el Yo de la triada freudiana habla, hablamos todos.

El hombre es loco-cuerdo. La verdad humana trae consigo el error. El orden humano implica el desorden. Así, pues, se trata de preguntarnos si los progresos de la complejidad, de la invención, de la inteligencia y de la sociedad se han producido *a pesar, con o a causa* del desorden, del error y del fantasma. Y nuestra respuesta es *a causa, con y a pesar de* a un mismo tiempo, pues la buena respuesta sólo puede ser compleja y contradictoria. [9:133]

El problema de la comprensión y la explicación de las actividades de los otros que incluyen los esquemas de acción, la referencialidad, la intencionalidad en el contexto de la investigación transdisciplinaria, de acuerdo con Morín, se resuelve desde un enfoque sistémico en el campo de la observación de segundo orden: la observación del observador, la auto observación. Se elimina la ruptura entre sujeto-objeto, entre conocer

y no conocer. No hay comprensión sin explicación. La explicación provee las reglas y las estructuras de organización, la comprensión reconstruye a los seres, los individuos y los sujetos. [10] La postura transdisciplinaria del conocimiento desde un observador que al mismo tiempo es sujeto que observa y objeto observado permite prevenir la fractura entre saber y no saber. Incluye el reconocimiento, desde una situación compleja, de sí mismo como observador, de la propia ideología y de las intervenciones realizadas en el contexto que se mezclan en la explicación y la comprensión del fenómeno investigado en una clara relación con el otro en un vínculo sociocultural intersubjetivo, dialógico, multidimensional y multirreferencial.

El estudio de la complejidad surge como una propuesta que cuestiona el tipo de pensamiento que impera en occidente a partir de los planteamientos de Descartes, caracterizados por estar orientados a la simplificación (abstracción), reducción y disyunción en el razonamiento. El conocimiento producido por el pensamiento cartesiano se caracteriza por ser fragmentado, impide ver la relación entre las partes y el todo, imposibilita ver a los objetos en su contexto y relacionados con los elementos que lo afectan. [11]

Etimológicamente, complejidad proviene de *complexus* (red que abraza o comprende partes), se entiende como lo que está tejido en conjunto, lo que implica la paradoja de lo uno y lo múltiple al mismo tiempo, una urdimbre de eventos, acciones, interacciones, azares y sucesos inesperados. Por la multiplicidad de interacciones y de posibilidades, la complejidad conlleva la idea de desorden, complicación, de lo incierto, de lo enredado, de lo oscuro, por lo que el pensamiento cartesiano se aseguró de eliminarlo del proceso científico. Sin embargo, ante la evolución del conocimiento a la que se arribó a partir de los datos aportados, en principio, por la física cuántica y por la cibernética se llegó a la necesidad de incorporar el concepto de la complejidad como fundamento para la comprensión y explicación de la realidad. [12] El término complejidad se relaciona, de acuerdo con Capra, [13] con el latín *complecti* (entrelazar) y *complexus* (red), lo que implica un acento en la no linealidad de la complejidad concebida más como una red de enlazamientos, en donde el eje de estudio se desplaza de las estructuras a los acontecimientos que se dan en las interacciones, las relaciones e interdependencias, desplazando así el centro del conocimiento de lo cuantitativo a lo cualitativo, en donde es más importante el tipo de interacciones y bifurcaciones en la red del sistema que la cantidad de elementos que lo componen.

A partir de los descubrimientos en el conocimiento científico realizados a finales del siglo XIX y a inicios del XX en la física cuántica y la teoría de la relatividad, se reconoce que en la microfísica hay diferencias en la forma de comprender la realidad con respecto a los supuestos de la física newtoniana. Los descubrimientos se integraron a los desarrollos matemáticos y entre ambos llegaron a la conclusión que la microfísica era imposible de explicar con un pensamiento del tipo cartesiano, por lo que fueron surgiendo conceptos como la incertidumbre y la complementariedad.

Por otro lado, en el ámbito de las ciencias astronómicas, Poincaré descubrió que existen trayectorias que no responden al modelo causa efecto y que siguen dinámicas que corresponden a ecuaciones no-lineales por lo que los planteamientos tradicionales de la física continuaron siendo cuestionados.

Como resultado de la evolución en la tecnología y las comunicaciones, ocurrida en la primera mitad del siglo XX, la cibernética estudia las comunicaciones, dándole un especial acento a los procesos ocurridos entre las máquinas y los seres humanos. A partir de estos estudios se desarrollaron las Ciencias de la comunicación y la Teoría de sistemas que incluyen conceptos como retroalimentación, entropía, equilibrio, ruido, etc. Al mismo tiempo que funcionan como soporte para el desarrollo de la interacción comunicativa, basada en el concepto de sistema, entre los seres humanos. Estas teorías

fueron representadas en modelos que explican el proceso de la comunicación y las razones por las que opta por determinadas decisiones.

En el ámbito de las ciencias sociales, menciona Espino, [14] se lleva a cabo una ruptura con el pensamiento lineal que confiaba la investigación en los resultados obtenidos con los métodos cuantitativos de medición y análisis estadísticos, se rompe también con el pensamiento estructuralista que al preocuparse por el funcionamiento de las estructuras y sistemas de significación no consideraba las condiciones históricas ni la intervención del sujeto en los procesos de transformación social. Desde una posición constructivista se cuestionan las posiciones homogeneizadoras y las generalizaciones universalizantes, establecidas desde una posición de poder, que tendían a marcar estereotipos ignorando las diferencias existentes entre los distintos sujetos y entre los variados grupos culturales y sociales.

La construcción de la realidad desde una perspectiva crítica orientada desde el poder, la ideología y el discurso social, se convierte en eje de la teoría feminista, de los estudios culturales, de los estudios de género y de los movimientos sociales en donde lo diferente, lo excluido se convierten en objeto de estudio.

Esta es la etapa de emergencia de la vida cotidiana como ámbito de estudio; del énfasis en la diversidad y la diferencia como fin privilegiado de la comprensión de lo social; de la refundación del sujeto en su condición de agencia, de actor social, de los significados y la intersubjetividad, del discurso, como elementos básicos de los procesos sociales y el devenir histórico. [14:18]

Los autores posmodernos comparten esta visión poniendo en tela de juicio las debilidades de los planteamientos sociales clásicos y de las propuestas estructuralistas. Los principales cuestionamientos se realizan en torno a la validez universalizante de los grandes relatos formulados desde el centro, ignorando la mirada de los que se encuentran en la periferia. Al incluir la posición del otro, los relatos se construyen en torno a narrativas locales, construcciones retóricas que narran y le dan sentido, desde el observador sin que se considere prioritario formular generalizaciones ni aceptar visiones totalizadoras, esta postura sociológica se convierte en una forma de aceptar la diversidad, la multiplicidad y la diferencia.

Bertalanffy, [15] desarrolla la propuesta de la cibernética de segundo orden que cuestiona fuertemente el reduccionismo e implica una posición muy distinta a la concebida por la separación entre sujeto y objeto formulada desde el modelo cartesiano.

[En la teoría de la complejidad] ...se encuentran las investigaciones sobre no-linealidad, de Lorenz, y la cibernética, con la idea de retroacción y, con ellas la de una causalidad no lineal, donde los efectos no son proporcionales a las causas y se intercambian; los objetos fractales, de Mandelbrot; los atractores extraños, de Reulle; la nueva termodinámica, de Shaw; la autopoiesis de Maturana y Varela; las teorías de la información que describen universos donde se simultanean orden y desorden, de lo que se extrae algo nuevo, la información; la teoría de los sistemas, donde el todo es más que la suma de las partes y donde la organización del todo produce cualidades emergentes, no preexistentes en las partes; la noción de auto organización, aportada por la teoría de los autómatas auto organizados, de Von Neuman: las máquinas vivientes, a diferencia de las artificiales, tienen la capacidad de reproducirse y auto regenerarse; el principio de generación de orden a partir de ruido, de Von Foerster; la teoría de Atlan del azar organizador; la teoría de Prigogine de las estructuras disipativas. [14:13]

La simplificación y la reducción del pensamiento cartesiano ocasionó una fragmentación en el conocimiento principalmente por la tendencia a delimitar los campos y áreas disciplinares y a delimitar también de una manera muy precisa el objeto de estudio separando, dividiendo y reduciendo para conseguir la comprensión y explicación de la realidad mediante la separación de las partes del todo.

El estudio de la complejidad como forma de conocimiento del diseño considera la evolución y el cambio que se ha dado en el ámbito de las ciencias por lo que el abordaje a una realidad compleja debe hacerse con un método y con un tipo de pensamiento también complejos. El diseño, en la perspectiva de la complejidad, abandona la linealidad rigorista planteada por la metodología racionalista que le lleva a considerar las propuestas de diseño como producto de la inducción o la deducción conducidas por el fenómeno causa-efecto.

Morin desarrolla una propuesta de pensamiento, en oposición abierta al imperante modelo heredado por Descartes, para estudiar la complejidad en los seis tomos de *El Método*. [10]. Para Morin, la simplificación del conocimiento ha mutilado más que construido la explicación de la realidad, debido fundamentalmente a la existencia de operaciones y principios de organización supra lógica que, como forma dominante de racionalidad, han servido de filtro a la comprensión de los acontecimientos al evaluarlos siguiendo los modelos basados en la abstracción, reducción y disyunción. [12]

La complejidad para Morin, [10] se basa en un principio de bucle recursivo que implica la interacción, autoproducción y auto-organización que se da entre orden, desorden y organización, por este hecho es imposible de concebir como un todo unificado y acabado. En la complejidad se supera al mismo tiempo la concepción del pensamiento simplificador fragmentario y la del pensamiento globalizador y totalizante sustituyéndolo por un pensamiento que une ambas posturas.

Existen de acuerdo a Morin tres principios que permiten la comprensión de la complejidad: El principio dialógico que mantiene la dualidad en la unidad al relacionar dos términos a la vez complementarios y antagonistas. El principio de recursividad organizacional en el que se supera la visión lineal de causa y efecto pues los productos y los efectos son a su vez causas y productores, "los individuos producen la sociedad que produce a los individuos". Y el principio hologramático que formula que no sólo la parte está en el todo sino que al mismo tiempo el todo está en la parte. Ante estos principios algunas advertencias formuladas para reducir errores: El meta punto de vista que implica que el observador-conceptuador debe estar implicado en la observación y en la conceptualización. La complejidad no elimina el paradigma imperante de la simplicidad, sería una equivocación creer en ello, a cambio la simplicidad debe ser relativizada, la complejidad reconoce un principio de incompletud y de incertidumbre. [10:105-107]

El principio dialógico aporta al diseño la posibilidad de contemplar alternativas que en una mirada tradicionalista quedarían excluidas por ser incongruentes o contradictorias. Este hecho implica que el proceso de decisión de los elementos formales, cromáticos o tipográficos dejará de ceñirse a la lógica binaria del sí o no, pudiendo con esto permitir el paso a propuestas que antes podrían ser consideradas como anti-diseño por romper con las reglas y cánones establecidos.

La complejidad reconoce un nivel auto reflexivo que implica la comprensión de la realidad social desde una óptica intersubjetiva en la que existe una participación del sujeto en la construcción de la realidad, a la vez que la sociedad participa en la construcción del sujeto. La realidad no implica la aceptación de hechos ni de signos cuya significación está previamente determinada y establecida, sino que asume al sujeto en la construcción de las interacciones relacionales que se conforman de manera compleja multilineal y multidimensional.

Desde esta óptica, el usuario del diseño no es dueño de su voluntad, no se determina a sí mismo, tampoco se encuentra totalmente manipulado ni condicionado por los hechos histórico-económicos, por la publicidad y por las formas que el poder y la hegemonía ubican en el entorno para condicionar su existencia. El usuario del diseño tampoco responde a los condicionamientos psicoanalíticos estipulados por su inconsciente y

tampoco responde a las reglas generadas por el lenguaje visual, del diseño y del arte. El sujeto entonces rompe con la concepción idealista formulada por la visión clásica de comprender la realidad y se convierte en un sujeto en construcción, inacabado, indeterminado, un usuario del diseño que construye y a su vez es construido por la sociedad a la que él conoce y que sabe al mismo tiempo inacabada e indeterminada, es un sujeto que significa y es significado por otros, un usuario reflexivo cuya organización es más que la suma de sus partes, un sujeto que es la parte y el todo, un sujeto que reconoce lo diverso y lo diferente, un sujeto en el que las relaciones y las interacciones son fundamentales en la construcción del sentido de la realidad, que lo construye y que le da sentido y que al mismo tiempo es capaz de marcar la diferencia con el sistema e integrarse y conectarse con el sujeto otro, al reconocer y legitimar las diferencias existentes en la realidad y en el mundo.

Referencias

- [1] Tamayo Tamayo, M. (1999). La investigación científica, módulo 2. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. [En línea] Disponible en: <http://www.icfes.gov.co/cont/s_fom/pub/libros/ser_inv_soc/modulo2.pdf>, consultado: enero 11 de 2008.
- [2] Herrán Gascón, A. (2003). Coordenadas para la investigación supradisciplinar. *Red Científica*. [En línea] Disponible en: <<http://www.redcientifica.com/doc/doc200301220300.html>>, consultado: marzo 7 de 2008.
- [3] Piaget, J. (1972). *L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités*. París: OCDE.
- [4] Klein, J. (2001). Transdisciplinariedad: Discurso, Integración y Evaluación. [aut. libro] L. Carrizo, M. Espina y J. Klein. *Transdisciplinariedad y complejidad en el análisis social*. La Habana: UNESCO. Documento de debate. Programa "Gestión de las Transformaciones Sociales" - MOST. pp. 35, 40.
- [5] Morin, E., et al. (2002). Carta de la Transdisciplinariedad. [En línea] Disponible en: <<http://www.filosofia.org/cod/c1994tra.htm>>, consultado: mayo 26 de 2007.
- [6] Martín-Barbero, J. (2005). Transdisciplinariedad: notas para un mapa de sus encrucijadas cognitivas y sus conflictos culturales. [aut. libro] J. Jaramillo. *Culturas, Identidades y saberes fronterizos*. Bogotá: CES.
- [7] Nicolescu, B. Transdisciplinarity and Complexity: Levels of Reality as Source of Indeterminacy. *Centre International de Recherches et études transdisciplinaires*. [En línea] Disponible en: <<http://nicol.club.fr/ciret/bulletin/b15/b15c4.htm>>, consultado: mayo 26 de 2007.
- [8] Carrizo, L. (2001). El investigador y la actitud transdisciplinaria. [aut. libro] L. Carrizo, M. Espina y J. Klein. *Transdisciplinariedad: Discurso, Integración y Evaluación*. La Habana: UNESCO. Documento de debate. Programa "Gestión de las Transformaciones Sociales" - MOST.
- [9] Morin, E. (1974). *El paradigma perdido*. Barcelona: Kairós.
- [10]———. (2006). *El método*. Madrid: Cátedra.
- [11]———. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Buenos Aires: Nueva Visión.

- [12] Morín, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. México: Gedisa.
- [13] Capra, F. (2002). *Las conexiones ocultas*. Barcelona: Anagrama.
- [14] Espino, M. (2001). Complejidad y pensamiento social. [aut. libro] L. Carrizo, M. Espina y J. Klein. *Transdisciplinariedad: Discurso, Integración y Evaluación*. La Habana: Documento de debate. La UNESCO creó el Programa "Gestión de las Transformaciones Sociales" - MOST.
- [15] Bertalanffy, N. (2006). *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Bibliografía

- Bateson, G. (1984). *Comunicación. La matriz social de la psiquiatría*. Barcelona: Paidós.
- Bohm, D. (1992). *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona: Kairos.
- Buchanan, R.. (1995). Rethoric, humanism and design. *Discovering design*. Chicago: University of Chicago Press.
- Calabrese, O. (1989). *La era neobarroca*. Madrid: Cátedra. ISSN: 84-376-0863-5.
- Castells, M. (1997). *La era de la información*. Madrid: Alianza Editorial.
- Noelle-Newman, E. (1995). *La espiral del silencio*. Barcelona: Paidós.
- Watzlawick, P. (2002). *La realidad inventada: ¿cómo sabemos lo que creemos saber?* Barcelona: Gedisa.
- Zunzunegui, S. (1998). *Pensar la imagen*. Madrid: Cátedra. ISSN: 84-376-0815-5.

Patrimonio digital. La tecnología en la difusión y reproducción de las obras de arte

Bibiana Solórzano Palomares
UAM-A
E-mail: bibiana13@prodigy.net.mx

[Recibido: Junio 26, 2007. Aceptado: Enero 27, 2009](#)

RESUMEN

En la sociedad de la información encaminada a la creación de una sociedad del conocimiento, el patrimonio cultural constituye un recurso particularmente valioso para nutrir las redes de comunicación con contenidos culturales. Las reproducciones digitales de las colecciones de los museos y de las imágenes de los sitios del patrimonio y de los conocimientos científicos conexos se producen en todos los soportes tecnológicos.

Los recientes avances con las nuevas tecnologías en áreas de la computación y la comunicación han pasado las fronteras entre diferentes disciplinas tradicionales, nuevas investigaciones interdisciplinarias han surgido con proyectos que utilizan y adaptan estas tecnologías para administrar y analizar una variada colección digital con contenidos humanísticos. La historia del arte se estudia actualmente tanto por humanistas como por técnicos en informática, donde se juntan las nuevas tecnologías y los métodos tradicionales.

El objetivo de la conservación del patrimonio digital es que sea accesible para todo público, es importante que nuestro acervo digital de arte sea auténtico, de lo contrario sólo contamos con archivos digitales de imágenes que no tienen referencia real.

Palabras Clave: patrimonio cultural digital, TIC, sociedad del conocimiento, historia del arte.

ABSTRACT

In the society of information tending to create a society of knowledge, the cultural patrimony constitutes a particularly valuable resource to nurture communication nets with cultural contents. Digital reproductions of museums' collections, of the patrimony site's images, and of the linked scientific knowledge are produced in all technological supports.

Recent advances with new technologies in computing communication areas have passed the frontier among different traditional disciplines, new interdisciplinary research have emerged with projects using and adapting these technologies to administrate and analyze a diverse digital collection with humanistic content. Art history is currently studied as much as by humanists as by computer technicians, where new technologies and traditional methods get together.

The objective of preserving the digital patrimony is to make it accessible to all public, it is important for our art digital collection to be unique; otherwise we only count with digital archives of images with no reference in reality.

Key words: digital cultural patrimony, CIT, society of knowledge, art history.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad, el descubrimiento y uso de las nuevas tecnologías ha generado innovaciones y polémicas en su alrededor. Se sabe que la humanidad ha atravesado innumerables cambios en los modos de producción y que en la actualidad la técnica es uno de los principales agentes de estas transformaciones. Ellas generan y continúan creando implicaciones que apuntan hacia rompimientos en los hábitos cotidianos.

Un cambio se produce a causa de la introducción de las nuevas tecnologías relacionadas con el arte, las comunicaciones y, principalmente, la informática, abriendo diversos campos y posibilidades. La técnica influye sobre diversos sectores de nuestra sociedad y es muy lógico que las artes acompañen esas modificaciones.

La gama de profesionales también utiliza la tecnología digital aplicada al arte. Si bien algunos de ellos son conocedores, los caminos del conocimiento de esta tecnología se bifurcan de tal manera, que son pocos los que pueden tener una idea precisa de las múltiples facetas posibles.

Como en otros ámbitos, se debe elegir cantidad o calidad de conocimientos y/o experiencias: lo global o lo específico.

En la actualidad, con el uso de las nuevas tecnologías llegan a nuestra vida diaria muchas transformaciones, y éstas, por supuesto, se producen también en el ámbito de la reproducción de obras de arte, en lo que respecta a la creación artística y a su percepción. El cambio de soporte en la obra de arte afecta directamente la percepción del espectador, en cuanto a la forma en la que ésta es captada por los sentidos.

La entrada de las nuevas tecnologías en el ámbito del arte ha abierto una nueva posibilidad de comunicación y difusión en la reproducción de obras de arte en la actualidad. Es importante tener reproducciones fieles a la obra original para lograr un acervo digital de arte legítimo, sin alteraciones ni modificaciones, contar con una copia fiel es necesario para los diferentes usos a los que puede dar lugar la reproducción digital (consulta, divulgación de la obra, reproducción, etc.).

El objetivo de la conservación del patrimonio digital es que sea accesible para todo público, es importante que nuestro acervo digital de arte sea auténtico, si no, sólo contamos con archivos digitales de imágenes que no tienen referencia real.

La repetición

La idea de reproducir una obra de arte fielmente resulta de enorme importancia para entender la peculiaridad de la cultura visual del siglo XX. Unida a la consolidación y al extraordinario desarrollo de la reproductibilidad tecnológica dentro de la producción cultural visual, la capacidad de reproducir una obra de arte aglutina una serie de conceptos interrelacionados que contribuyen a generar y mantener una práctica cultural de masas.

El acto de poder repetir una obra de arte por medios mecánicos y después electrónicos implica la idea de repetición, entendida como réplica. No obstante, la

capacidad para producir series de copias idénticas de una obra mediante procesos tecnológicos tiene implicaciones de enormes proporciones.

La reproductibilidad mecánica supone la noción de repetición en tanto que es copia o duplicación (potencialmente infinita), la cual tiende, por consiguiente, a trastornar una concepción de arte basada en las ideas de unicidad, de originalidad y de obra individual. Así, el hecho de que podamos realizar muchas reproducciones (copia) de una imagen concreta, significa no sólo que más gente puede verla, sino que como obra, pierde algo de su valor único. Walter Benjamín, [1] teórico crítico, mencionaba que la reproductibilidad mecánica eran las potencialidades democratizadoras inherentes a estos avances.

La repetición, entendida como copia o réplica, ha crecido enormemente desde que Benjamín llamara la atención sobre ella por primera vez en la década de los años treinta del siglo XX. En efecto, la producción en serie de objetos idénticos, basada en el poder de la máquina, conlleva la importante consecuencia de que vuelve posible la producción de más ejemplares de la obra reproducida como nunca antes hasta ahora.

Cuando se realiza arte mediante la tecnología digital y se aplica tanto a imágenes propias introducidas para ser procesadas o directamente a imágenes creadas a través de la computadora, es posible repetir la obra, verla en distintos estadios y elegir regresar a una etapa anterior si la decisión posterior no fue la deseada.

Lo positivo, al utilizar la tecnología digital, probablemente sea que podemos repetir nuestra imagen tantas veces como opciones de modificación se nos ocurran y luego escoger, aún cuando la elección recaiga en una de las primeras imágenes trabajadas, sin que esto signifique falta de prolijidad o necesidad de reiniciar todo.

Si cotejamos esta experiencia particular con las presentaciones o exhibiciones más recientes y aún más con las consideraciones sobre la cultura visual digital, coincidentemente el común denominador es la repetición: o bien como paso intermedio durante el procesamiento del trabajo o como resultado definitivo.

La idea de repetición resulta fundamental para comprender el arte de fines del siglo XX en adelante.

Pero a la reproducción cuantitativa se suma ahora el hecho de producir degradaciones con importantes efectos cualitativos y, uno de los síntomas de ese proceso, es el del surgimiento de nuevos tipos y niveles de repetición, cada vez más intrincados y sorprendentes.

No obstante, a lo largo de la historia la obra de arte ha sido susceptible de reproducción, ya sea en las antiguas oficinas de los artesanos o en los talleres y escuelas de arte que surgieron posteriormente.

La reproducción se hacía por artistas a través de una copia lo más exacta posible. Por lo tanto, las técnicas de reproducción de la imagen presentan formas originales con relación a la manera de reproducción, del pensar y del hacer arte.

Benjamín [1] demuestra en su ensayo que, en el transcurso de los períodos históricos, la humanidad modifica su relación con las maneras de sentir y percibir el mundo. Hoy se puede decir que aquellas modificaciones indicaban las causas del declive del aura, de la autenticidad de la obra de arte.

Para ese autor, el aura de la obra de arte puede ser definida como el *hic et nunc* (el aquí y ahora), la unidad de su presencia en el propio local donde se encuentra y donde

es presencia única. A través de esas modificaciones de la realidad se percibe que la propia noción de tradición se transformó, pues no queda ningún vestigio de su función ritualística, que era soporte de su función utilitaria. La obra de arte se observaba como un cierto ritual, como una forma de culto. Su valor de culto es sustituido por un valor de realidad exhibible.

De esa manera podemos notar que, con la aparición de las técnicas de reproducción, el arte se torna más accesible a las masas. Esa modificación del paradigma afecta varias áreas del saber y de la cultura.

La cantidad se convirtió en calidad, la situación del cambio del paradigma, a través del nacimiento de los nuevos medios que crean una nueva forma de percepción con relación a las artes. Esos nuevos medios demuestran que la obra de arte continúa siendo un objeto reproducible, tal como lo analizara Benjamín [2] en el inicio del siglo XX.

La digitalización

Un factor crucial de la cultura ha sido el crecimiento acelerado y la proliferación, experimentados en el siglo pasado, del desarrollo de nuevos medios de producción cultural y de la capacidad reproductora de esos medios.

Por lo tanto existe, ahora, otra manera en que se pueden encontrar las obras de arte, más cercana a las personas y que puede entenderse como disponible. En ella se crea una nueva manera de percibir, producir y mostrar las obras de arte, en particular, aquellas diseñadas, planeadas y ejecutadas propias del medio electrónico. Las imágenes digitalizadas están formadas por elementos llamados píxeles, se encuentra en la imagen un nuevo parámetro, el de imagen digital; es decir, la imagen dentro de la imagen; aquella que puede transformarse y modificarse en cualquier momento y por cualquier persona conectada a Internet. De esa manera, la integración de las obras digitales se da por medio del movimiento de interacción o recreación del observador con éstas.

Con ello se crea un mundo heterogéneo en el que los aspectos principales son las informaciones en flujo, el ambiente democrático, la interconexión, el tiempo real, los materiales en forma disponible, la facilidad de acceso y la comunicación del colectivo al colectivo.

La imagen digital produce un nuevo ambiente de comunicación todos-todos; es decir, todas las personas pueden estar interconectadas al mismo tiempo, en lugares distintos, produciendo, publicando e intercambiando ideas; debido a ello, ésta pone a las artes, así como a otras esferas del saber, en un medio democratizado, permitiendo que los artistas puedan producir nuevos materiales.

La creación de imágenes en formato digital es una práctica bastante extendida en diferentes ámbitos profesionales, como podría ser el sector del periodismo, donde las ventajas de la inmediatez son sumamente apreciadas. Sin embargo, las profesiones vinculadas a la custodia del patrimonio histórico tienen un punto de vista muy diferente. Integrar la imagen digital como parte del patrimonio genera ciertos recelos, más bien por razones prácticas. Se ha visto que la conservación a largo plazo crea dudas, o al menos no se está en condiciones de afirmar que sea igual de duradera que en el caso de la imagen convencional, que ya de por sí conlleva muchos problemas. Entonces parece lógico que siga predominando el trabajo en tecnología analógica, aunque parte de los nuevos ingresos puedan ser ya en formato digital.

En todo caso, la introducción de la imagen digital en archivos, museos y centros de documentación, pasa mayoritariamente por la digitalización de sus fondos históricos y con un doble objetivo muy generalizado: el acceso y la preservación. [3]

El acceso a la información es una de las tareas fundamentales para un servicio público de gestión documental. Con la inclusión de las imágenes digitalizadas en los instrumentos de recuperación de la información el resultado es mucho más satisfactorio. Aunque hay que tener presente que estas imágenes actúan como íconos referenciales y que, por tanto, la consulta a los instrumentos de descripción no puede considerarse finalista.

Respecto a la preservación, se considera que la copia digital puede limitar el acceso a originales y que puede constituir a la vez una copia de seguridad para éstos. No se puede poner en duda que con la digitalización se limita la manipulación de originales, aunque también es cierto que un mejor acceso a la imagen tiene la consecuencia lógica de una mayor demanda de copias e incluso de consulta de originales. Si se tiene en cuenta que la mayoría de los proyectos de digitalización persiguen la obtención de copias para poco más que la consulta en pantalla, nos encontramos con la paradoja de una aparente incompatibilidad entre los dos objetivos establecidos.

En cuanto a su función como copias de seguridad, en realidad lo que se salva es el contenido iconográfico. La digitalización no permite la sustitución del original, entendido éste como un objeto tridimensional, con una estructura morfológica que puede llegar a cierta complejidad (como en el caso de daguerrotipos), y con una pátina histórica que da un valor único a cada objeto.

De modo general, se puede considerar que las utilidades más frecuentes en la difusión de las imágenes digitales de archivo son las siguientes:

Están vinculadas a instrumentos de descripción, normalmente elaborados sobre sistemas gestores de bases de datos y a menudo accesibles en el web, disponibilidad de copias para la investigación de investigadores y estudiantes; publicación en la prensa; copias para uso particular; y, copias para exposiciones y publicaciones.

Los proyectos de digitalización deben definir con claridad las finalidades que persiguen y deben dotarse de una planificación a largo plazo, además de una financiación, teniendo en cuenta que la digitalización no debe entenderse únicamente como una tarea tecnológica aislada, sino que forma parte de un plan general de gestión. Así pues, hay que tener en cuenta las características formales de cada conjunto, identificar los derechos patrimoniales y de propiedad intelectual y establecer los criterios de autenticidad de la imagen digital. Todas estas cuestiones son primordiales para aspirar a unos resultados satisfactorios.

Los museos

El anterior sistema de materialización de la obra de arte y sus contextos en espacios llamados museos, cambia totalmente de sentido. El espacio ahora es inmaterial, de fácil acceso por todas las personas que poseen una computadora. La interacción entre espectador y obra de arte en este medio, cambió. [4]

El lugar del arte dejó de pertenecer a los grandes espacios museológicos y ello ha vuelto más íntima esa interacción; pero, al mismo tiempo, es íntima en varios lugares, y por eso crea una nueva forma de sociabilidad. [5]

La existencia de las tecnologías de comunicación electrónica llevó a cambios de distinta índole. Uno de ellos fue la fácil extensión de las actividades de los museos al reino digital. Antes de que la imagen digital se convirtiera en cosa corriente, los museos habían ya preparado material que se difundía mediante medios numéricos; por ejemplo, producían CD-ROM y presentaban iconografía digital por otros medios de comunicación. Además, la necesidad de automatizar la gestión de las colecciones condujo a sus

responsables a mostrarse muy interesados por los beneficios que podrían obtenerse mediante la participación en redes de dimensiones realmente importantes. El material informativo de los museos empezó a aparecer en los archivos de documentos escritos creados a inicios de la extensión de Internet y, tras los primeros indicios claros de la inminente trascendencia del *www*, rápidamente comenzaron a florecer visitas interactivas de museos. Pronto empezó a aplicarse la denominación genérica “Museo virtual” para hablar de esa representación numérica de exposiciones reales.

Los profesionales de los museos deben desempeñar un papel didáctico muy claro: han de favorecer una mayor comprensión de estos problemas en la comunidad que se ocupa de la presentación de materiales de origen numérico (imágenes digitales) y utilizar para ello la metáfora del museo. Además, esos profesionales tienen la capacidad de suscitar un mayor interés del público con respecto a la utilidad de las imágenes digitales para acceder a los recursos de los museos. La comunidad museística está tomando la iniciativa en lo referente a las actividades de origen digital, fortalecerá su capacidad de contribuir a dar forma a los museos a medida que sigan evolucionando y extendiéndose en el reino numérico, que carece prácticamente de fronteras.

La obra de arte

La creación de esas obras propone las condiciones para generar acontecimientos. Esa inminencia de mensajes dirigidos a los receptores, junto con la apertura y la transformación continuas, actualizan la democratización de las artes, poniendo en evidencia el declive de la totalidad, de la autoría individual y de la pose.

Esa manera de interacción con las obras de arte, vía la tecnología digital, y con sus posibilidades de ser obras-flujo, obras-proceso y obras-acontecimiento, opera a favor de interactuar y favorecer lo lúdico (pues permite varias maneras de interferir y de modificar).

La democratización de las imágenes, sin embargo, cuenta con la resistencia de los sectores responsables de haber convertido la obra de arte en mercancía, en valor de mercado, produciéndose la contradicción de que en el nuevo medio —superado el fetichismo del objeto—, la máxima difusión se corresponde con la mínima rentabilidad económica; circunstancia que puede resultar negativa para los intereses inmediatos de los creadores, pero que se ve compensada por la rápida difusión de la obra tanto en el ámbito académico como en el de la investigación, lo cual, a la larga, supone un beneficio, pues aquellas imágenes que se incorporen a los circuitos de comunicación artística pasarán a formar parte del canon artístico y sus autores serán reconocidos por la sociedad.

CONCLUSIONES

La reproducción fiel de una obra de arte resulta de mucha importancia desde el punto de vista de la producción cultural visual, para reproducir una obra de arte se necesitan una serie de conceptos y técnicas interrelacionados, que contribuyan a generar y mantener una reproducción fiel.

A continuación se puntualizan las principales conclusiones:

- La reproducción digital es importante para la obtención de un patrimonio digital¹ como herencia a futuras generaciones, éste se genera de forma digital a partir de material ya existente, de aquí la importancia de la fidelidad a la obra original.
- Una cierta configuración se produce a causa de la introducción de las nuevas tecnologías relacionadas con el arte, las comunicaciones y, principalmente, la

¹ Designación otorgada por la UNESCO que reciben áreas u objetos culturales o naturales considerados por este organismo de valor universal excepcional, desde el punto de vista de la historia, el arte o la ciencia, o que poseen un valor excepcional desde un punto de vista estético o científico. Esta distinción se otorga desde 1972.

informática, abriendo diversos campos y posibilidades. La técnica influye sobre diversos sectores de nuestra sociedad y es lógico que las artes acompañen esas modificaciones.

- Los recientes avances en nuevas tecnologías en áreas de computación y comunicación, han pasado las fronteras entre diferentes disciplinas tradicionales; nuevas investigaciones interdisciplinarias han surgido con proyectos que utilizan y adaptan estas tecnologías para administrar y analizar una variada colección digital con contenidos humanísticos.
- Actualmente, la historia del arte se estudia tanto por humanistas como por técnicos en informática donde se juntan las nuevas tecnologías y los métodos tradicionales.
- Investigadores y estudiantes en artes visuales cada vez se interesan más en tener los conocimientos para generar imágenes digitales para su análisis y estudio en diversos campos.
- El desarrollo de nuevos mecanismos para recobrar imágenes, basados en contenidos visuales y temas relacionados con la creación y conservación de representaciones digitales de alta resolución en dos dimensiones.
- Ya no se está hablando de un objeto único, de museo, ahora se habla de un objeto que cualquiera pueda copiar, alterar y, al cambiarlo, el objeto inicial se convierte en uno nuevo. A partir de nuestra experiencia distinguimos que hay dos temores básicos: el primero es que la computación en sí, lo digital, es muy nuevo, por lo que gran parte de los usuarios escépticos lo son porque no tienen ningún conocimiento de las nuevas tecnologías, el segundo es el que ya no haya un original, y es que se ha tomado tiempo para aprender cómo lograr la impresión de las imágenes digitales de una forma analógica.

REFERENCIAS

- [1] Benjamín, W. (1997). *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica I*. Buenos Aires, Argentina: Taurus.
- [2] Benjamín, W. (1989). *Discursos interrumpidos I*. Buenos Aires: Taurus.
- [3] Darley, A. (2002). *Cultura Visual Digital*. Barcelona: Paidós.
- [4] Virilio, P. (1997). *El Ciber mundo, la política de lo peor*. Colección Teorema, Madrid: Cátedra.
- [5] Susan Wyngaard, S. (2003). *Digital images and art libraries*. New York, EUA: Haworth Press.

DIRECTORIO ULSA

RECTOR

Dr. Ambrosio Luna Salas

VICERRECTOR ACADÉMICO

Ing. Edmundo Barrera Monsiváis

VICERRECTOR DE FORMACIÓN

Mtro. José Antonio Vargas Aguilar

DIRECTORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mtra. Ma. Teresa Estrada Alvarado

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Felipe Gaytán Alcalá

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Mtro. José Octavio Alonso Gamboa (DGB-UNAM)
Dr. Gabriel Eduardo Cuevas González Bravo (UNAM)
Dr. Raffaele De Giorgi (UNIVERSIDAD DE LECCE-ITALIA)
Dr. Ángel Rogelio Díaz Barriga Casales (UNAM)
Dr. José Antonio García Macías (UNIVERSITY OF OTAGO-NEW ZEALAND)
Mtro. Manuel González Navarro (UAM-I)
Dr. Daniel Gutiérrez Martínez (EL COLEGIO MEXIQUENSE)
Dr. Antonio Hermosa Andújar (UNIVERSIDAD DE SEVILLA-ESPAÑA)
Dr. Michel Mafessolli (UNIVERSIDAD DE SORBONA, FRANCIA)
Dr. Armando Martín Ibarra López (UNIVA)
Dr. Alejandro Montaña Durán (UNIVERSIDAD ANÁHUAC)
Dra. Rosario Rogel Salazar (REDALYC)
Dr. Rafael Sevilla (TÜBINGEN, ALEMANIA)
Dr. Victor Tsutsumi Fujiyoshi (CINVESTAV)
Dr. Xavier Vilasís Cardona (UNIVERSITAT RAMON LLUL-ESPAÑA)

COMITE DE ÁRBITROS

Dr. Luciano Barp Fontana (ULSA)	Mtra. Ma. Elena Martínez Durán (Escuela Nacional de Artes Plásticas UNAM)
Dr. Ohhanes Bulbulian Garabedian (ULSA)	Mtro. J. Rafael Mauleón Rodríguez (IICC)
Dr. José Domingo Méndez (UNAM)	Mtra. Lilia Otero (UNAM)
Mtro. José Guillermo Domínguez Yépez (UNAM)	Dra. Judith del Carmen Pacheco Yépez (ULSA)
Mtro. Octavio Dublán García (UAEM)	Dra. Ma. Luisa Saavedra García (ULSA)
Dr. Felipe Gaytán Alcalá (ULSA)	Mtra. Esther Vargas Medina (UAM-I)
Mtro. Manuel González Navarro (UAM-I)	Mtro. Salvador Zamudio Salas (Escuela Nacional de Artes Plásticas UNAM)
Mtro. Jesús Omar Manjarrez Ibarra (UAM-I)	

CRITERIOS PARA AUTORES

La RCI: *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, es una publicación académica de la Coordinación de Investigación con arbitraje interno de periodicidad semestral y que se difunde a través de la WEB. En ella, se publican artículos de investigación y aportes de discusión de diversos contenidos organizados temáticamente, siendo un foro plural que posibilita la divulgación amplia de temas, disciplinas, perspectivas teóricas, enfoques y metodologías cultivados en el campo de la investigación científica, humanística y tecnológica. Cada número incluye artículos diversos sobre temas específicos —cuyas contribuciones se solicitan por convocatoria— y otros espacios abiertos a investigaciones recientes de cualquier tema dentro de las áreas del conocimiento cultivadas en la Universidad La Salle: "Ciencias Sociales y Administrativas", "Ingeniería y Tecnología", "Ciencias Naturales y Exactas", "Ciencias de la Salud", "Educación y Humanidades" y "Ciencias y Artes para el Diseño".

TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

- Los artículos deben ser originales e inéditos y no someterse (o estar en proceso de respuesta) a consideración simultánea de otra Revista.
- Los idiomas de la Revista son el español y el inglés, en caso de enviar un artículo en otro idioma deberán incluir un resumen o abstract en los idiomas mencionados.
- Las colaboraciones que se envíen podrán ser:
 - Artículos de investigación:* investigaciones empíricas, intervenciones, estudios, desarrollos, estudios evaluativos o diagnósticos. La extensión deberá ser entre 6 y 15 cuartillas.
 - Ensayos:* reflexiones sobre diversos fenómenos de interés que contribuyan a la reformulación o conceptualización de un problema, tema, o metodología de investigación. Su extensión deberá ser de 2 a 15 cuartillas.
 - Revisiones Temáticas y Notas críticas:* revisión crítica de los aportes teóricos o prácticos que otros autores han hecho en un campo disciplinar determinado. Su extensión deberá ser de 3 a 12 cuartillas.
 - Reseñas de libros:* máximo 2 cuartillas.

REQUISITOS EDITORIALES

- Todos los trabajos se someten a dos etapas de dictaminación: a) una primera lectura por parte del Comité Editorial con el objeto de verificar si cubre los requisitos del perfil de la revista, y b) en caso de ser aceptado, se enviará a dos dictaminadores especialistas en el tema.
- En todo el proceso se conservará el anonimato de árbitros y autores y la adscripción de los primeros será distinta a la del autor.
- El lapso máximo para dar un dictamen será de tres meses a partir de la fecha en que se emita el comprobante de recepción.
- La recepción de un trabajo no implica ningún compromiso de la revista para su publicación.
- Los autores ceden, al aceptarse su artículo, el derecho de su publicación a la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.
- Previo petición por escrito al Comité Editorial, se autoriza la reproducción de los trabajos en otros medios, siempre y cuando se garantice que

se indicará que fue publicada por primera vez en la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.

- Los editores se reservan el derecho de hacer las modificaciones de estilo que juzgen pertinentes.
- Mediante el envío de sus artículos, los autores garantizan la originalidad de sus contenidos y aceptan ceder a la Universidad La Salle los derechos autorales que conforme a la ley les correspondan, autorizando su publicación impresa o electrónica. Los autores podrán reproducir o difundir el o los artículos aceptados con fines académicos y nunca comerciales. Cabe re-saltar que no deben ser publicado(s) en ningún otro medio impreso o electrónico sin el consentimiento expreso del Director de la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.
- Los autores son responsables de asegurar el respeto a los derechos de autor o a cualquier tipo de propiedad industrial en el contenido de sus artículos (citas, imágenes, fotografías, etc.); así como obtener, cuando se requiera, los permisos o autorizaciones necesarias para la inclusión de hipervínculos (acceso a "sitios vinculados").
- La inclusión de anuncios o información comercial sobre productos o servicios está prohibida a menos que sea indispensable para la comprensión del texto o de suma importancia en virtud de criterios estrictamente científicos.
- Los autores no recibirán remuneración alguna. El envío, aceptación y/o publicación de sus artículos o colaboraciones no producirá relación alguna de ningún tipo con la Universidad La Salle.

PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

TEXTOS

- Los textos se entregarán con un margen de 2.5 cm., en letra Arial de 10 puntos en formato de Word, WordPerfect, (plataforma PC o Macintosh) y podrán ser enviados en disquete de 3 1/2 o bien a través de correo electrónico a: revista@ci.uisa.mx
- Los trabajos deberán enviarse con atención al coordinador editorial o coordinador temático de cada número. (ver Convocatoria).
- Una página estándar en tamaño carta debe incluir en promedio 350 palabras. Deberá incluirse un resumen tanto en castellano como en inglés, no mayor de 130 palabras, así como cinco palabras clave.
- Deberán enviarse, por separado, los originales de cuadros y gráficas, anotando dentro del texto su ubicación.
- De preferencia, las notas deberán incluirse al final del trabajo, antes de la bibliografía y debidamente numeradas.
- Dentro del texto, las referencias bibliográficas se presentarán en forma numérica.
- Después del título, incluir el nombre del autor, adscripción y cargo que desempeña, dirección institucional, teléfono y fax de su oficina así como correo electrónico.
- En el caso de Figuras se señalarán mediante una anotación en la parte inferior de la misma en itálicas, y en el caso de Tablas en la parte superior en itálicas.
- Respecto a las imágenes que se necesiten, deberán utilizar algún formato que sea editable dentro de Windows o Macintosh. Archivos creados en otros medios, Excel, Photoshop, Illustrator, Free

Hand, convertidos o salvados en formato gif o jpeg.

- Los autores deberán incluir un resumen curricular, que contenga los estudios realizados e institución donde los hicieron, obras y trabajos publicados, actividades relevantes, logros sobresalientes y cargos desempeñados.
- Referencias. Se utilizará el sistema numérico. Para su anotación se usará el siguiente formato:

Revistas

Número de referencia. Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de auto-res se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará *et al.* año (completo). Título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.), página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría a partir del título del artículo.

- Ejemplo:
- Pérez, J. L. (1997). "La cibernética moderna". *Física*, México: FCE, vol. 24, pp. 3-37.
 - López, J. P. (1997). Sánchez, A., Ibarra-González, E., "El microchip". *Cibernética actual*, México: Trillas, vol. 4, no. 25, p. 67.

Libros

Número de referencia. Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de autores se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará *et al.* Año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpresión, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría después del título del libro.

- Ejemplo:
- Alcocer, A. (1996). *De química y otras ciencias*, 4a ed., Barcelona: Tecnos, pp. 57-78. En caso de citar al mismo autor inmediatamente se empleará: *Ibidem* o *Ibid.*
- Ejemplo:
Ibidem,
Ibid., p. 59.

En caso de citar subsecuentemente la misma obra pero no inmediatamente sino después de otras obras, se escribirá así: el primer apellido del autor, *op. cit.*, página(s).
Ejemplo:
Alcocer, *op. cit.*, p.60.

Notas

Para los artículos que lleven notas, éstas deberán incluirse al final del artículo.

Revistas

Las notas de revistas deberán incluir: Autor con apellido(s) y nombre(s), año (completo). Título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.) y página(s) (p. o pp.).

- Ejemplo:
- Heilmann, T., Wenzling, E. y Mersmann, A. (1997). Characterization of Three Different Potato Starches and Kinetics in Hydrolysis by an α -amylase. *Enzymes and Microbial Technology*, UK: Elsevier, vol. 20, no. 4, pp. 256-268.

Las notas de libros

Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de autores se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará *et al.* año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpresión, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría después del título.

Fuentes electrónicas

En el caso de utilizar fuentes electrónicas se debe cuidar en forma estricta la veracidad y confiabilidad de la misma, así como el respaldo auditado de instituciones o autores de prestigio. Se aconseja evitar abusar de este recurso.

Al citar un documento que se encuentre en Internet se debe

incluir: Autor, título del documento, fecha de creación, o de última revisión, dirección electrónica subrayada, fecha de consulta. Se debe especificar que se obtuvo en línea (se pone entre corchetes [En Línea]) y la dirección electrónica así como la fecha en que se obtuvo el documento. Sigase la siguiente estructura: Autor, título del documento, fecha de creación o de última revisión. [En línea] Disponible <http://direccion/nombredelarchivo>, fecha de obtención del documento.

Ejemplo:

- Rodríguez, David. Cómo se originan algunas enfermedades. Octubre de 1997. [En línea] Disponible en: <http://www.main.conacyt.mx/doct/como.html> consultada: febrero 22 de 1998.
 - Dávila, Alma. Una clase de Física Elemental [En línea] Disponible en: <http://www.nalejandria.com/05estudio/clase1/index.htm> consultada: mayo 2 de 1998.
- En el caso de las direcciones para enviar correo electrónico, éstas se anotarán entre corchetes, de la siguiente manera:
revista@ci.uisa.mx

Notas y bibliografía: irán al final del artículo, ordenadas numéricamente. En caso de Fuentes electrónicas, indicar fecha de consulta. Para mayor precisión, se recomienda seguir el estándar de ISO 690:1987 e ISO 690-2:1997.

Ecuaciones y referencias

Para la inserción de ecuaciones y sus referencias se debe poner entre corchetes cuadrados el número de ecuación agregando la abreviatura Ec.

Ejemplos:

- ...considere un sistema descrito por $c = f(x, t, m)$. [Ec.1] donde x es el estado...utilizando la Ec. 1.
- ...sin embargo, existen algunas técnicas desarrolladas en [Ec. 1] para la reconstrucción de atractores...

RESEÑAS DE LIBROS

Para las reseñas de libros es recomendable citar al autor con sus datos biográficos básicos; ocuparse no sólo del libro sino también del asunto que trata —circunscribiendo— identificar el propósito del autor, lo que pretende demostrar, sus contribuciones; determinar las fuentes, su manejo, metodología, organización de resultados, estructura del libro. Ficha técnica del libro (Véase Bibliografía).

REVISIONES TEMÁTICAS, NOTAS CRÍTICAS Y ENSAYOS

Las revisiones temáticas deberán contener la información requerida, fundamentada con la bibliografía que la apoye y debe de tener un aparato crítico sólido y sustentable.

NOTAS METODOLÓGICAS

Las notas metodológicas deberán explicar/criticar los marcos metodológicos recurrentes en el proceso de investigación, sugerir algunas posibles soluciones a problemas de investigación o innovar el marco metodológico existente.

RESEÑAS DE LIBROS, REVISIONES TEMÁTICAS, NOTAS CRÍTICAS Y ENSAYOS Y NO-TAS METODOLÓGICAS

Bibliografía

Al final del artículo se agregará la bibliografía alfabética que sirva de soporte al texto. En la bibliografía se deberá incluir los siguientes datos:

Revistas

Autor(es). Año (completo). Título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, editorial, volumen (vol.), número (no.), país, página(s) (p. o pp.).

Libros

Autor(es). Año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.), edición, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.).

