

# **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería**

Julio - Septiembre 2021

ISSN: 2683-2607

**No. 121**

**Una introducción a los presupuestos  
conservativos**

**Consideraciones éticas y valores durante la  
reanimación cardiopulmonar**

**Procesos fisiológicos relacionados  
con el almacenamiento prolongado de  
espermatozoides en murciélagos hembras**



# Contenido

## Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería

No. 121 Julio - Septiembre 2021

---

Editorial	3	<i>Más allá del modelo argumentativo de Toulmin</i>	39
		M. en F.C. Eduardo Harada Olivares	
<i>Una introducción a los presupuestos conservativos</i>	5	<i>Procesos fisiológicos relacionados con el almacenamiento prolongado de espermatozoides en murciélagos hembras</i>	
Mat. Sigrid Morett		MBRA Angie Carolina Campos Rentería	57
Dr. Eduardo Herrera		Dr. Ahiezer Rodríguez Tobón	
<i>Pueblos Extraordinarios</i>	13	Dr. Arturo Salame Méndez	
M. en C. Caupolicán Muñoz Gamboa		Dr. Miguel Ángel León Galván	
<i>Consideraciones éticas y valores durante la reanimación cardiopulmonar</i>	27	M. en C. Jorge Armando Haro Castellanos	
M. en C. Neptalí Reyes Bolaños		Dra. Edith Arenas Ríos	
M. en B. María Zorayda Robles Barrera		Fe de erratas	70
Dra. María de la Luz Sevilla González			

Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería  
en la WEB

Lea los artículos publicados en  
<https://contactos.izt.uam.mx/>



Casa abierta al tiempo  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



CONACYT  
ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS  
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

*Rector General*

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia.

*Secretaria General*

Dra. Norma Rondero López.

UNIDAD IZTAPALAPA

*Rector*

Dr. Rodrigo Díaz Cruz.

*Secretario*

Dr. Andrés Francisco Estrada Alexanders.

*Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería*

Dr. Jesús Alberto Ochoa Tapia.

*Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud*

Dra. Sara Lucía Camargo Ricarlde.

### **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería:**

Consejo Editorial:

Dr. Rodrigo Díaz Cruz,

Dr. Andrés Francisco Estrada Alexanders,

Dr. Jesús Alberto Ochoa Tapia,

Dra. Sara Lucía Camargo Ricarlde.

*UAM- Iztapalapa*

*Editora en Jefe:*

M. C. Alma Edith Martínez Licona.

*Comité Editorial por CBS:*

Dra. Edith Arenas Ríos, Dra. Laura Josefina Pérez Flores, Dr. Pedro Luis Valverde Padilla,

*Por CBI:*

Dr. Hugo Ávila Paredes.

*Por la Universidad Iberoamericana:*

Mtro. Adolfo G. Fink – Pastrana.

## **CONTACTOS, REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS E INGENIERÍA. 3ª Época, No. 121,**

Julio - Septiembre 2021, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería y División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C. P. 14387, México, Ciudad de México y Av. San Rafael Atlixco No. 186, Edificio T174, Col. Vicentina, Alcaldía Iztapalapa, C. P. 09340, México, Ciudad de México, Tel. 5804 – 4634 Página electrónica de la revista: <https://contactos.izt.uam.mx/> y dirección electrónica: [cts@xanum.uam.mx](mailto:cts@xanum.uam.mx) Editora responsable MC Alma E. Martínez Licona. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2013-042212044000-203, ISSN 2683-2607, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Mtra. Alma E. Martínez Licona; Unidad Iztapalapa, División de CBI y CBS; fecha de última modificación 30 de Septiembre de 2021. Tamaño del archivo 52 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Fecha de Publicación: Julio - Septiembre de 2021.

Los artículos publicados en **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería** son sometidos a arbitraje; para ello se requiere enviar por mail el trabajo en Word. Toda correspondencia deberá enviarse a:

Comité Editorial de **Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería,**

UAM – Iztapalapa, T – 174, Tel. 5804-4634

Av. San Rafael Atlixco No. 186, C. P. 09340, CDMX.

Apartado Postal 55 -534

<https://contactos.izt.uam.mx/> e-mail [cts@xanum.uam.mx](mailto:cts@xanum.uam.mx)

## Editorial

Estamos a más de la mitad del año y con este tercer número esperamos poder dar a nuestros queridos lectores un número más de la revista Contactos, con contenido interesante que pueda distraerlo de su vida cotidiana y al final de su lectura le deje un buen sabor de boca.

En esta ocasión tenemos un artículo que nos pone a reflexionar sobre la difícil profesión del médico, el cual debe tener el suficiente conocimiento, experiencia y valores éticos para tomar decisiones ante sus pacientes, hasta para admitir cuando no es capaz de proceder y buscar al médico adecuado, en este caso, el artículo es “Consideraciones éticas y valores durante la reanimación cardiopulmonar”. Por otro lado, tenemos el llamado “modelo de Toulmin” el cual se ha llegado a considerar como la estructura típica de los razonamientos o los argumentos en la vida real.

Para los amantes de los murciélagos tenemos un artículo interesante que nos explica porque hay un almacenamiento prolongado de espermatozoides en las hembras de esta especie, nos explica el proceso fisiológico de esta especie para poder reproducirse, el artículo es “Procesos fisiológicos relacionados con el almacenamiento prolongado de espermatozoides en murciélagos hembras”.

Como se puede observar se cuentan con artículos variados e interesantes listos para ser leídos, invitamos a los lectores a descubrir los demás artículos y disfrutar de este número.

Atentamente

MC Alma E. Martínez L.  
Editora en Jefe



## Información para autores

**Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería**, Revista dirigida a profesores y a estudiantes de estas disciplinas.

Está registrada en el índice de revistas de divulgación de Conacyt, así como en Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Para publicar, los trabajos deberán ser originales y accesibles a un público amplio con formación media superior o universitaria pero no especializada; los temas deberán presentarse en forma clara. Cada colaboración debe incluir figuras, diagramas, ilustraciones, fotografías, etc. (otorgando el crédito correspondiente en caso de no ser original), que hagan más accesible la presentación.

**Las secciones que la constituyen son:**

**1. Divulgación.** Artículos que presentan temas científicos con enfoques novedosos y accesibles (15 cuartillas).

**2. Educación científica.** Enfoques originales en la enseñanza de temas particulares (15 cuartillas).

**3. Artículos especializados.** Reportes breves de investigación, relacionados con una problemática concreta (15 cuartillas).

**4. Crónicas.** Historia y desarrollo de conceptos científicos, así como teorías alternativas (15 cuartillas).

**5. Divertimentos.** Juegos y acertijos intelectuales (5 cuartillas).

**6. Noticias breves.** Información de actualidad en el mundo de la ciencia (4 cuartillas).

**7. Los laureles de olivo.** Los absurdos de la vida cotidiana y académica (4 cuartillas).

En todos los casos se debe incluir los nombres completos de los autores con su adscripción, dirección, teléfono y dirección de correo electrónico.

### Normas

Las colaboraciones a las secciones 1 a 4 deberán ajustarse a las siguientes normas:

1. Resumen escrito en español e inglés.
2. 4 palabras clave en español en inglés.
3. Cuando se incluya una abreviatura debe explicarse por una sola vez en la forma siguiente: Organización de los Estados Americanos (OEA)...
4. Cuando se utilice un nombre técnico o una palabra característica de una disciplina científica deberá aclararse su significado de la manera más sencilla

posible.

5. Las citas textuales deberán ir de acuerdo al siguiente ejemplo: En cuanto la publicación del placebo se asevera que “el efecto placebo desapareció cuando los comportamientos se estudiaron en esta forma” (Núñez, 1982, p.126).

6. Las referencias (no más de 10) se marcarán de acuerdo al siguiente ejemplo: Sin embargo, ese no es el punto de vista de la Escuela de Copenhague (Heisenberg, 1958), que insiste en... .

7. Al final del artículo se citarán las referencias por orden alfabético de autores. Pueden añadirse lecturas recomendadas (no más de 5).

8. Cada referencia a un artículo debe justarse al siguiente formato: Szabadváry, F. y Oesper, E., Development of the pH concept, J. Chem. Educ, 41 [2], pp.105 -107, 1964.

9. Cada referencia a un libro se ajustará al siguiente formato: Heisenberg, W., Physics and Philosophy. The Revolution in Modern Science, Harper Torchbook, Nueva York, pp.44-58, 1958. 10. Para páginas electrónicas: dirección (fecha de acceso).

11. Los títulos de reportes, memorias, etcétera, deben ir subrayados o en itálicas.

### Envío y características del artículo

El envío del artículo deberá ser en archivo electrónico, en Word, tipo de letra Time New Roman, tamaño 12 con interlineado sencillo y uso de editor de ecuaciones.

En el caso de ilustraciones por computadora (BMP, JPG, TIFF, etc.) envíelos en archivos por separado. El material es recibido en:

### Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería.

UAM – Iztapalapa, T-174,

Información: cts@xanum.uam.mx, tel. 5804-4634

Av. San Rafael Atlixco, 186, C. P. 09340,

CDMX. A.P. 55-534

### Arbitraje

El Comité utiliza un sistema de arbitraje anónimo que requiere un mes. Se entiende que los autores no han enviado su artículo a otra revista y que dispondrán de un plazo máximo de un mes para incorporar las observaciones de los árbitros.

La decisión final de publicar un artículo es responsabilidad exclusiva del Comité Editorial.

# **Una introducción a los presupuestos conservativos**

**Mat. Sigríd Morett  
Dr. Eduardo Herrera  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional Autónoma de México**

## Resumen

En el siguiente trabajo se exponen algunas conexiones derivadas del concepto de presupuesto desde una visión económica simple doméstica hasta llegar al presupuesto de energía en Física y su relación con la conservación, tocando el tema del presupuesto energético global de la Tierra.

## Palabras clave

Presupuesto, Conservación, Energía, Clima.

## Abstract

This paper presents links between the concept of Budget from Economics to Physics, from a simple domestic view to the energy budget in Physics, and shows its relationship with conservation. We address the issue of Earth's energy budget.

## Keywords

Budget, Conservation, Energy, Climate.

## 1. Introducción

El presente trabajo está dirigido tanto a estudiantes y profesores de ciencias e ingeniería, como a cualquiera que use presupuestos, buscando generar un pensamiento crítico sobre la aparición de conceptos físicos en varias ramas del saber, siendo posible que el principio de conservación de la energía tenga el mismo comportamiento que un presupuesto económico. Es sorprendente donde más pueden aparecer los presupuestos conservativos.

El tema de los presupuestos toca a muchos ámbitos, pero generalmente al hablar de ellos la mayoría piensa en algo relativo a la economía. Uno se puede imaginar a una estudiante que cuente con una cantidad fija de dinero de  $X$  pesos para vivir por un mes, tal que con esa cantidad  $X$ , la estudiante pueda pagar los gastos que ella determine

de importancia como: renta de vivienda ( $x_1$ ), gastos domésticos como pago de agua, electricidad, red de internet inalámbrica o Wi-Fi ( $x_2$ ), comida ( $x_3$ ), transporte ( $x_4$ ) y por último reservar una cantidad para algún gasto imprevisto ( $z$ ). Lo expresado se puede representar por la ecuación (1):

$$X = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + z \quad (1)$$

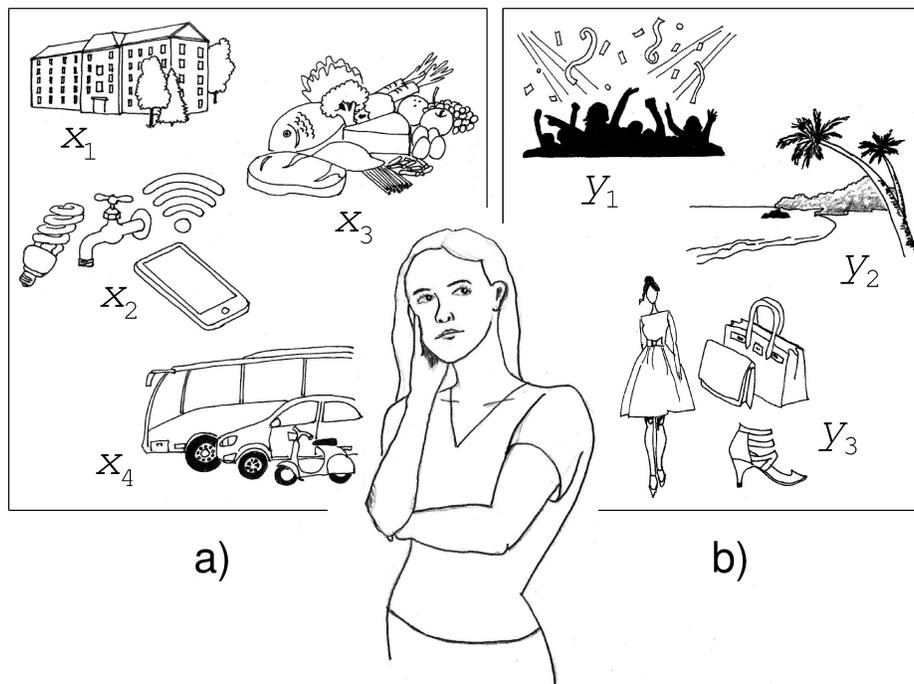
Pero, esos gastos asignados no son inalterables, la estudiante también podría pensar en gastar la cantidad  $X$  de otra manera y en otros rubros como: fiesta ( $y_1$ ), viaje ( $y_2$ ) y compras ( $y_3$ ), de tal forma que ahora la ecuación de presupuesto quede como:

$$X = y_1 + y_2 + y_3 \quad (2)$$

Como se puede observar, el hecho es que la cantidad de dinero  $X$  se puede gastar de varias formas diferentes (Fig. 1), pero en cualquier caso permanece igual, es decir, sólo contamos con esa cantidad para gastar o en otras palabras  $X$  se conserva.

Por otra parte, hay otro asunto importante en la construcción de los presupuestos, generalmente los componentes del gasto no son exactos, los gastos del primer ejemplo  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ , tienen incertidumbres asociadas que se supone están incluidas en la cantidad  $z$ , pero puede ocurrir que las incertidumbres estén subestimadas y el balance total de gastos no concuerde con la cantidad  $X$ , de lo que se concluirá que no se tiene el conocimiento suficiente de alguno(s) de los gastos  $x_n$ .

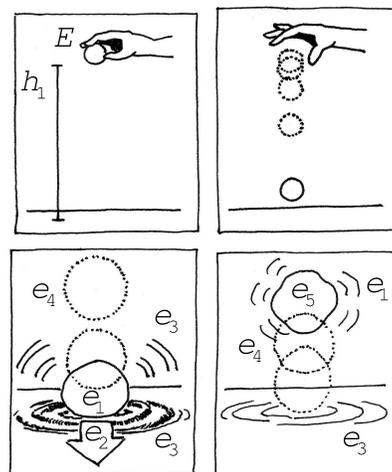
Lo anterior se puede aplicar al ámbito de la física clásica, considerando un caso sencillo, como dejar caer una pelota desde una altura inicial  $h_1$  y ver lo que sucede justo después del primer rebote, hasta que alcance otra altura.



**Fig. 1** Ejemplos de posibles gastos que puede hacer una estudiante: **a)** renta de vivienda ( $x_1$ ), gastos relativos a la vivienda como agua, electricidad, Wi-Fi ( $x_2$ ), comida ( $x_3$ ), transporte ( $x_4$ ); **b)** fiesta ( $y_1$ ), viaje ( $y_2$ ) y compras ( $y_3$ ).

En la altura  $h_1$  la pelota de masa ( $m$ ) tendrá asociada una energía potencial ( $E = mgh_1$ ) y al dejar caer la bola (con aceleración de la gravedad,  $g$ ) llegará al suelo casi con esa cantidad de energía pero ahora cinética y justo por la interacción con el piso y el aire se repartirá (Fig. 2) en otras como: la energía asociada a la deformación de la pelota por el choque ( $e_1$ ), la energía asociada al calentamiento del piso por vibración ( $e_2$ ), la energía asociada al sonido producido también por el choque ( $e_3$ ), la energía asociada a la fricción del aire con la pelota ( $e_4$ ) y la energía cinética de ascenso ( $e_5$ ), de tal forma que lo anterior se puede escribir con una ecuación de la siguiente forma:

$$E = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 \quad (3)$$



**Fig. 2** Transferencia de Energía potencial ( $E$ ) de una pelota que se deja caer desde una altura  $h_1$ , toca el suelo y rebota: a energía asociada a la deformación de la pelota por el choque ( $e_1$ ), energía asociada al calentamiento del piso por vibración ( $e_2$ ), energía asociada al sonido producido por el choque ( $e_3$ ), energía asociada a la fricción del aire con la pelota ( $e_4$ ) y energía cinética de ascenso ( $e_5$ ).

Además, la ecuación (3) nos recuerda a la ley de la Termodinámica relacionada con la conservación de la energía, donde la energía inicial está siendo convertida en otras que se pueden agrupar como las destinadas a realizar un trabajo y las de calor o de disipación [1, 2].

De la misma forma que se han tratado los dos ejemplos anteriores, se puede reflexionar sobre la energía disponible en nuestra casa, el planeta Tierra.

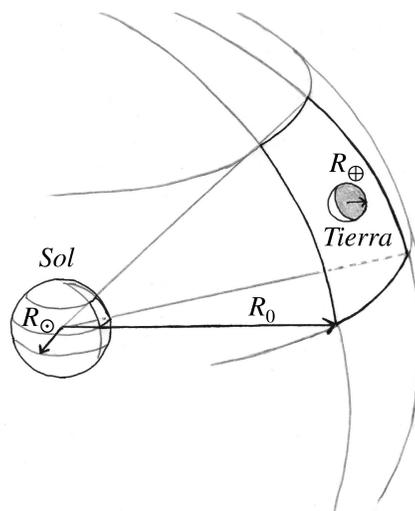
## 2. Presupuesto energético global de la Tierra

Consideremos ahora un caso más complejo, saber qué cantidad de energía dispone nuestro planeta proveniente del Sol y qué se puede hacer con ella. Primero, se obtiene la potencia total emitida por nuestra estrella ( $P_{\odot}$ ), con ayuda de la ley de Stefan-Boltzmann y tomando en cuenta que el Sol se comporta como un cuerpo negro ( $P_{\odot} = \sigma T^4 A_{\odot}$ ), donde  $\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann ( $\sigma \approx 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ),  $A_{\odot}$  es el área superficial de la estrella ( $A_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2$ , donde  $R_{\odot}$  es el radio del Sol  $\approx 6.96 \times 10^8 \text{ m}$ ),  $T$  es la temperatura superficial de la estrella, que la obtenemos por medio de la ley de desplazamiento de Wien ( $T \approx 2.9 \times 10^{-3} \lambda^{-1} [\text{m K}]$ ). Tomando la longitud de onda del máximo de emisión ( $\lambda$ ), en nuestro caso  $\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ , se obtiene una temperatura de  $T = 5800 \text{ K}$ . Entonces, con los datos anteriores se obtiene la potencia total emitida por el Sol igual a  $P_{\odot} \approx 3.906 \times 10^{26} \text{ W}$  [3, 4].

Pero el planeta Tierra sólo recibe una minúscula fracción de esa potencia emitida, que se puede calcular considerando que el flujo de energía que sale del Sol desde toda su superficie es el mismo que cruza por toda el área de la esfera que tiene como radio

a la distancia media orbital de la Tierra alrededor del Sol ( $R_O \approx 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$ ), esta es una aplicación de lo que se conoce como ley de Gauss (Fig. 3). Si tomamos el área de la sección esférica correspondiente a la Tierra en su órbita como el área plana de un círculo con radio igual al ecuatorial del planeta ( $R_{\oplus} \approx 6.371 \times 10^6 \text{ m}$ ), la proporción ( $f$ ) que le tocará al planeta será:

$$f = \frac{\pi R_{\oplus}^2}{4\pi R_O^2} = \left(\frac{R_{\oplus}}{2R_O}\right)^2 \quad (4)$$



**Fig. 3** Esquema de la fracción de energía solar recibida por una cara de la Tierra, donde  $R_{\odot}$  es el radio del Sol,  $R_O$  es la distancia media entre el Sol y la Tierra y  $R_{\oplus}$  es el radio ecuatorial terrestre.

Así, se obtiene que el flujo medio de energía que le llega a la Tierra es la potencia emitida por el Sol multiplicada por la fracción que le toca al planeta, dividido entre el área del planeta expuesta, es decir,  $S = (P_{\odot} \cdot f) / (\pi R_{\oplus}^2) = (P_{\odot}) / (4\pi R_O^2) \approx 1389 \text{ W m}^{-2}$ , a la cantidad  $S$  se le llama *constante solar* (Irradiancia solar). Por otro lado, la cantidad de energía que recibe un lugar determinado de la Tierra llamada *insolación*, varía con el transcurso del año [5].

Ahora, considerando que desde los tiempos en que se formó la Tierra, el planeta ha estado recibiendo energía proveniente del Sol, al principio absorbiendo más de lo que emitía, hasta llegar al equilibrio y emitir la misma cantidad de radiación que absorbe [6], pero la emisión de radiación no sólo es por una cara del planeta sino por toda el área superficial (como lo hace el Sol). Por lo que se llega a una ecuación de balance de radiación:

*Radiación emitida = Radiación absorbida*

$$4\pi R_{\oplus}^2 \sigma T_{\oplus}^4 = S(1 - a)\pi R_{\oplus}^2 \quad (5)$$

donde  $T_{\oplus}$  es la temperatura en el planeta,  $a$  es el albedo (se discute al final de la sección), que si se considera igual a cero ( $a = 0$ ) y moviendo los factores para obtener la potencia para una sección en el tope de la atmósfera de área de  $1 \text{ m}^2$ , tendremos que:

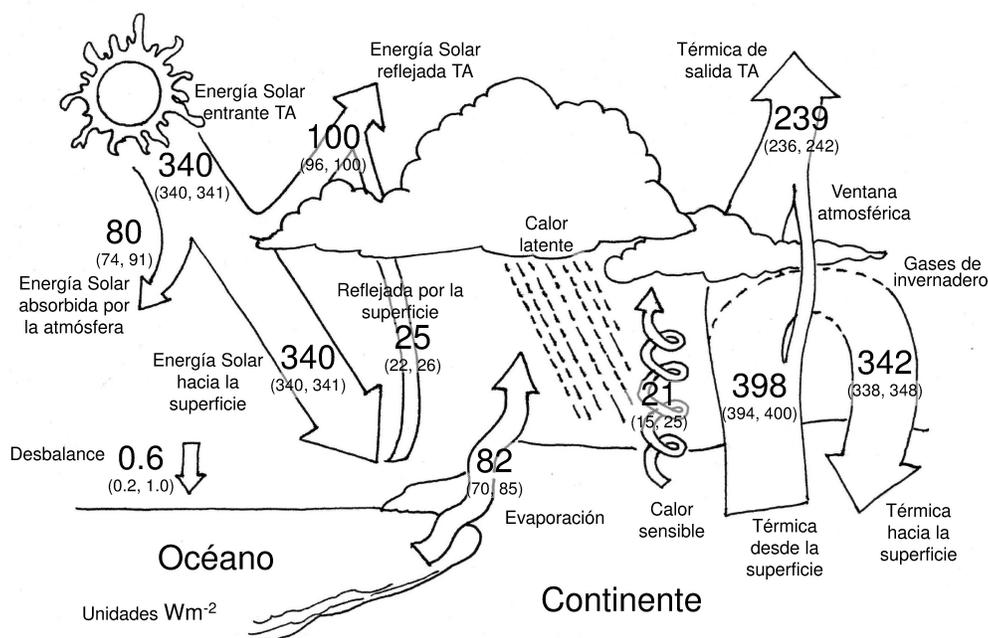
$$\sigma T_{\oplus}^4 = \frac{S}{4} \approx 347 \text{ Wm}^{-2} \quad (6)$$

Al tener la potencia por unidad de área expuesta en la ecuación (6), el reto es averiguar y asignar qué procesos se pueden hacer con esa energía en la columna atmosférica por debajo e integrarla para todo el planeta. En las últimas dos décadas desde finales de los 90, se ha dado un auge en la investigación relacionada al balance energético global y se ha enfocado a encontrar la asignación de cuánto flujo energético toma cada proceso en la atmósfera, de la manera más precisa hasta el momento de hacer la investigación, se puede decir que es un tema científico de frontera y no sólo se ha hecho de forma global [7, 8], también se ha realizado para regiones y países como México y Brasil [9, 10].

El asunto no es nada sencillo porque involucra a muchos flujos de energía (Fig. 4), desde el flujo de energía que reflejan las nubes y la atmósfera, el flujo reflejado por la superficie de la Tierra, el flujo de energía convertido en corrientes termale, flujos de calor latente y calor sensible, los flujos de energía absorbidos por la superficie y la atmósfera, etc.

Cuantificar a todos esos flujos energéticos lo más exacto posible es algo que importa, porque dependiendo de esas cantidades se puede determinar cuánta energía queda almacenada en el océano o cuánta energía está disponible para procesos convectivos entre otros, pero se ha establecido que incluso pequeños desequilibrios en el presupuesto energético global pueden conducir a cambios lentos pero perceptibles en el clima conforme se vaya ajustando al nuevo equilibrio, que son por supuesto, una de las principales preocupaciones de los informes de evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) [11].

Es de interés climático acoplar el balance energético global sabiendo sus valores medios, desviaciones y anomalías con los fenómenos dinámicos y termodinámicos de la atmósfera, asociados a cada una de las escalas atmosféricas (gran escala, escala sinóptica, mesoescala y microescala), como las ondas planetarias asociadas a frentes fríos, los ciclones tropicales, los vientos persistentes del oeste y del este, la convección, las lluvias y las tormentas eléctricas, además de oscilaciones que ocurren en tiempos más largos a un año como *El Niño*. Teniendo mayor conocimiento sobre ese balance energético, será posible estimar cómo y cuáles procesos dinámicos y termodinámicos se pueden realizar en



**Fig. 4** Esquema del balance de energía media global para la Tierra. Los números indican las mejores estimaciones de las magnitudes de las componentes del balance de flujo de energía ( $\text{Wm}^{-2}$ ), junto con sus rangos de incertidumbre entre paréntesis. Las siglas TA corresponden a Tope de la Atmósfera. Adaptado de [8].

un periodo de un año o mayor dentro de la visión de cambio climático y decir por ejemplo, si tienen o no sentido frases como que “bajo cambio climático se espera que aumenten los ciclones tropicales”, y en dado caso que lo tuvieran, también decir entre qué procesos se darán los intercambios energéticos para lograrlo. Lo que nos lleva a concluir que hace falta mayor entendimiento sobre los procesos atmosféricos de intercambio de energía, sus interrelaciones y sus teleconexiones [12].

Las variaciones de la insolación no rigen mecánicamente y directamente las fluctuaciones del clima, pero lo tratado anteriormente sirve como punto de partida para su estudio [13]. La cantidad y complejidad de factores que están involucrados conforman un reto para los climatólogos. Están desde los factores que tienen que ver con cambios

del clima en escalas de tiempo de miles de años, como la precesión de los equinoccios, las variaciones de la excentricidad de la órbita terrestre, y otros como la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la superficie emergente y la posición de los continentes en el globo, el albedo, etc. El albedo tiene un papel muy importante en el sistema clima, de tal forma que cambios muy pequeños de albedo pueden tener como respuesta una glaciación. El albedo se define como la proporción de radiación de onda corta reflejada entre la incidente en el tope de la atmósfera. Es función de las propiedades ópticas de los objetos en la atmósfera (nubes, vapor de agua y aerosoles) y objetos que constituyen la superficie planetaria (hielo, océano, vegetación, otros). Cambios en el albedo asociados con procesos relativos a nubes y a superficie son entre otros los de ma-

por importancia en el sistema climático en respuesta al forzamiento antropogénico [14].

### 3. Discusión y conclusiones

En base a los cálculos de Wild *et al.* 2017 [8], existe un desbalance que aumenta la cantidad de energía disponible en el sistema climático lo que conlleva a investigar qué procesos lo utilizan, puede ser calentando la superficie polar y derritiendo el hielo, transfiriendo energía a la atmósfera o al océano, etc. Por lo que, aseveraciones para predecir el futuro bajo cambio climático basadas en estadística, sin tomar en cuenta a la física, resultan insuficientes.

Los presupuestos son importantes en muchos ámbitos humanos en los que se tiene una cantidad que se conserva, no sólo en la física sino también en la agricultura, el turismo, las energías renovables, el manejo del agua, el área utilizable, etc.

Podemos abordar un último ejemplo, para vislumbrar cuán importantes son los presupuestos y que se pueden encontrar en todas las materias. El tema del área planetaria utilizable casi no se discute porque toca tópicos como el de la propiedad privada y el de la política, pero dejando por un momento estos últimos aspectos de lado, se puede reflexionar sobre la necesidad de un cambio en el manejo de adquisición de área planetaria. Es un hecho que el área planetaria ( $A$ ) disponible es finita y que es deseable que con ella se haga una repartición por prioridad humana y planetaria, teniendo por ejemplo una parte para la agricultura y alimentación ( $A_{agro}$ ), otra área destinada a la industria ( $A_{ind}$ ), otra para energía ( $A_{en}$ ), otra para vivienda ( $A_{casa}$ ), otra para reservas naturales ( $A_{natur}$ ), etc. Y llegaríamos a una ecuación muy similar a las del inicio:

$$A = A_{agro} + A_{ind} + A_{en} + A_{casa} + A_{natur} \quad (7)$$

En el balance de área anterior, según el enfoque que se tome se pueden asignar porcentajes a cada uno de los rubros, pero quedando claro que al tomar más para uno de ellos se quita participación a alguno o algunos otros. Por lo que, al crecer la población humana, el balance de área tendrá menor holgura para cambios y se avista la necesidad de limitar el poder de adquisición de área que tienen los sistemas económicos.

### Agradecimientos

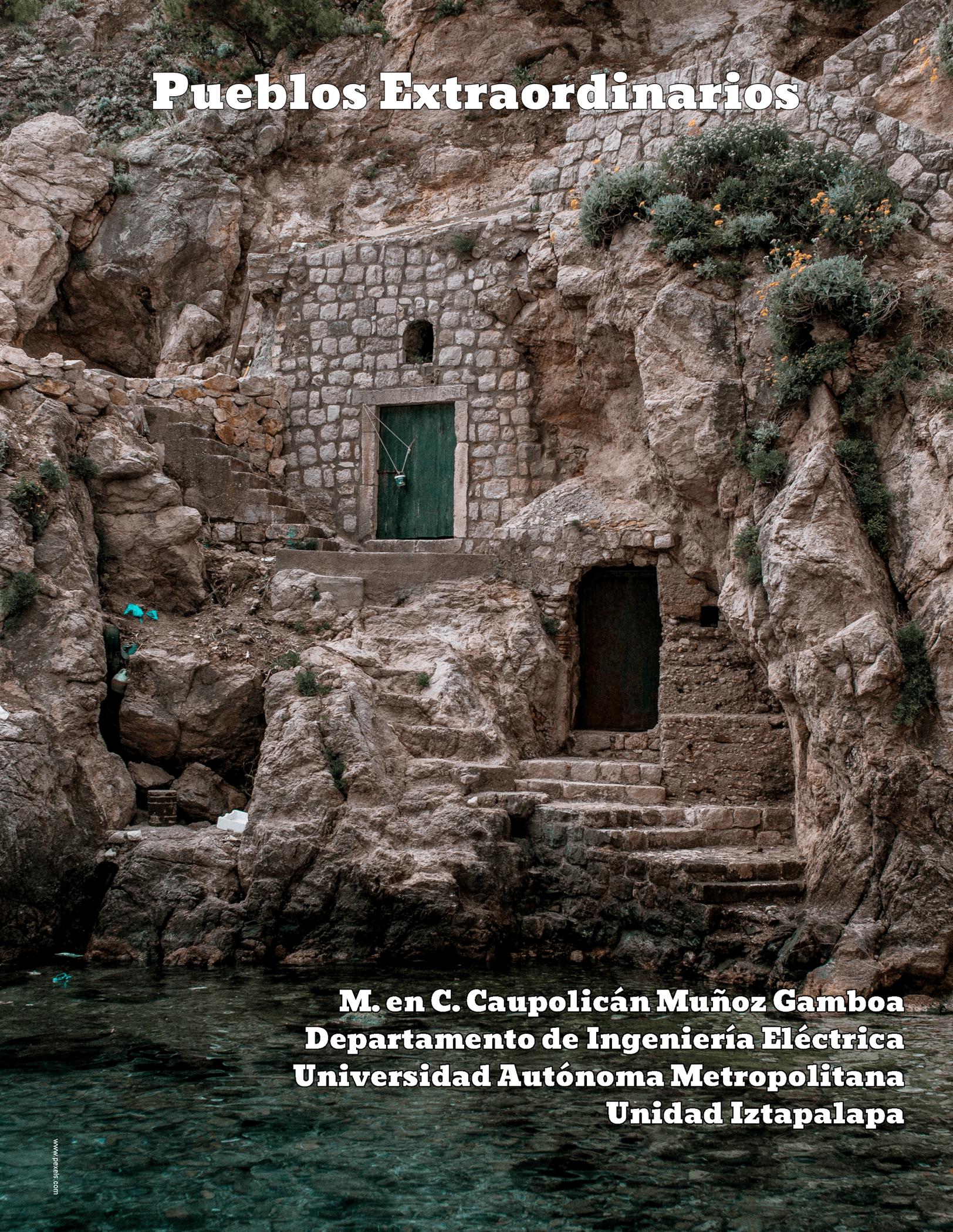
Agradecemos los comentarios de los revisores anónimos y la revisión del profesor René Garduño (CCA-UNAM).

### Referencias

1. Hecht, E., Energy Conservation Simplified, *Phys. Teach.* **46**, 77, 2008. doi: 10.1119/1.2834526
2. Moreno, J., Can mechanical energy vanish into thin air?, *American Journal of Physics* **86**, 220, 2018. doi: 10.1119/1.5019022
3. Rodríguez Gómez, J.M., F. Carlesso, L.E. Vieira, L. Da Silva, A irradiância solar: conceitos básicos, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. **40**, nº 3, e3312, 2018. DOI: dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0342
4. Khavrus V., and I. Shelevytsky, Geometry and the physics of seasons, *Phys. Educ.* **47**, 680, 2012. doi:10.1088/0031-9120/47/6/680
5. Karabanov, O., J.C. St. John, and

- W. Chameides, Planets on the table: A laboratory experiment on radiation and planetary effective-temperature concepts, *American Journal of Physics*, **76**, 692, 2008. doi: 10.1119/1.2894524
6. Ribeiro, C.I., Blackbody Radiation from an Incandescent Lamp, *The Physics Teacher* **52**, 371, 2014. doi: 10.1119/1.4893096
7. Trenberth, K.E., J.T. Fasullo, and J. Kiehl, EARTH'S GLOBAL ENERGY BUDGET, *Bulletin of the American Meteorological Society*, March, 1-13, 2009. DOI:10.1175/2008BAMS2634.1
8. Wild, M., A. Ohmura, C. Schär, G. Müller, D. Folini, M. Schwarz, M. Z. Hakuba, and A. Sanchez-Lorenzo, The Global Energy Balance Archive (GEBA) version 2017: a database for worldwide measured surface energy fluxes, *Earth Syst. Sci. Data*, **9**, 601–613, 2017. doi.org/10.5194/essd-9-601-2017
9. García-Cueto, R., N. Santillán-Soto, Z. Haro-Rincón and S. Ojeda-Benítez, Parameterization of net radiation in an arid city of northwestern Mexico. *Atmósfera* **28** (2), 71-82, 2015. doi: 10.20937/ATM.2015.28.02.01
10. Zuluaga, C.F., A. Avila-Diaz, F.B. Justino, A.B. Wilson, Climatology and trends of downward shortwave radiation over Brazil, *Atmospheric Research*, 250, 2021. doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105347
11. Read, P.L., J. Barstow, B. Charnay, S. Chelvanithhilan, P.G.J. Irwin, S. Knight, S. Lebonnois, S.R. Lewis, J. Mendonc, and L. Montaboneb, Global energy budgets and 'Trenberth diagrams' for the climates of terrestrial and gas giant planets, *Q. J. R. Meteorol. Soc.* **142**: 703–720, 2016. DOI:10.1002/qj.2704
12. Schwartz, S.E., Resource Letter GECC-2: The Greenhouse Effect and Climate Change: The Intensified Greenhouse Effect, *American Journal of Physics* **86**, 565, 2018. doi: 10.1119/1.5045574
13. Garduño, R., *El veleidoso clima* (Fondo de Cultura Económica, Colección la ciencia para todos no. 127, México D.F., 1998), p. 21-80.
14. Donohoe, A., & Battisti, D.S., Atmospheric and Surface Contributions to Planetary Albedo, *Journal of Climate*, **24** (16), 4402-4418, 2011. doi.org/10.1175/2011JCLI3946.1

# **Pueblos Extraordinarios**



**M. en C. Caupolicán Muñoz Gamboa**  
**Departamento de Ingeniería Eléctrica**  
**Universidad Autónoma Metropolitana**  
**Unidad Iztapalapa**

## Summary

Constructions on the water and supported by strong piles, called stilt houses (palafitos); shelters and other constructions excavated in the mountain, known as troglodyte houses; floating cities that look like boats that are standing on the water, among other original constructions, constitute a magnificent proof of the adventure that historically many human groups have had to face to settle in some strategic places. For this it has been necessary that they have had to settle in these places for the most diverse reasons and have managed to develop human complexes in the form of villages, settlements, small towns and even cities that are deeply originals. Some of the most prominent sites that exist in various parts of the world are detailed in this article.

## Resumen

Construcciones sobre el agua y soportadas por fuertes pilotes, llamadas palafitos<sup>1</sup>; viviendas y otros edificios excavados en la montaña, conocidos como trogloditas<sup>2</sup>; ciudades flotantes que parecen embarcaciones que están estáticas sobre el agua, entre otras originales construcciones constituyen una magnífica prueba de la aventura que históricamente muchos grupos humanos han tenido que afrontar para establecerse en algún sitio estratégico. Para ello ha sido necesario que hayan tenido que asentarse en estos sitios por las más diversas razones y se las hayan ingeniado para desarrollar

conjuntos humanos en forma de aldeas, poblados, pequeños pueblos y hasta ciudades que son profundamente originales. Algunos de los sitios más destacados que existen en diversos lugares del mundo se detallan en este artículo.

## Las aldeas palafíticas del Lago Inle en Myanmar

Situado en 20° 33' N, 96° 55' E, casi en el centro de Myanmar, es el segundo lago más grande del país, con una superficie de unos 500 km<sup>2</sup> y con una profundidad baja que varía entre 2.5 y 5 metros, dependiendo de la estación lluviosa, aunque en sus márgenes suele ser de unos 2 metros aproximadamente. Esta circunstancia ha permitido que tanto en sus cercanías, como en sus orillas o en sus aguas menos profundas se encuentren alrededor de 200 ciudades y aldeas de palafitos, lo que lo ha convertido en uno de los principales destinos turísticos del país, espacios que son habitados por los Intha (hijos del Lago). Por ello es posible encontrar en sus aguas y en sus márgenes o en los alrededores poblados y aldeas (Indein Village, Kay Lar Ywa, Nampan Village) o pequeñas ciudades como Yawngnhe. Ésta está comunicada con el lago por el canal Nankand de unos 4 km y se ha convertido en uno de los puntos de partida para los turistas debido a que ofrece muchas alternativas de hospedaje y alimentación.

Para satisfacer la demanda turística en sus aguas y en sus orillas se encuentran diversos restaurantes de palafitos (como Golden Kite, Golden Moo), bares (The Jetty), hoteles de lujo (como Myanmar Treasure Resort, Sky Inke Lake Resort), y otros turísticos más modestos, aunque pueden haber algunos en el medio del lago (como el Inleh Bo Teh), guarderías infantiles (Studer

<sup>1</sup>Construcciones o viviendas que se alzan a la orilla del mar, dentro de un lago o en terrenos anegables, sobre pilotes o soportes, generalmente de madera.

<sup>2</sup>Se les conoce con ese nombre debido a que muchas veces los humanos primitivos utilizaron cavernas naturales o muchas veces llegaron a excavarlas como refugio o para protegerse de los animales salvajes y de las inclemencias del clima.



Lago Inle, Myanmar

thrust nursery school), hasta pequeñas factorías de tejidos de seda y loto (Ko Than Hlaing silk and lotus weaving), o de cigarros populares (Metta Khaing Cheroot Industry), así como orfebrería y artesanías diversas (Hand weaving center Shwehin Tha, Sein Tamadi Gold and Silversmith), donde se trabajan tejidos, madera y algunos metales.

Como una curiosidad especial, en uno de los palafitos del lago se encuentran las “mujeres de cuello largo” o “mujeres jirafa”, pertenecientes al pueblo Padaung, mejor conocido como Kayan Lahwi, el cual es una etnia tibeto-birmana. Se caracterizan porque las mujeres de la tribu desde muy pequeñas usan argollas de metal en las muñecas y en las piernas, pero particularmente en el cuello, con lo que posiblemente logran estirar las vértebras correspondientes, por lo que crean la imagen de tener cuellos mucho más largos. El pueblo Kayan Lahwi pertenece al grupo étnico Karenni

(también conocido como Kayan rojo), que emigró desde Mongolia en la Edad de Bronce y habita hoy en día, principalmente, en el estado Shan en Myanmar.

Debido a que alrededor del 90% de la población de Myanmar profesa la religión Budista Theravada, en el centro del lago se ubica una estatua de Buda y se encuentra el monasterio de Nga Phe Chaung el cual es una hermosa construcción de teca que fue erigida hace unos 200 años, también como palafito, en estilo tibetano, shan y bagan. En su interior el monasterio alberga una gran colección de imágenes de Buda dentro de urnas ricamente decoradas que muestran el impresionante arte budista shan.

Además del monasterio de Nga Phe Chaung, hay otros lugares de culto, como la pagoda de Phaung Daw U, una de las principales del país, situada a orillas del lago que fue construida el siglo XVIII y en cuyo interior se encuentran imágenes

de Buda del siglo XII. También cerca de la aldea de Indeín se alza el conjunto de pagodas Shwe Inn Thein Paya, que cuenta con más de 1000 estupas<sup>3</sup> budistas, las que datan del siglo XVII.

Mención aparte y especial merecen los usualmente solitarios pescadores del lago que se mueven lentamente sobre largas y angostas embarcaciones sobre las cuales en uno de sus extremos se equilibran manejando hábilmente un solo remo, el que sostienen con una mano y rodean con la pierna del mismo lado, lo que constituye una original forma de remar. Además, utilizan una gran trampa en forma semi-cónica de unos 2 metros de alto. No sólo se sostienen con mucha habilidad en su embarcación, para delicia de los turistas, sino que suelen equilibrarse en un pie sosteniendo en el aire la trampa con una mano y con el otro pie, mientras manejan el remo con el cuerpo y la otra mano. La pesca está compuesta de varias especies de peces y caracoles acuáticos, así como que los pescadores suelen sacar algas y plantas del fondo del lago para utilizarlas como fertilizante para las zonas de cultivo en las que se encuentran los jardines flotantes que conforman canales entre las zonas de labranza, además de que no solo hay casas flotantes, sino hasta un mercado flotante.

### Caleta Tortel, Chile

En la Patagonia Chilena en la Región de Aysén se encuentra la extraordinaria Caleta Tortel (47° 48' 05"S, 73° 32' 08" O), ubicada en la costa, donde termina la falda de las escarpadas cordilleras que impiden edificar

<sup>3</sup>Una estupa es un tipo de construcción budista hecha para contener reliquias, que parece derivar de los antiguos túmulos funerarios. Son monumentos que constituyen sitios sagrados de culto y peregrinaje.

construcciones tradicionales. Por tal razón, su estructura urbana y su organización son muy originales, ya que sus habitantes se han visto obligados a construir sobre pilotes todas sus viviendas las que son los típicos palafitos característicos del municipio, lo que ha implicado además que la "vía pública" sean simples pasarelas para que sus habitantes puedan desplazarse sin problemas en la población. Estos caminos se extienden por más de 7.5 km los que constituyen, junto con los palafitos, el encanto del poblado puesto que son las calles de la ciudad. Éstas se extienden por el borde costero y a diferentes alturas alejándose del litoral, pero siempre unidas por extensas escaleras de madera nativa para conectarse por medio de una larga escalera con el estacionamiento que se encuentra más arriba en una planicie del cerro, el cual se encuentra al final del camino que se conecta con la Carretera Austral. Tanto las escaleras, las viviendas y las pasarelas están construidas bajo estrictas normas municipales que determinan sus dimensiones y el material de construcción que es el Ciprés de las Guaitecas, el cual es muy abundante en la región.

Algunas de estas "calles", que en realidad son pasajes peatonales, pueden llevar la tubería matriz del agua potable y conectan las viviendas en las que viven menos de 1,000 personas, aunque la oferta de hospedaje y restaurantes hace pensar que esa cifra es mucho mayor en la temporada turística. Sin embargo, la actividad de los bomberos no puede desarrollarse fácilmente en esas condiciones, por lo que aprovechando que las construcciones se encuentran muy próximas al mar, los carros bomba son lanchas que pueden llegar a cualquier punto en unos pocos minutos.



**Caleta Tortel, Chile**

Aunque su fecha de fundación es de 1955, en un comienzo solo se podía llegar al lugar por mar, pero alrededor de unos 50 años después se construyó el camino y el estacionamiento que conecta al pueblo con la Carretera Austral (extenso camino turístico del sur de Chile de más de 1000 km), desde donde se accede a él por medio de una larga escalera, lo que dio gran impulso a la actividad turística.

Por tal razón es posible encontrar hospedaje, normalmente económico, en forma de hostales (Hostal Costanera), residenciales (Estilo, Brisas del Sur), hoteles (Casa Baker) e, incluso, cabañas (El Pionero) o zona de campamento (Camping Delta Baker). También se encuentran diversos restaurantes (El Patagón) y bares (Koon, Cervecería y Restaurant El Mirador).

Tortel tiene una superficie de unos 20 000 km<sup>2</sup>, ubicándose entre los Campos de Hielo Norte y Sur, al fondo del Golfo

de Penas, justo en la cuenca en la que desembocan varios ríos (Baker, Pascua, Bravo, Huemules) formando canales interiores que le proporcionan una importante contribución de agua dulce de origen glacial y especialmente pluvial, debido al clima lluvioso de la zona.

Históricamente, ha habido algunos desastres como el que ocurrió en 1906 con la muerte de 59 trabajadores de una compañía que fue concesionaria para la explotación de la madera de la zona, lo que consta actualmente en el histórico cementerio de la Isla de los Muertos. En los años de 1940 se produce un desastre ecológico que consume en llamas gran parte del territorio. Sin embargo, después de su fundación se han construido instalaciones municipales, una plaza principal cubierta, una biblioteca, instalaciones para los carabineros (policía local), una estación de radio, viviendas sociales, una nueva escuela, una clínica, una central hidroeléctrica y hasta un

aeródromo, lo que concluye hasta cierto punto con el aislamiento del poblado.

A pesar de los cambios y del gran incremento de la actividad turística que ha experimentado la localidad, continúa conservando su especial ambiente tranquilo, con hermosos paisajes y con su estructura cívica poco común de alzarse sobre pilotes en una zona en la que es difícil asentarse, pero que los habitantes han sabido dominar con mucho éxito.

Los palafitos son una forma de construcción realmente muy antigua, ya que se han descubierto vestigios de ellos, por ejemplo, en la zona de la ciudad de Pompeya (entre otros sitios). En consecuencia, no son exclusivos de un lago, ya que se encuentran en muchos lugares del mundo, entre los que destacan los de la “Venecia Amazónica” del Barrio de Belén, Iquitos, en Perú; los de Castro, la capital de la provincia de Chiloé, en Chile; los de Nueva Venecia sobre la Ciénaga Grande de Santa Marta, en Colombia; los de la ciudad lacustre de Ganvié “La Venecia de África”, en el Lago Nokoué, en Benín; las Cabañas sobre zancos, en la Laguna de Arcachon, en Francia; los palafitos y casas flotantes del Lago Tonlé Sap en Camboya; o los de Santa Rosa de Agua con más de 200 años en un asentamiento de la cultura añú, en Venezuela (cuyo nombre se dice que es por ‘pequeña Venecia’, un diminutivo), entre muchos otros lugares del mundo.

## Ürgüp<sup>4</sup>, Turquía

<sup>4</sup>El alfabeto de Turquía fue establecido por las reformas de Atatürk en 1928 para sustituir al antiguo alfabeto otomano. Está compuesto por 29 letras, 21 consonantes y 8 vocales. Conserva a, e, i, o, u, pero agrega una vocal i sin punto: ı, İ y dos más ö, Ö y ü, Ü. Otras tres letras fueron adaptadas

En Turquía, en la Capadocia, en la región de Anatolia Central se encuentra la ciudad y distrito de Ürgüp, con más de 35 000 habitantes, localidad en donde la naturaleza ha producido impresionantes formaciones kársticas debidas a la actividad volcánica y a la erosión (38° 37' 50" N, 34° 54' 50" E). Sobre una superficie sedimentaria de roca caliza se encuentran puntos en los cuales había rocas más sólidas que el terreno sobre el que reposan. En tal condición se produjo un fenómeno de erosión resultado de la acción de fuerzas naturales durante milenios que fue desgastando el terreno que no estaba protegido por las rocas más sólidas pero que no afectó el sitio bajo éstas por lo que se conforman las altas columnas más anchas hacia la base y coronadas por las rocas más resistentes lo que ha conformado el paisaje único de Capadocia. Esto ha producido una formación geológica única en el mundo con sus impresionantes columnas que los lugareños conocen como “chimeneas de las hadas”.

Cerca de Ürgüp se encuentran otras ciudades que comparten sus características geológicas, como Göreme, Nevşehir, Ortahisar y Uçhisar, aunque el punto central lo constituye el Parque Nacional Göreme Milli Parklar, que es una especie de museo al aire libre y el que es posiblemente la región más conocida de entre todos los paisajes de Capadocia (38° 39' 11" N, 34° 51' 50" E). Por sus especiales características y por su patrimonio histórico y cultural, la región fue incluida por la Unesco en la lista del Patrimonio de la Humanidad en el año 1985.

Lo especial de la región es que no solo

por requerimientos fonéticos del idioma: (ç, Ç, ğ, Ğ, y ş, Ş). Además, las letras Q, W y X del alfabeto latino no existen.



Ürgüp, Turquía

se encuentran las columnas coronadas por rocas, sino que, debido a las características de fragilidad de la roca sedimentaria menos sólida, los primeros habitantes construyeron viviendas trogloditas, simplemente excavando en las paredes de las columnas, especialmente en aquellas más voluminosas. Los asentamientos humanos comenzaron en los siglos III y IV, porque los cristianos del período romano fundaron varios claustros los que, como las construcciones que todavía se conservan, no se trataba de edificios, sino de cuevas artificiales excavadas en la roca. El más famoso es el Kale, una estructura conocida como el Castillo de Uçhisar.

En la actualidad se observa una buena cantidad de restos de capillas e iglesias decoradas con frescos de los siglos XI y XII, así como habitaciones, almacenes, alcobas y monumentos diversos. En algunos puntos existen moradas trogloditas e, incluso, hay algunas cuevas que han sido transformadas y convertidas en restaurantes, posadas y

hoteles para satisfacer la demanda turística, junto a las cuales puede haber construcciones más modernas.

En cuanto a los lugares religiosos se encuentran varios sitios destacados como la capilla de San Basilio (Aziz Basil Şapeli) y la capilla de Santa Bárbara (Azize Barbara Şapeli), así como la iglesia de la manzana (Elmalı kilise), la iglesia oscura (Karanlık kilise), la iglesia de la sandalia (Çarıklı kilise) y la iglesia de la serpiente (Yılanlı kilise), todas en distintos estados de conservación en las que se encuentran diferentes frescos de santos y pasajes bíblicos. Junto a las construcciones trogloditas se hallan también algunos lugares históricos (Pancarlık Kilisesi, Sarıca Kilisesi), pero también hay sitios importantes como mezquitas (Eyüp Sultan Cami, Merkez Kurtuluş Cami), artesanías (Konak Jewellery, Arts & Crafts Cappadocia), el museo (Ürgüp Müzesi, Art & History Museum), hasta supermercados (MiMigros, Bim), y, en particular, los

grandes atractivos: parapente (Skywalkers Elite Paragliding, Cappadocia Paragliding) y vuelo en globo (Cappadocia Balloon).

Como consecuencia, se ha desarrollado un sinnúmero de hoteles de todos los niveles, especialmente algunos excavados en la roca (Seraphim Cave Hotel, Royal Cave Hotel, Helios Cave Kapadokya), muchos restaurantes (Aravan Evi, Dünya Iskender Kebap, Hanimeli Cappadocia, Sofra, Zeytin) y bares (Voila Bar, Angel Cafe Bistro & Bar, Asımın yeri, Murat Bar Ürgüp).

Como si lo anterior no fuera suficiente, en la zona existen más de 30 ciudades subterráneas entre las que destacan Kaymaklı (38° 27' 36" N, 34° 45' 07.5" E) y Derinkuyu (38° 22' 24.4" N, 34° 44' 06.4" E). Se piensa que probablemente fueron excavadas entre los siglos V y X, aunque son fechas inciertas ya que han sido ocupadas por diversas culturas a través de los siglos. Debido a su posición estratégica su función principal era proteger a los habitantes de la región en caso de invasiones, ya que en Kaymaklı (descubierta en 1964) se han explorado varios niveles, en una red de galerías y escaleras de más de 2.5 km donde se hayan espacios que fueron destinados a habitaciones, cocinas, cisternas, almacenes, establos, iglesias y hasta sepulturas, por lo que podía albergar a cientos de personas hasta por seis meses, ya que cuenta con pozos de ventilación. Algunos de los primeros niveles están abiertos al turismo, destacando su único acceso protegido por un disco de roca a modo de puerta que solo podía moverse desde adentro, además de una segunda puerta similar, como una segunda protección.

Derinkuyu es la mayor de todas las

ciudades de este tipo, ya que en su punto culminante llegó a albergar más de 10 000 personas, ya que cuenta con más de 15 niveles conectados como un gran laberinto de corredores y escaleras, similar a Kaymaklı, ya que dispone de pozos, tanques de agua, lagares, depósitos de aceite, corrales de ganado, cocinas, comedores, iglesias, canales de ventilación, baños y tumbas. Se piensa que los frigios, un pueblo indoeuropeo, iniciaron su excavación entre los siglos VIII y VII a. C. Sin embargo, algunos arqueólogos especulan que el primer nivel pudo haber sido excavado por los hititas alrededor del año 1400 a. C. El laberinto de cuevas dispone de tres entradas estratégicamente seleccionadas que podían bloquearse desplazando algunas rocas adyacentes, en forma similar a Kaymaklı, que servían de puertas para impedir la entrada de invasores. Fue descubierta accidentalmente en 1963.

Con la aparición del cristianismo, durante el apogeo del Imperio Romano, se construyeron las pequeñas iglesias en su interior, posiblemente para mantener sus ceremonias religiosas ocultas y, al mismo tiempo, huir de los romanos. Sin embargo, durante la guerra árabe-bizantina de los siglos VIII al XII los árabes musulmanes la usaron como refugio, lo que la hizo florecer, por lo que se cree que en esa época se añadieron túneles para conectarla con las otras ciudades subterráneas, los que todavía se están explorando.

## Matmata y las casas trogloditas

En la relativamente pequeña ciudad de Matmata (33° 32' 40" N, 09° 58' 04" E) la población bereber decidió construir sus casas-cueva excavadas en la montaña, hace



**Matmata, Túnez**

más de 3000 años. Dichas casas fueron excavadas en la montaña en forma muy singular. Están basadas en un gran patio central en la forma de un agujero semicircular de gran diámetro y gran profundidad, lo que deja altas paredes donde los habitantes han excavado sus habitaciones. Las casas disponen de varias habitaciones, cocina y baño, pero suelen disponer por protección de una sola entrada a nivel del piso del patio, en forma de un corredor que se abre en la falda de la montaña a un terreno de similar altura, pero que se encuentra protegido por puertas que bloquean la entrada a los intrusos.

Por estas características, las casas constituyeron un lugar que los resguardaba de los enemigos debido a la aislación y a la dificultad de bajar al patio central. Esta singular arquitectura se ha convertido en un gran atractivo turístico, por lo que incluso se ha desarrollado infraestructura para atender la demanda, al mismo tiempo

que su original construcción sirve para aislar a sus moradores del ardiente calor del verano y del intenso frío del invierno. Pero requerían de medidas especiales por las lluvias debido a la fragilidad del terreno, ya que, si bien es fácil de excavar, también podía desmoronarse con el agua de las precipitaciones.

En la actualidad las casas trogloditas ya no tienen el carácter de recintos de protección contra desconocidos, aunque un buen número de lugareños todavía residen allí debido a que pueden contar con electricidad, agua potable y pueden beneficiarse del turismo. Por eso, aunque se trata de una pequeña ciudad se encuentran en la región hoteles de varias categorías usualmente con algunas habitaciones excavadas en la montaña (Marhala Hôtel, Hôtel Diar Matmata), restaurantes (Chez Abdoul, Chez Abouda), varias mezquitas, cafés, restaurantes, agencias de turismo y hasta una zona de camping.

De particular interés resulta el hotel Sidi Idriss, también con habitaciones excavadas en la montaña, debido a que fue el escenario donde se rodaron algunas escenas de Star Wars Episodio IV: Una Nueva Esperanza, en 1977, y en el Episodio II: El Ataque de los Clones, en 2000, bajo la dirección de George Lucas. En la película se trataba de la Granja de los Lars en el planeta Tatooine, donde Luke Skywalker, hijo del Caballero Jedi Anakin Skywalker, fue criado por Owen Lars y su esposa Beru. Por razones muy comprensibles, en la actualidad, el hotel ha aprovechado su aparición en la cinta para ofrecer a sus huéspedes la experiencia de conocer el lugar donde se rodaron algunas escenas importantes de estas películas.

Otros sitios donde se encuentran edificaciones excavadas notables existen en diversas partes del mundo, además de algunas en cuevas naturales y muchas de ellas habitadas por distintos pueblos, las que han sido lugares religiosos o viviendas excavadas en la roca. Algunos de estos recintos son Guadix, España (unas 2000 casas); Kandovan, Irán (excavadas en rocas volcánicas producidas por la lava); Lalibela, Etiopía (once iglesias del siglo XIII); la Grotta Mangiapane en Sicilia (una gran cueva deshabitada con vestigios arqueológicos de edificaciones); Matera, Italia (antiguos refugios excavados en la roca caliza); Mesa Verde, Estados Unidos (viviendas primitivas construidas en riscos por los nativos Anasazi en el siglo XII); Mustang, Nepal (alrededor de 10 000 cuevas); País Dogón, Mali (construidas en un acantilado); Turquant, Francia (casas trogloditas habitadas por artesanos) y Vardzia, Georgia (monasterio excavado en la roca del siglo XII y aún habitado por monjes).

## Islas de los Uros, Perú

El lago Titicaca (puma de piedra) se encuentra a unos 3800 m de altitud, lo que lo convierte en el lago navegable más alto del mundo. Según la leyenda es el lugar del que surgió Viracocha, el Dios Sol, quien a su vez envió a Manco Cápac a fundar la próspera cultura Inca en Cuzco. Pero antes de la aparición del Imperio Inca, los Uros fueron uno de los primeros pueblos que desarrollaron una cultura en el Altiplano que, en un principio, se establecieron en tierra firme pero pronto se desplazaron a los márgenes del lago.

Se supone que provenían de la actual Bolivia, pero pronto decidieron construir las famosas y originales islas flotantes en las riveras del actual Perú con lo que conservaron su estilo de vida, aunque ahora en las islas (15° 49' 04" S, 69° 58' 27" O). Además, con ello lograron protegerse de ser conquistados por los tiahuanacos, los collas y los mismos incas y pudieron resguardarse de las grandes sequías que ocurrieron por el año 1000 d. C. Esta circunstancia logró que pudieran sobrevivir de la caza y especialmente de la pesca que es abundante en el lago, cuyo producto venden o intercambian en el cercano mercado de Puno. Además, el turismo les provee de otra entrada económica ya que producen artesanías y bordados e, incluso, fabrican pan que es consumido por los turistas.

Las Islas de los Uros constituyen una serie de unas 80 plataformas flotantes cerca de la bahía de Puno, las que abarcan un área de más de 4 km<sup>2</sup> en las que viven alrededor de 1800 personas con fuertes lazos familiares. Su construcción es simple ya que se basa en la flotabilidad de una especie de junco llamado totora el que es muy abundante y que recolectan del mismo lago.



Isla de los Uros, Perú

Posteriormente lo van uniendo en múltiples capas hasta formar bloques irregulares muy estables de hasta más de 1000 m<sup>2</sup>, sobre los cuales edifican sus viviendas utilizando la misma totora. Sin embargo, por razones naturales, deben agregar una nueva capa cada mes debido a que los estratos más profundos terminan descomponiéndose, además de que deben anclarlas al fondo del lago con cuerdas y piedras para impedir que se desplacen. Pero la abundancia de esta planta les sirve incluso como un vegetal alimenticio, ya que no tiene mal sabor y hasta la utilizan como medicina.

La totora es también el principal material de construcción, ya que sus viviendas están construidas casi en su totalidad con esta planta, con la que levantan pequeñas cabañas de forma rectangular, generalmente de un solo cuarto donde convive una familia completa. Como medida de seguridad preparan sus alimentos en cocinas improvisadas al aire libre sobre totora

húmeda, aunque también suelen contar con hornillos de gas para utilizarlos en el interior de las cabañas cuando llueve.

Las casas de cada isla son varias porque en cada una de ellas conviven unas cinco familias. Al mismo tiempo la totora es el material de construcción de muchas de sus embarcaciones, las que tienen una estructura característica llegando a tener hasta dos niveles. En este sentido, destaca la experiencia de la balsa Kon Tiki, que fue construida en forma similar a las actuales que utilizan los Uros, la cual utilizó el explorador noruego Thor Heyerdahl en su expedición de 1947 por el océano Pacífico, en su intento de demostrar que era posible navegar desde Sudamérica hasta la Polinesia francesa. La balsa se llama así en honor de un antiguo nombre que se decía que había llevado el dios solar de los incas, Viracocha. Heyerdahl escribió un libro sobre la experiencia, el que fue traducido a varios idiomas y también se produjo una

exitosa película al respecto.

La organización de vida de los isleños es especial, porque hay un jefe por cada isla y uno para todas ellas, lo que de alguna manera intenta mantener sus costumbres tradicionales, aunque algo de la tecnología moderna ha irrumpido con la aparición de hoteles y restaurantes en algunas de las islas y con el uso de paneles solares que les permiten tener luz eléctrica por las noches. Asimismo, mientras los hombres se dedican a la pesca o a reforzar las islas, las mujeres atienden a los turistas y a los niños, aunque hay escuelas cercanas a las que se llega en barca.

Aunque los Uros hablaban el pukin, este idioma se fue perdiendo ya que adoptaron paulatinamente el aimará, el que ahora utilizan junto con el español. Sin embargo, en la actualidad las nuevas generaciones están abandonando las islas para ir a trabajar o estudiar lejos en busca de mejores oportunidades, lo que está poniendo en peligro esta forma de vida.

### **Cua Van, Vietnam**

Tal vez la principal atracción turística de Vietnam sea la impresionante e inmensa Bahía de Halong (Vịnh Hạ Long en vietnamita<sup>5</sup>), que es patrimonio de la Unesco desde 1994. Está situada al norte de Vietnam a unos 170 km de Hanoi cerca de la frontera con China. Ocupa una extensión de unos 1500 km<sup>2</sup> en el golfo de Tonkín en el Mar de la China Meridional, donde

<sup>5</sup>El abecedario vietnamita es complejo en su escritura y pronunciación, ya que está compuesto por 29 letras, pero no utiliza F, J, W & Z, e incluye las siguientes: Ă ă, Â â, Đ đ, Ê ê, Ô ô, Ơ ơ & Ư ư. Esto es así, aunque en escritura existen vocales singulares para casos especiales porque es una lengua tonal.

se ubica un conjunto de cerca de dos mil pequeñas islas e islotes de piedra caliza de increíbles e imponentes formas que surgen de las aguas. La originalidad del sorprendente lugar ha dado paso a diversas leyendas respecto de su origen siendo la más popular, posiblemente, la que lo atribuye a que el Emperador de Jade<sup>6</sup> envió un dragón para ayudarles a defenderse de los invasores chinos. La leyenda agrega que el dragón escupió joyas y jade que se convirtieron en las islas de la bahía para impedir el avance de los barcos enemigos.

Prácticamente en el medio del paisaje de la bahía se localiza el pueblo flotante de pescadores de Cua Van (20° 48' 21" N, 107° 07' 09" E), aunque no es el único, pero es el más grande ya que alberga a unas 200 familias en pequeñas embarcaciones que cuentan con escuela flotante y una clínica para todos sus habitantes. Se ubica junto a varias escarpadas islas en las que no es posible construir por lo que los pescadores han preferido sus casas flotantes.

Como es natural, el pueblo vive de la pesca y de la acuicultura, ya que disponen de los correspondientes criaderos flotantes contiguos a las embarcaciones que son sus casas. En consecuencia, mantienen un estilo de vida tradicional, sin la aparición de la tecnología moderna, ya que solo es accesible por mar. Pero, por supuesto, también es un punto de atracción de la bahía, por lo que el turismo comienza a llegar cada vez con mayor frecuencia.

Los pueblos, aldeas y casas flotantes

<sup>6</sup>El Emperador de Jade es un dios todopoderoso y supremo de la mitología popular china y muy conocido del taoísmo, que representa al Gobernante Supremo del cielo y la tierra, por lo que se encuentra por encima de los demás dioses.



**Cua Van, Vietnam**

son una forma antigua de establecer comunidades, por lo que están en muchos lugares del mundo. Algunos de estos sitios están en parte en tierra firme y parte a la orilla de un río, de un canal o de un lago, aunque por lo general han usado embarcaciones, barcazas, balsas o pontones que les permiten ampliar su territorio para mejorar su modo de vida. Por ejemplo, en Camboya, en las aguas dulces del lago Tonlé Sap, está el pueblo flotante Chong Kneas, pero no es el único. Allí hay casas, colegios, supermercados, templos y otros sitios similares a los que tiene cualquier pueblo en tierra firme; en la Bahía de Phang Nga en una isla al sur de Tailandia, está el pueblo musulmán de Koh Panyee que tiene palafitos y casas flotantes, dispone también de calles, colegios, tiendas, sorprendentemente una cancha de fútbol flotante, una gasolinera y hasta una mezquita; en Holanda es común encontrar casas flotantes en los canales de varias ciudades, las que están basadas en embarcaciones de diversos tamaños, como Giethoorn en

la provincia de Overijssel, que es una pequeña ciudad agrícola que ha levantado sus casas en isletas, pero que está rodeada de canales; el antiguo pueblo chino de Wuzhen, con 2000 años de historia, el cual es una parte de la ciudad de Tongxiang, dispone de calles que son canales, aunque también de algunos senderos y callejones de piedra laja; el también muy antiguo pueblo chino de Zhouzhuang, que ha sido llamado la "Venecia del Este", a unos 60 km de Shanghái, algunas de cuyas estructuras se construyeron durante las dinastías Ming y Qing; en Bandar Seri Begawan, capital de Brunei, existe el histórico asentamiento de Kampong Ayer en un amplio meandro del Río Brunei, compuesta de diferentes embarcaciones ancladas y con una población de más de 20 000 personas, disponiendo de tiendas, restaurantes, escuelas, hospitales, mezquitas, gasolineras y de todas las comodidades de la tecnología moderna desde electricidad hasta aire acondicionado e internet.

## Conclusiones

Xochimilco es conocido como los jardines flotantes, aunque las flores se cultivan en chinampas que son islas artificiales rodeadas de los famosos canales donde circulan las muy conocidas trajineras. Así como este lugar, muchos otros países presumen de sus ciudades o pueblos vinculados al agua o a regiones semidesérticas que los aíslan de los posibles intrusos. Por eso, desde las cuevas prehistóricas, que protegieron al ser humano de los elementos y animales salvajes, hasta Venecia, con sus canales por los que había que saber navegar con embarcaciones de bajo calado para no encallar, todas estas formas de vida protegieron a sus habitantes de intrusos y enemigos.

Es que el ser humano siempre ha sabido adaptarse a las condiciones más adversas y rigurosas para establecer sus asentamientos porque muchas veces eso les permitió, por ejemplo, desarrollar el primitivo arte paleolítico en las Cuevas de Altamira o la espectacular arquitectura de Venecia fundada en el siglo V, para protegerse de los ataques de los pueblos germanos.

## Bibliografía

1. Caroline Courtauld, Inle Lake: South West Shan State, Odyssey Books & Maps; 3a. edition. 2016.
2. Ntz Design, Myanmar Travel Journal, Independently Published. 2019.
3. Daniel Bruun, The Cave Dwellers of Southern Tunisia: Recollections of a Sojourn with the Khalifa of Matmata, Ulan Press. 2012.
4. Alejandro Bahamón y Ana María Álvarez, Palafito. De Arquitectura vernácula

a contemporánea, Editorial Parramon, México, 2009.

5. Alexandre Guida Navarro, Viviendo sobre ríos y lagos, los palafitos prehistóricos de Maranhão y su complejidad social, Boletín americanista, N<sup>o</sup>. 75, págs. 17-32, 2017.
6. Tripadvisorvietnam Books, Vietnam Travel Guide. Sapa - Floating Town in the Clouds! Independently Published. 2018.

# **Consideraciones éticas y valores durante la reanimación cardiopulmonar**

**M. en C. Neptalí Reyes Bolaños**  
**HG CMN La Raza IMSS / Escuela Superior de Medicina**  
**Instituto Politécnico Nacional**

**M. en B. María Zorayda Robles Barrera**  
**Departamento de educación médica**  
**Hospital general de zona 197 IMSS**

**Dra. María de la Luz Sevilla González**  
**Escuela Superior de Medicina**  
**Instituto Politécnico Nacional**

## Resumen

Los dos criterios: del cese brusco de la respiración y circulación, antes de 1940, eran suficientes razones para comprender que la reanimación de una persona fuese irreversible, sin embargo a partir del desarrollo biotecnológico, actualmente con el uso de técnicas conocidas como reanimación cardiopulmonar (RCP) es posible suplir las funciones de corazón y de los pulmones con el fin de que el paciente tenga una posibilidad de volver a vivir. Esta emergencia, la máxima de cualquier médico, tiene un bajo porcentaje de éxito: inferior al 30%; pero hay que aplicar que bajo el principio de responsabilidad y prudencia hay que considerar varias condiciones: el personal de salud muchas veces no está capacitado para responder de la mejor manera, el médico tiene que ser reflexivo e identificar cuál es su nivel de competencia para actuar. Se tiene que evaluar permanentemente si: ¿su acto médico logró la beneficencia que se busca?, ¿Tuvo mala práctica?; También las instituciones deben mejorar sus procesos y la infraestructura para poder atender los eventos de RCP; todos en los servicios de salud somos un equipo para poder tener éxito. El líder de una reanimación generalmente el médico durante las maniobras de RCP, debe considerar la autonomía y la dignidad del paciente, evitar la obstinación terapéutica, así como no seguir intentando procedimientos en pacientes no recuperables; o al contrario no iniciar la RCP cuando el paciente tiene una posibilidad de tener retorno a la circulación espontánea, la prudencia, justicia, beneficencia, honestidad, y humildad deben ser parte de los valores en el actuar del médico. La investigación es la única manera de realizar avances ante esta delicada incertidumbre, se debe tener muy clara la condición especial, de extrema urgencia que se tiene en esta

situación, los Comités de Ética tienen una tarea especial en avalar los procesos de investigación, pero el médico tratante es el responsable y quien resuelve de la mejor manera el procedimiento a seguir basado en guías y Buenas Prácticas Clínicas.

## Palabras clave

RCP, práctica médica, ética, valores, responsabilidad.

## Summary

The abrupt cessation of breathing and circulation, before 1940 was irreversible, however nowadays with the use of techniques known as cardiopulmonary resuscitation (CPR) it is possible to supply the functions of the heart and the lungs in order that the patient has a possibility of living again. This emergency, the maximum of any doctor, has a low percentage of success: less than 30%; but health personnel are often not able to respond in the best way, the doctor has to be reflective and identify what is their level of competence to act, does their medical act achieve the benefit sought? Did you have bad practice? Institutions must also improve their processes and infrastructure in order to attend CPR events; everyone in the health services is a team to be successful. The leader of a resuscitation usually the doctor during the maneuvers of CPR, must consider the dignity of the patient, avoid the therapeutic obstinacy, continue trying procedures in non-recoverable patients; or on the contrary, not initiating CPR when the patient has a possibility of having a return to the spontaneous circulation, justice, beneficence, honesty, and humility must be part of the values in the doctor's actions. Research is the only way to make progress, it must be very clear about the

special condition, which is extremely urgent in this situation, ethics committees have a special task, but must be resolved in the best way to benefit the patients.

### **Keywords**

CPR, medical practice, ethics, values, responsibility

### **Los dilemas éticos de la RCP**

El objetivo de este artículo es mostrar de forma clara los aspectos éticos y técnicos que suceden durante la reanimación cardiopulmonar por parte del personal de salud, sobre todo lo relacionado al actuar del médico, los recursos con que las instituciones cuentan para la atención de esta urgencia, la decisión del dar por finalizada la reanimación cardiopulmonar, y algunas consideraciones sobre la investigación en reanimación en México.

La pregunta a resolver es: ¿cómo determinar el momento en que se deben suspender las medidas de reanimación cardiopulmonar? ¿Cuáles son los criterios a evaluar las distintas etapas del paro cardio-respiratorio?. Las consideraciones sobre el actuar del personal de salud y de la institución para que se lleve un procedimiento de la mejor forma y con la posibilidad de mayor éxito, mantener una actitud profesional, apegada a criterios éticos y científicos es lo esperado de la práctica médica, sin embargo hay que considerar la toma de decisiones prudentes, para respetar la autonomía, la dignidad de la persona y evitar la obstinación terapéutica por parte del personal de salud.

Otro aspecto importante a mencionar es la dificultad que existe para poder hacer investigación en reanimación cardiopulmonar ya que en México es deficiente y prácticamente nula. Es un imperativo bioético desarrollar

investigación en esta línea de investigación relacionada a la reanimación cardiopulmonar. La dificultad de centrar la atención en el tema de la reanimación cardiopulmonar no es el tema en si el problema, sino el diseño de la investigación y la metodología que se utiliza. En el contexto ético quien aprueba el protocolo de investigación es el Comité de Ética en Investigación y Comité de Investigación. En cuanto a la Toma de decisiones es el médico a quien corresponde elegir el camino a seguir, en caso de que existan dilemas y se complique la decisión será el Comité de Bioética Hospitalario quien ayude a deliberar y elegir el curso de acción<sup>1</sup>.

No se sabe el momento en el cual se inició la reanimación cardiopulmonar, pero el desarrollo de las técnicas modernas de reanimación cardiopulmonar tiene su origen en el descubrimiento de la anestesia general por el dentista de Boston, Thomas Morton, quien utilizó éter sulfúrico en 1846.

Las técnicas fueron mejorando a partir de 1940, con personajes como Peter Safar que inicio con la combinación de las maniobras de compresiones con ventilaciones, y de Kouwenhoven y Langworthy que dieron a conocer la efectividad de las descargas eléctricas para terminar con fibrilación ventricular. 1950, nació la reanimación cardiopulmonar y cerebral básica, como la conocemos hoy: manejo de la vía aérea, compresiones torácicas externas, ventilación por presión positiva intermitente, desfibrilación externa<sup>2</sup>. En comparación con otras disciplinas como la cirugía, pediatría, ginecología, obstetricia, es prácticamente nueva.

Han pasado cerca de 70 años desde que se considera el inicio de esta nueva

rama de la medicina: La reanimación cardiopulmonar; actualmente existen organismos internacionales y nacionales que buscan homologar las técnicas y los avances científicos para conseguir los mejores resultados. Sin embargo en este momento a pesar de los esfuerzos solo se tiene éxito en el 24 al 30% de los eventos<sup>3</sup>. Los eventos extra hospitalarios tienen una menor probabilidad de éxito calculado en el 6%.

Siendo un procedimiento con poca probabilidad de éxito, y en muchas ocasiones derivados de padecimientos crónicos avanzados y con complicaciones, el personal de salud lo considera como el evento final y que solo prosigue la muerte del paciente; pero en otras ocasiones debido a lo inesperado y urgente con el cual se requiere su atención, el personal de salud de salud debe estar preparado, desde la capacitación, infraestructura adecuada, y organización de los recursos, lo cual en la gran mayoría de ocasiones no se tiene.

En el siguiente ensayo abordaremos diferentes aspectos éticos de la reanimación cardiopulmonar; existen artículos que al hablar de este tema se refieren a sobre todo a la decisión de iniciar o terminar la reanimación, pero muy pocos se refieren a la capacitación y capacidad del médico para atender una emergencia como el paro cardiopulmonar, si en las instituciones existe los recursos para poder atender estos eventos, y de la investigación en este campo, que es muy difícil.

## Aspectos Éticos

*Con respecto a la capacitación del personal de salud.* El personal de salud, y sobre todo el médico tratante, es el responsable directo de la atención y decisiones para el

tratamiento la enfermedad en su paciente; durante tal proceso puede solicitar apoyo de otros médicos a través de interconsulta o una derivación completa para su atención. En el momento que acontece la máxima emergencia, que es el paro cardiopulmonar se debe iniciar en forma inmediata el tratamiento: las técnicas de reanimación cardiopulmonar, que son las maniobras para suplir por un breve tiempo la respiración y circulación del paciente, esto se logra a través de compresiones en el tórax y ventilaciones por dispositivos diseñados para ello; y lo cual preferentemente debería de ser realizado por personal capacitado, y no únicamente por el médico asignado a su atención, el cual debería demostrar que conoce y domina estas técnicas. Idealmente deberían formarse equipos de reanimación, que responderían ante la presencia de evento de paro cardiopulmonar; pero al momento en nuestro país el responsable directo de iniciar, continuar y dar por terminado en evento de reanimación es el médico tratante. Pero al investigar con respecto al nivel de conocimientos en reanimación cardiopulmonar (RCP), los estudios no dicen que este, de forma general en el personal de salud es muy bajo e inaceptable; en nuestro país del total de personal en salud refirió tener conocimiento de RCP en 96%, el 87% refirió haber tomado un curso de reanimación. Y 21.2% se encuentran certificado por ACLS (AHA); es decir aunque casi todos referían tener conocimientos en RCP, solo 2 de cada 10 tenían certificación vigente de un curso<sup>4</sup>, que indica la no actualización del personal, y en un estudio de cuestionario sobre RCP, por ejemplo en la UMAE de CMN La Raza se realizó un cuestionario sobre RCP a 77 médicos especialista en el servicio de urgencias que con frecuencia atienden pacientes con eventos de paro cardiopulmonar,

obteniendo como promedio 5.8 que califica como insatisfactorio, y solo el 54% refirió haber tomado un curso de RCP en los últimos 2 años<sup>5</sup>. Es decir no hay suficiente capacitación, y el personal de salud no está obligado a demostrar que cuenta con las competencias teórico-prácticas para llevar a cabo una RCP, inclusive hay médicos, que estando conscientes que no cuentan con la suficiente capacidad continúan haciendo estas maniobras; esto debe de tomarse como mala praxis en el aspecto de la Impericia: falta total o parcial de conocimientos técnicos, experiencia o habilidad, ineptitud para el desempeño profesional, Ej. Cirujano que hace una cirugía compleja que no es de su especialidad, el médico que realiza RCP sin tener conocimientos de las técnicas<sup>6</sup>.

El principio de responsabilidad del médico como parte del acto médico, debería hacer una reflexión y tener la necesidad de capacitarse, solicitar apoyo y cumplir con la beneficencia en el paciente es decir hacer el mayor bien, y el profesionalismo con el que debe de actuar para llevar a cabo las normas de excelencia profesional vigentes (*lex artis ad hoc*). El médico pocas veces realiza el ejercicio de autoconciencia al término de RCP, para identificar sus errores y posibles mejoras, y estar preparado para el siguiente evento; y no solo esperar que llegue y hacer nuevamente mala praxis; pero como es el evento previo a la muerte en general se considera como una maniobra casi heroica, y por lo tanto, si no se tiene éxito es porque ese iba ser el resultado, y no considera que por deficiencias en su conocimiento y técnica, probablemente le quito toda posibilidad al paciente.

*Con respecto a las instituciones de salud.* Las instituciones de salud tienen algo similar, no existe los procesos administra-

tivos para favorecer el éxito del paciente en paro cardiopulmonar; no hay una norma que obligue a quien realiza RCP deba demostrar que tiene la competencia para hacerlo; el proceso de atención se basa en las guías de práctica clínica de atención de paro cardiopulmonar en el adulto con actualización en 2017, pero dentro de los servicios de urgencias del IMSS no existe un manual de procedimientos o más enfocado como un proceso específico de trabajo, por lo tanto existen modelos de atención de RCP, como servicios de urgencias. En otros países como Estados Unidos o la Comunidad europea, hay establecido los equipos de respuesta inmediata para el paro cardiopulmonar, equipos entrenados específicamente para otorgar RCP de calidad conformados por médicos, enfermeras y personal de salud involucrado<sup>7</sup>. En México el médico tratante o el más cercano es el que realiza las maniobras de RCP, junto con personal de enfermería no entrenado y con médicos en formación (internos o residentes de especialidad); lo cual hace que el equipo se forme en ese momento, de manera improvisada, retrasando tiempo muy valioso, y sin asegurar que se realice la técnica de la mejor manera.

Por otra parte las normativas de las áreas de choque o bien de los carros rojos, que se utilizan para los eventos del paro cardiopulmonar, no contemplan el uso de capnografía para el monitoreo del RCP, se cuentan con monitores desfibriladores bifásicos para estos eventos, tener equipos de manejo de vía aérea difícil dejando al médico solo con un laringoscopio, la mayoría de veces solo con luz blanca cuando existen un sin fin de aditamentos para el manejo de la vía aérea, medicamentos incompletos (sedantes, relajantes, antiarrítmicos); porque por normatividad

no se contemplan como parte del stock de medicamentos de paro, esto debido a que las normas no se actualizan a la par del conocimiento científico y por lo tanto tienen retraso con respecto a lo que debe de ser la mejor práctica médica.

*Criterios para suspender la RCP. ¿Cuándo y qué suspender una vez iniciada la RCP?* Los profesionales deben recordar que la mayoría de intentos de RCP no alcanzan un resultado satisfactorio como ya hemos comentado. Ello no implica que sistemáticamente se deba omitir un esfuerzo de RCP. Deben considerarse distintos factores para decidir suspender los esfuerzos de resucitación<sup>8</sup>.

A pesar de las revisiones de recomendaciones y actualización de guías, los criterios para suspender los esfuerzos de reanimación han sido los mismos: 1) Se comprueba que hay signos evidentes de muerte biológica, 2) El reanimador está exhausto o en grave peligro 3) Otras personas con más posibilidades de recuperación requieran reanimación cardiopulmonar (RCP), 4) Se comprueba la existencia de una orden de no reanimar, 5) Se ha realizado una RCP básica y avanzada efectiva durante 30 min sin recuperación de la circulación espontánea<sup>9</sup>.

En las Guías internacional y vigentes ILCOR 2015 menciona que el pronóstico durante la RCP mediante la medición de  $\text{Co}_2$  al final de la espiración  $\text{PETCO}_2$  (AHA): en los pacientes intubados, el fracaso en conseguir una onda de  $\text{PETCO}_2 > 10$  mmHg después de 20 minutos de RCP puede considerarse un componente más de todo el abordaje múltiple para decidir finalizar una RCP<sup>10</sup>. Sin embargo en nuestro medio esto no es posible, debido

a que por infraestructura los servicios de salud no cuentan con capnografía para el monitoreo de la RCP, por lo tanto el criterio de suspender o continuar con las maniobras dependen del criterio y juicio clínico del médico que es el líder de la reanimación cardiopulmonar.

Entonces: ¿Cuál es la duración óptima de una RCP?: como regla general, la resucitación debe mantenerse mientras exista una Fibrilación Ventricular. La asistolia durante más de 20 minutos, a pesar de maniobras de reanimación cardiopulmonar básicas y avanzadas, continuado en ausencia de causa reversible, es indicación para abandonar la RCP<sup>11</sup>.

La monitorización de variables fisiológicas durante la RCP parece tener relevancia en la toma de decisiones:  $\text{PETCO}_2$  inferiores a 10 mmHg como mal pronóstico, niveles sostenidos de oximetría cerebral superiores al 60% como buen pronóstico<sup>12</sup>. Muy recientemente un estudio prospectivo de 1.617 pacientes con RCP extrahospitalaria ha evaluado la relación entre supervivencia y recuperación neurológica adecuada, con el tiempo desde el inicio de RCP hasta Retorno a la circulación espontánea, concluye que los esfuerzos se deberían mantener hasta 40 min, tanto se haya realizado o no RCP por testigos, y el ritmo sea o no desfibrilable<sup>13</sup>. Es decir aun en este momento existe un dilema sobre el momento de suspender la RCP, esto condiciona que muchas veces exista obstinación terapéutica: continuar haciendo las maniobras en un afán por regresar al paciente a la circulación, sobre todo en pacientes jóvenes, o sanos previamente con un evento agudo. En nuestro medio no se cuenta con las herramientas de monitoreo propuestas por las guías internacionales, así que el líder de

la reanimación es el que decide, pero si este no tiene la capacitación ni las competencias es muy probable que se estén tomando malas decisiones, es por ello que insistimos en la necesidad que tanto el médico como las instituciones deberán revisar la forma en que actualmente se están llevando a cabo los procesos de atención de los pacientes en paro cardiorespiratorio, y modificar y mejorar, por el beneficio del paciente.

*Recomendaciones Éticas en la Reanimación Cardiopulmonar.* Las guías 2015 que el enfoque tradicional centrado en el médico con énfasis en el principio de **beneficencia**, se ha desplazado hacia un enfoque centrado en el paciente, dando cada vez mayor importancia a la **autonomía** de este. Los profesionales sanitarios son responsables de mantener sus conocimientos, habilidades y comprender los principios éticos antes de verse involucrados en una situación real donde se deben tomar decisiones de resucitación.

1. El principio de autonomía del paciente. Se refiere a la obligación de respetar las preferencias del paciente y tomar decisiones de acuerdo con sus valores y creencias.
2. El principio de no maleficencia o futilidad. No hacer más daño, no iniciar o prolongar la RCP en casos inútiles. La RCP no debería ser realizada en casos inútiles.
3. El principio de beneficencia. Implica que las intervenciones deben beneficiar al paciente, tras la evaluación del riesgo y del beneficio correspondiente.
4. El principio de justicia y equidad. Implica que los recursos sanitarios sean

distribuidos equitativamente, independientemente del estatus social del paciente, sin discriminación, con el derecho de todo individuo a recibir el estándar de cuidados actual<sup>14</sup>.

La postura por defecto es comenzar la resucitación a no ser que se haya tomado una decisión de no hacer RCP.

*Ética de la investigación en reanimación cardiopulmonar.* Existe una necesidad de mejorar la calidad de la reanimación, y con ello los resultados. De esta forma, la investigación en el campo de la resucitación es necesaria para probar intervenciones comunes de eficacia incierta o nuevos tratamientos potencialmente beneficiosos. En México existe casi una nula investigación en reanimación cardiopulmonar, la poca existente siempre son estudios, retrospectivos realizados en expedientes, y en los comités de ética en investigación, tienen poca experiencia y discusión con respecto a estos temas, y eso hace más difícil que se lleve a cabo la investigación en humanos en RCP. Esto debido a que tiene varias características:

Para incluir participantes en un estudio se debe obtener el consentimiento informado, pero en situaciones de emergencia a menudo no hay tiempo suficiente para obtenerlo, este requisito es muy difícil de cumplir, el evento de paro cardiorespiratorio es algo súbito e impredecible, el paciente no está en condiciones de dar su autorización.

Durante el paro cardiorespiratorio, el familiar se encuentra en un momento vulnerable, su paciente tiene una condición de vida o muerte, no se puede esperar para su atención, y el personal no puede distraer mucho tiempo en la explicación de todas sus dudas, ya que cada minuto de

retraso en la atención de la víctima de paro cardiorrespiratorio es sobrevida del paciente.

Por tal motivo en algunos países como Estados Unidos, a través de la FDA (Food and Drug Administration) y los National Institutes of Health, reconociendo el valor de este tipo de investigación, se han regulado unas excepciones a la obligación de obtener el Consentimiento Informado. Estas excepciones se aplican solamente si se dan las siguientes circunstancias:

1. Que el sujeto esté *inconsciente o incapacitado*, y se encuentre en una *situación de amenaza vital* para la cual la única terapia posible está bajo investigación o no probada.
2. Que el sujeto sea *incapaz para dar su consentimiento válido*, y no sea posible contactar con las personas que podrían darlo en su nombre antes de iniciar la medida terapéutica objeto de la investigación.
3. Que la terapia experimental investigada ofrezca un posible efecto beneficioso y no exista otra alternativa terapéutica aceptada que sea claramente superior.
4. Que el protocolo de investigación haya sido aprobado por una comisión institucional de investigación<sup>15</sup>.

Cabe aclarar en México, La legislación que estamos obligados a respetar es: La Ley General de Salud (LGS) y en materia de Investigación, el Documento Guía es el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud (RLGS). Vale la pena revisar el documento emitido en Diciembre del año 2012 el Congreso mexicano decretó una adición al Art. 41 Bis y reformó el Artículo 98 de la Ley General

de Salud. "Esta reforma obligó a las Instituciones que proporcionan atención médica y realizan investigación con sujetos humanos a contar con un Comité de ética en Investigación (CEI), un Comité de investigación (CI), y en los hospitales un Comité Hospitalario de Bioética (CHB) el objetivo de los Comités es crear un marco de vigilancia para que la investigación la realice:

1. Un investigador experto.
2. Sea viable metodológicamente
3. Considere la seguridad del participante
4. Proteja los datos personales de los sujetos de estudio mediante la confidencialidad.
5. Que los participantes firmen un Consentimiento informado, libre de coacción.

Vale la pena aclarar que el Concepto de *Comisión* se refiere a la regulación Estatal, que tienen los 32 Estados de la República Mexicana y se le asigna el concepto de *Comité de ética en Investigación* o *Comité de Investigación*, *Comité de Bioética Hospitalario (CBH)* a los organismos Institucionales que son regulados por la Comisión Nacional de Bioética y la COFEPRIS.

Durante los esfuerzos de reanimación cardiopulmonar frente un paciente crítico tenemos 3 posibles escenarios en la atención clínica y uno durante el proceso de Investigación:

Escenario 1.- Si el paciente llega solo a la sala de urgencias y no hay ningún familiar o responsable legal. El médico el médico tratante tiene el derecho de tomar las decisiones pertinentes a fin de

salvaguardar la vida del paciente.

Escenario 2.-: Si el paciente está consciente y bien orientado se solicitará su Consentimiento informado sobre la decisión de reanimación/no reanimación.

Escenario 3.- Si el paciente no está consciente, o no está orientado, o ambos. Se solicitará su Consentimiento Informado al tutor legal sobre la decisión de reanimación/no reanimación.

Escenario 4.- Si el paciente forma parte de un protocolo de Investigación. El protocolo debe contar con el VoBo del Comité de ética y el Comité de Investigación. Así como la aplicación de Consentimiento informado.

El Consentimiento Informado (CI) durante los esfuerzos de reanimación cardiopulmonar, no debe ser un problema ya que el médico tratante tiene el derecho de tomar las decisiones pertinentes a fin de salvaguardar la vida del paciente. El Comité de Bioética Hospitalario se puede consultar en caso de que haya dilemas en cuanto a la decisión.

El alto grado de incertidumbre, al que hace alusión Diego Gracia Guillen, en el caso de reanimación cardiopulmonar, queda patente. Y son minutos y segundos lo que hacen la diferencia para el paciente entre vivir o morir. El médico adscrito a urgencias tiene la necesidad de contar con mayor evidencia: clínica, física, termográfica y química para tomar decisiones más prudentes y responsables. También es necesario fortalecer líneas de investigación orientadas a la toma de decisiones cuando el paciente se encuentra en estado crítico. No hay otro momento de la línea del tiempo

de la enfermedad en que se puedan realizar, y los resultados obtenidos en animales no siempre son equiparables al ser humano, lo que se necesita es tener en cuenta lo excepcional del caso, por la urgencias y situación vulnerable de los familiares.

Como hemos visto que en México, desde el año 2012 toda investigación clínica debe estar basada en un protocolo aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente. En situaciones de emergencia como lo es el paro cardiorrespiratorio el médico está respaldado por su título profesional y la ley federal del trabajo. Su contrato laboral lo obliga a tomar decisiones profesionales que tienen que ver con su experiencia.

En situaciones críticas, los familiares o el responsable legal, pueden no estar disponible en el hospital en las primeras horas, o están demasiado abrumados para entender la información para dar un consentimiento informado<sup>15</sup>. La investigación que se realiza en los servicios de emergencia sin consentimiento previo, debe ser aprobado por los comités antes mencionados: CEI, CI, CBH ya que éticamente el médico tomará la mejor decisión akl paciente cuando no haya algún familiar disponible para firmar el Consentimiento Informado.

Legalmente para el caso de México se consideraron los enunciados expresados dentro de la Ley General de Salud en Investigación, Capítulo único y en especial el artículo 71 el tratamiento de urgencia de condiciones que pongan en peligro la vida, que literalmente menciona:

**ARTICULO 71.-** *En el tratamiento de urgencia en condiciones que amenazan la*

*vida de una persona, cuando se considere necesario usar medicamentos de investigación o un medicamento conocido empleando indicaciones, dosis y vías de administración diferentes de las establecidas, el médico deberá obtener el dictamen favorable de la Comisión de Investigación de la institución de atención a la salud y la carta de consentimiento informado del sujeto del sujeto de investigación o, en su caso, de su representante legal, según lo permitan las circunstancias, de acuerdo a las siguientes bases:*

*I. Las Comisiones de Investigaciones y de Ética serán informadas del empleo del medicamento de investigación de manera anticipada si el investigador puede prever la necesidad de su uso en situaciones de urgencia. En forma retrospectivas, si el uso del medicamento, la indicación, dosis o vías de administración nuevas surgieran como necesidades no previstas. En ambos casos las comisiones emitirán el dictamen en favor o en contra de aprobar el uso planeado o la repetición del uso no previsto del medicamento y el titular de la institución de atención, médica será responsable de requerir que la Secretaría autorice tales usos.*

*II. La carta de consentimiento informado será obtenida del sujeto investigador, en su caso, de su representante legal o del familiar más cercano en vínculo, excepto cuando la condición del sujeto le incapacite o impida otorgarlo, el representante legal o el familiar no estén disponibles y el dejar de usar el medicamento de investigación represente un riesgo casi absoluto de muerte.*

Por lo que considero que en el caso del paro cardiopulmonar, en la cual si no se actúa

en forma inmediata tiene riesgo absoluto de muerte. Y en forma habitual no se realiza consentimiento para dar maniobras de reanimación a un paciente que presenta paro cardiopulmonar, ya que cada minuto es sobrevivida para el paciente.

El punto más importante, que se debe justificar es que la investigación no agrega mayor riesgo del que tiene el paciente, no retrasa u obstaculiza las maniobras de reanimación, se asegura que las técnicas de reanimación se llevaran a cabo de acuerdo a la mejor práctica clínica posible, el consentimiento informado es un instrumento que en esta condición no protege al paciente, la seguridad de la investigación tendría que establecerse desde el comité de ética en investigación.

## Conclusiones

La práctica actual de la reanimación cardiopulmonar en México debe ser estudiada y modificada; los médicos como principales protagonistas debemos hacer ejercicios de reflexión sobre nuestro actuar en la atención en los pacientes en paro cardiopulmonar, ser honestos y solicitar capacitación y apoyo por otro personal médico. Las instituciones deberán establecer puntualmente los procesos para homogenizar la atención de la RCP, dotar de los insumos y adiestramiento necesario, para poder tener equipos de respuesta rápida en los servicios de salud, que mejoren la eficiencia y calidad de los eventos intrahospitalarios de paro cardiopulmonar. Tener muy claros las consideraciones éticas y de valores, del paciente y del médico para iniciar y dar por terminado en evento de paro cardiopulmonar. Y fomentar la investigación, no se puede mejorar el porcentaje tan bajo de éxito de retorno a la circulación, sin buscar nuevas rutas, pero es muy importante que los

comités de ética pongan especial atención a la forma más ética de llevar a cabo proyectos de investigación en estas situaciones, que en México tienen un importante retraso.

## Bibliografía

- 1 Sevilla Gonzalez ML. TPerspectiva Global de la bioética: Importancia de la formación en Comités de ética en investigación. Instituto Politécnico Nacional. Año 2015. ISBN: 978.607.414.502
- 2 Huerta-Torrijos J, Barriga Pardo RD, García-Martínez SA. Reanimación cardiopulmonar y cerebral. Historia y desarrollo. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int 2001; 15(2):51-60.
- 3 American Heart Association. Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) Provider Manual. E.U. AHA. 2015.
- 4 Manejo Inicial del paro cardiorrespiratorio en pacientes mayores de 18 años. México, Secretaria de Salud. 2013.
- 5 Reyes N, Alfaro R. Nivel de conocimientos en RCP en el personal de salud en el servicio de admisión continua adultos HG CMN La raza. Tesis IPN. Febrero 2018
- 6 Vera O. Aspectos éticos y legales del acto médico. Rev Med La Paz, 2013 19(2): 73-82.
- 7 Sandroni C, Arriago S, Massimo A. Rapid Response System: Are they really effective? Critical Care 2015 (19): 104.
- 8 Monzón J, Saralegui I, Molina R y cols. Ética de las decisiones en resucitación cardiopulmonar. Medicina intensiva 2010;34 (8):534-49.
- 9 López-Herce Cid J, Rodríguez AN, Hermana MT y Grupo Español de Reanimación Cardiopulmonar Pediátrica y Neonatal. Recomendaciones de reanimación cardiopulmonar pediátrica básica, avanzada y neonatal: ética y reanimación cardiopulmonar. An Esp Pediatr 2000;52:464-69.
- 10 Hazinski MF, Nolan JP, Aikin R, et al. Part 1: executive summary: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and emergency Cardiovascular Care Science with treatment Recommendations. Circulation 2015;132(16 suppl 1):S2-S39.
- 11 Nagao K, Nonogi H, Yonemoto N, et al. Duration of prehospital resuscitation efforts after out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2016;133:1386 - 96.
- 12 López-Messa JB. ¿Cuál debe ser la duración apropiada de los intentos de resucitación cardiopulmonar? Med Intensiva 2016 dx.doi.org/10.1016/j.medin.2016.08.004
- 13 Sánchez M, Martínez E. Recomendaciones Éticas en la Reanimación Cardiopulmonar. Recomendaciones ILCOR 2015. AnestesiaR Urgencias 17 febrero 2016 [anestesiario.org/2016/recomendaciones-eticas-la-reanimacion-cardiopulmonar-recomendaciones-ilcor-2015](http://anestesiario.org/2016/recomendaciones-eticas-la-reanimacion-cardiopulmonar-recomendaciones-ilcor-2015)
- 14 Hazinsky M & Shuster M. Guidelines 2015: CPR & ECC. Aspectos destacados de la actualización de las guías para RCP y ACE 2015. AHA 2015:1-36.
- 15 Jansen T, Kompanje J, Bakker J. Deferred proxy consent in emergency critical care research: Ethically valid and practically feasible. Crit Care Med 2009;37(Suppl

1):S65–S68.

16 Gracia Guillen D. Bioética para clínicos. Edit. Tricastella, 1999, Esp..ISBN: 84-921418-91

# **Más allá del modelo argumentativo de Toulmin**

**M. en F.C. Eduardo Harada Olivares  
EPN, Universidad Nacional Autónoma de México**

## Resumen

El llamado “modelo de Toulmin” ha llegado a ser considerado como la estructura típica de los razonamientos o los argumentos en la vida real. Fue expuesto por primera vez en el libro de Stephen Toulmin *The Uses of Argument*, publicado en 1958. Sin embargo, desde entonces y, sobre todo, con la aparición de *An Introduction to Reasoning* (1978 y 1984), escrito por Toulmin junto con Allan Janik y Richard Rieke, se ha profundizado en dicha estructura y en todo lo que supone e implica: la práctica crítica, las falacias y los diferentes campos y foros de argumentación de empresas racionales como la ciencia, el arte, la ética, la administración y el derecho. En este texto se hará una presentación crítica de la propuesta de Toulmin con base en la traducción al español del último libro, a saber, *Una introducción al razonamiento* (Palestra, 2018). Pero también se hablará de las diferencias y semejanzas entre las dos ediciones de este último libro y también respecto de *The Uses of Argument*. En general, se buscará mostrar que la propuesta de Toulmin va mucho más allá de su presunto “modelo”: aseveración, fundamento, garantía, respaldo, calificador modal y refutación o excepción.

## Palabras clave

Estructura de los razonamientos o argumentos, práctica crítica, falacias, campos y foros argumentativos, empresas racionales.

## Abstract

The so-called "Toulmin model" has come to be considered as the typical structure of reasoning or argument in real life. It was exposed for the first time in Stephen Toulmin's book *The Uses of Argument*, published in 1958. However, since then and, especially, with the appearance of *An*

*Introduction to Reasoning* (1978 and 1984), written by Toulmin together with Allan Janik and Richard Rieke, has deepened into this structure and all that it supposes and implies: critical practice, fallacies and the different fields and forums for argumentation of rational enterprises such as science, art, ethics, management and law. In this text, a critical presentation of Toulmin's proposal will be made based on the Spanish translation of the last book, namely, *Una introducción al razonamiento* (Palestra, 2018). But it will also talk about the differences and similarity between the two editions of this last book and also regarding *The Uses of Argument*. In general, it will seek to show that Toulmin's proposal goes far beyond its alleged "model": claim, ground, warrant, backing, modal qualifier, and rebuttal or exception.

## Keywords

Structure of reasoning or arguments, critical practice, fallacies, argumentative fields and forums, rational enterprises.

## De los usos del argumento a la introducción al razonamiento

Uno de los campos de conocimiento con mayor desarrollo en lo que va de este nuevo siglo es el que se ocupa de la argumentación: los estudios sobre ésta se extienden más allá de las fronteras de la filosofía y la lógica y llegan a los dominios de la comunicación, el derecho y las ciencias cognitivas o de la cognición, lo cual no sólo abarca a la psicología sino que, incluso, llega a las investigaciones acerca de la inteligencia artificial.

Y uno de los autores más reconocidos e importantes dentro de la teoría de la argumentación es el filósofo británico Stephen E. Toulmin (1922-2009), pues fue

uno de quienes la impulsó de forma decisiva en 1958<sup>1</sup> con la publicación de su libro *The Uses of Argument* (literalmente “Los usos del argumento”, pero traducido al español como *Los usos de la argumentación*).

En concreto, actualmente se habla del “modelo de Toulmin” (*Toulmin model*) para referirse a un esquema o estructura general de los argumentos que supuestamente corresponde a la manera en la que se los usa en la vida real.

En todo el planeta dicho “modelo” se ha convertido en un tema casi obligatorio en muchos programas de estudio tanto de bachillerato como de nivel universitario. Éste es justamente el caso del programa de Lógica de la ENP, aprobado en 2016.<sup>2</sup>

En este escrito, con base en el libro *Una introducción al razonamiento*, traducido en 2018 por la editorial peruana Palestra, voy a tratar de presentar la propuesta de Toulmin.

Buscaré mostrar que en ese libro se profundiza en dicha propuesta acerca de la argumentación así como en todo lo que supone e implican esta actividad: la práctica crítica, las falacias y los diferentes campos y foros de argumentación en empresas racionales (*rational enterprises*) como la ciencia, el arte, la ética, la administración y el derecho.

<sup>1</sup>El otro fue Chaïm Perelman, junto con Lucie Olbrechts-Tyteca, con *Tratado de la Argumentación. La Nueva Retórica* (1948).

<sup>2</sup>Entre los contenidos conceptuales de la Sexta Unidad se incluye el “esquema argumentativo” de Toulmin.

## Características del libro *Introducción al razonamiento*

Para presentar las ideas de Toulmin sobre los razonamientos, los argumentos y la argumentación, en vez de recurrir, como es usual, a *Los usos del argumento*, me basaré principalmente en *An Introduction to Reasoning*, segunda edición, es decir, la publicada en 1984 y traducida al español en 2018 con el título de *Una introducción al razonamiento*, por la editorial Palestra de Lima, Perú.

La razón de ello es que el segundo libro pretende ser una introducción al “estudio del razonamiento y de la argumentación prácticos” (*the study of practical reasoning and argumentation*).

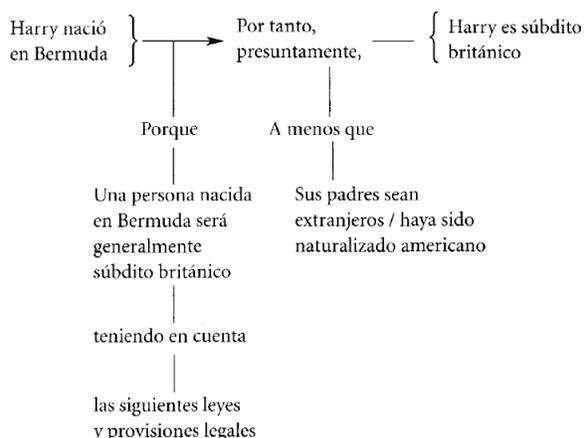
El origen de *An Introduction to Reasoning* se encuentra en el hecho de que dichos estudios empezaron a gozar de mayor importancia en las universidades y no sólo en los departamentos de filosofía sino también en los de comunicación e inglés, así como de negocios y derecho.

En el “Prefacio” se aclara que, a diferencia de otros libros para nivel universitario, *An Introduction to Reasoning* no presupone familiaridad alguna con la lógica formal y tampoco exige el dominio de algún formalismo o simbolismo lógico particular y que, en cambio, proporciona una puerta de entrada a las ideas más bien filosóficas sobre la racionalidad y la crítica. En efecto, se dirige al campo de análisis o enseñanza conocido como “lógica informal” o “retórica” (*informal logic and rhetoric*).

De hecho, más que una simple “introducción”, constituye un libro de texto (*workbook*) sobre la argumentación práctica

o la práctica de la argumentación, pues no sólo incluye nutridas explicaciones y ejemplos, sino que la mayoría de los capítulos concluyen con una sección de ejercicios (*exercises*).

Lo anterior a diferencia de *The Uses of Argument* en el que se brindan escasos ejemplares del llamado “modelo de Toulmin”, el más conocido de los cuales es el siguiente: “[Fundamento:] Harry nació en Bermudas. Por tanto, [Calificador modal:] presuntamente, [Aseveración:] Harry es súbdito británico. [Garantía:] Porque una persona nacida en Bermudas será generalmente súbdito británico, [Respaldo:] de acuerdo con las leyes y provisiones legales vigentes acerca de la ciudadanía en Bermudas. [Refutación o excepción:] A menos que sus padres sean extranjeros o se haya naturalizado americano”.<sup>3</sup>



De hecho, los autores de *An Introduction to Reasoning* sugieren que al planear sus

<sup>3</sup>En todo el libro *The Uses of Argument* no se ofrecen más de cinco ejemplos sobre el esquema (*layout*) de los argumentos, lo que es menos que en la mayoría de los capítulos de *An Introduction to Reasoning*.

cursos para propósitos particulares, los profesores deben seleccionar las partes del libro que se adapten mejor a los intereses de las clases en cuestión.<sup>4</sup>

En cuanto a los ejercicios señalan que los diseñaron para poner a prueba la comprensión (*grasp*) del material por parte de los estudiantes y lectores. Pero también se comenta que la crítica práctica de los argumentos (*the practical criticism of arguments*) difiere significativamente de la lógica formal: en la primera no hay soluciones “correctas” o “equivocadas” como sucede en el álgebra. Por lo mismo tampoco se pueden diseñar pruebas de “verdadero o falso” o de opción múltiple. Así que en vez de pretender alcanzar un grado de formalismo mayor del que permite la materia, se decidió ofrecer cuestiones que permitan el ejercicio del juicio y la comprensión. Además, como se verá enseguida, se intentó discutir la argumentación práctica en una amplia variedad de campos y disciplinas.

Pero la principal razón para recurrir a *Una introducción al razonamiento* en vez de *Los usos de la argumentación* para exponer la propuesta de Toulmin es que en el primer libro se amplían muchos de los temas que se presentan de manera general en el segundo, además de que se agregan algunos nuevos.

<sup>4</sup>Se aclara que al preparar la segunda edición se tomaron en cuenta críticas de profesores (*instructors*) que utilizaron la primera edición del libro, publicada en 1978, en diferentes tipos de cursos así como comentarios provenientes de otros colegas. Se reconoce que en un campo como el del razonamiento y la argumentación se necesita compartir experiencias con el fin de desarrollar una tradición bien fundada de enseñanza y un cuerpo común de comprensión.

## ¿Introducción al razonamiento o la argumentación?

Una pregunta que surge de inmediato frente al libro de Toulmin, Rieke y Janik es ¿por qué no lo titularon “Introduction to argumentation” (introducción a la argumentación) en vez de “introduction to reasoning” (introducción al razonamiento)?

La respuesta la encontramos al principio del libro en donde se definen los términos *argumentation* (argumentación), *reasoning* (razonamiento) y *argument* (argumento).

Toulmin, Rieke y Janik explican que utilizan el término *argumentación* para referirse a “*toda la actividad* de hacer aserciones, desafiarlas, apoyarlas con razones, criticar esas razones, rebatir esas críticas”. En cambio, emplean el término *razonamiento*, de manera más estrecha, para “*la actividad central* de presentar las razones en apoyo de una aserción, como para mostrar como esas razones tienen éxito al darle fuerza”. Digamos que para ellos ‘razonar’ es solamente una parte de la actividad de argumentar, a saber, argumentar a favor, para justificar o apoyar una aseveración, aunque existen otras actividades argumentativas además de ella.

Por otro lado, un *argumento* es una secuencia de razonamientos, es decir, de aserciones y razones que establecen el contenido y la fuerza de la posición que está sosteniendo un interlocutor en particular.

Pero creo que el uso de esos términos no corresponde del todo al que estamos acostumbrados: es verdad que ‘razonar’ o un ‘razonamiento’ consiste en la actividad de ofrecer razones para apoyar una conclu-

sión y que, en contraste, argumentar o una argumentación es algo más complejo ya que supone otras funciones: desafiar aserciones, criticar razones, rebatir las críticas.

Lo que no checa es *argument* o ‘argumento’ para referirse a una “secuencia”, sucesión o serie de razonamientos, pues para ello serían más apropiadas las palabras ‘razonamiento’ y, ante todo, ‘argumentación’.

Además de que el libro *An Introduction to Reasoning* no se limita a “la actividad central de presentar las razones en apoyo de una aserción” sino que, como veremos enseguida, abarca “*toda la actividad* de hacer aserciones, desafiarlas, apoyarlas con razones, criticar esas razones, rebatir esas críticas”.

De modo que, de acuerdo con las propias definiciones de Toulmin, Rieke y Janik su libro más bien debería llamarse, como sería más lógico, *An Introduction to Argumentation*.

## Contenido de *Una introducción al razonamiento: explicaciones y ejercicios*

Aparte de una presentación del traductor al español, un prefacio de los autores y un índice analítico, el libro *Una introducción al razonamiento* cuenta con 30 capítulos divididos en seis partes. Sin embargo, en realidad, en la obra hay tres grandes divisiones: la estructura de los argumentos (partes I-III, pp. 25-195), las falacias (parte IV, pp. 197-286) y la práctica crítica y los campos argumentativos (partes V-VI, pp. 287-600). Y, por mucho, la última división es la más amplia.

El libro comienza con una introducción

general que se ocupa de “El razonamiento y sus objetivos”.

Primero se habla de los diferentes usos del lenguaje, principalmente, los argumentativos y los no argumentativos, esto es, directos, instrumentales o que no requieren del ofrecimiento de razones para cumplir su objetivo. De manera pragmática y hasta contextualista se sostiene que los argumentos dependen de la situación en la que se los emplea, pero, también, se señala que suponen una transacción crítica o una crítica intersubjetiva.

Luego de ofrecer la estructura (*structure*) o el patrón (*pattern*) de los argumentos, esto es, el llamado modelo de Toulmin, y de presentar una serie de definiciones sobre ello, se habla de que existen distintos foros (*forums*) y campos (*fields*) de argumentación, es decir, diferentes espacios en donde los argumentos son utilizados.

En las partes II y III en las que se expone un “patrón básico de análisis” (*basic pattern of analysis*), es decir, el llamado “modelo de Toulmin”, que puede ser aplicado a argumentos de todos los tipos y en todos los campos: por eso se dice que es “invariante” (*invariant*).

La parte II se enfoca en el *primer nivel de análisis*, esto es, la *solidez* (*soundness*) de los argumentos. Esta parte se ocupa de la naturaleza de las aseveraciones (*claims*) y se considera las que son vagas o ambiguas, pero también trata de los datos o fundamentos (*grounds*), las garantías (*warrants*) o las reglas (*rules*) así como de los respaldos (*backing*). Es decir, de los principales elementos del llamado “modelo de Toulmin” o lo que en el libro se considera como “la estructura de todo argumento”.

En cuanto a los fundamentos o bases (*grounds*) se aclara que suelen consistir en hechos particulares, se ofrece un patrón para analizarlos y se explica de qué clase pueden ser. Por ejemplo, para la aseveración “El bocio es causado por una insuficiencia de yodo en la dieta” dos fundamentos científicos podrían ser “El bocio es endémico en regiones en las que el contenido de yodo en el suministro local de agua es excepcionalmente bajo” y “Cuando se añaden cantidades de yodo al suministro de agua, el bocio deja de desarrollarse”. Es decir, observaciones epidemiológicas y médicas.

Respecto de las garantías (*warrants*) se habla de su naturaleza y tipos; igualmente, se aclara que son procedimientos de carácter general y, sobre todo, autorizaciones, licencias o reglas específicas de cierto campo para pasar de los fundamentos a las aseveraciones. Se exponen las garantías típicas en la ciencia, la ingeniería, el derecho, la medicina, la ética y la psicología, pues ellas dependen y cambian con los ámbitos particulares. Por ejemplo, en el caso del argumento “El bocio es endémico en regiones en las que el contenido de yodo en el suministro local de agua es excepcionalmente bajo y cuando se añaden cantidades de yodo al suministro de agua, el bocio deja de desarrollarse. Por tanto, el bocio es causado por una insuficiencia de yodo en la dieta” la garantía científica podría ser “En ausencia de otros factores significativos, el hecho de que la sustitución de un elemento faltante en la dieta elimine un trastorno médico puede tomarse como indicación de que el trastorno está directamente causado por esa deficiencia dietética”.

En el caso de los respaldos también se habla de su naturaleza y se ofrecen ejem-

plos: para la garantía citada en el párrafo anterior un respaldo sería “Nuestra experiencia y la investigación sobre los procesos metabólicos general y los trastornos por deficiencia en particular así lo indican”. En general, se considera a los respaldos como experiencias generales o teorías con las que se cuenta en un foro o campo argumentativo para apoyar a las garantías, pero, también para elegir racionalmente entre ellas.

Finalmente, se distingue a los argumentos en solitario (simples o unitarios) y las “cadenas de argumentos” (*chains of arguments*). En él se muestra cómo se puede pasar de argumentos con todos los elementos mencionados (aseveración, fundamentos, garantías y respaldos), pero aislados a la argumentación propiamente dicha (relaciones entre argumentos), pues se plantea que los fundamentos de un argumento pueden ser apoyados por medio de otros argumentos o subargumentos (*subarguments*).<sup>5</sup>

La parte III gira en torno al “segundo nivel de análisis”, es decir, la fuerza (*strength*) de los argumentos o la *manera* en que se asevera o pretende algo: necesariamente, probablemente, posiblemente, etc. Aquí se trata de aseveraciones calificadas (*qualified claims*) y de descubrimientos tentativos (*tentative discoveries*).

Se muestra que el uso de los calificadores modales (*modal qualifier*) puede variar, por ejemplo, es diferente en la ciencia, el derecho y la vida cotidiana.

Sobre las refutaciones y excepciones

<sup>5</sup>El problema es que se ofrece un solo ejemplo de ello en todo el libro.

(*rebuttals and exceptions*), es decir, los casos en los que la garantía podría no funcionar o no hacerlo con total seguridad, se precisa cómo distinguir entre lo normal y lo excepcional.

Volviendo a nuestro ejemplo: “[Respaldo:] Nuestra experiencia y la investigación sobre los procesos metabólicos general y los trastornos por deficiencia en particular indican que [Garantía:] el hecho de que la sustitución de un elemento faltante en la dieta elimine un trastorno médico puede tomarse como indicación de que el trastorno está directamente causado por esa deficiencia dietética. [Fundamentos:] El bocio es endémico en regiones en las que el contenido de yodo en el suministro local de agua es excepcionalmente bajo y cuando se añaden cantidades de yodo al suministro de agua, el bocio deja de desarrollarse. Así que [Calificador modal:] aparentemente [Aseveración:] el bocio es causado por una insuficiencia de yodo en la dieta. [Refutación o excepción:] A menos que el yodo usado en las pruebas haya ocultado, por ejemplo, la presencia o ausencia de algún otro elemento”.<sup>6</sup>

Asimismo, se abordan las bases para dudar de las aseveraciones y, por tanto, de las ocasiones para argumentar, así como

<sup>6</sup>Una diferencia sutil entre *The Uses of Argument* y *An Introducción to Reasoning* es que en los diagramas del primer libro en la parte superior aparecen las aseveraciones y los datos y abajo el respaldo, mientras que en el segundo el respaldo se encuentra arriba y abajo los fundamentos y las aseveraciones. Por decirlo así: en *The Uses of Argument* se va de lo particular a lo general y en *An Introducción to Reasoning* de lo general a lo particular. Creo que lo primero corresponde a la manera en la que los argumentos son construidos y lo segundo a cómo es mejor presentarlos con fines didácticos. Véase las dos imágenes incluidas en este trabajo.

de la carga de la prueba (*burden of proof*) o de la obligación de argumentar para justificar lo que se asevera y de la necesidad de presunciones iniciales o básicas en los argumentos cotidianos.

En lo que se refiere a la pertinencia y los contextos de argumentación se aborda la fuerza de los argumentos, la interdependencia de los elementos que los forman así como de su relación con el conocimiento experto y el sentido común.

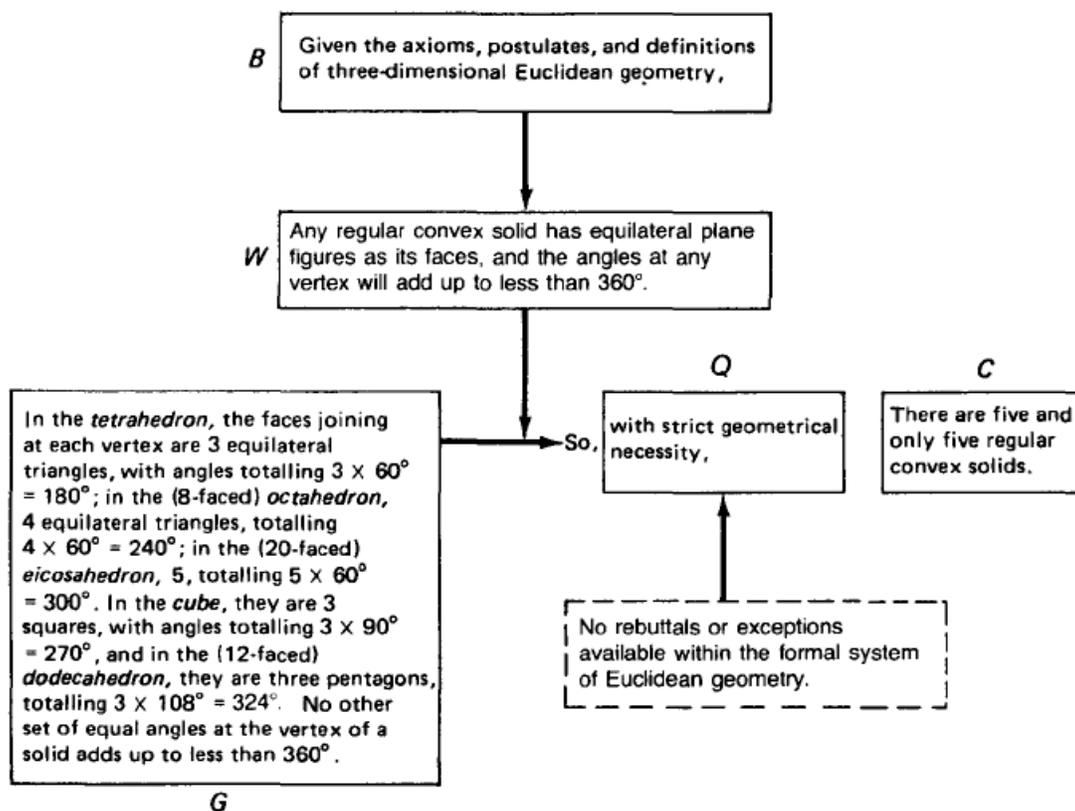
Y se dedica tiempo a los argumentos “formales”, por ejemplo, los matemáticos, los cuales debido a su carácter necesario (deductivo) no incluyen excepciones o posibles refutaciones.

Los capítulos mencionados se ocupan,

pues, de funciones argumentativas que normalmente no se toma en cuenta dentro de la lógica formal. Aunque concluye con un resumen y unas conclusiones, pues no se proporcionan ejercicios.

Además en *An Introduction to Reasoning* se incluyen dos capítulos sobre las falacias vistas como “fallos no formales en el proceso de razonamiento, en lugar de equivocaciones [*blunders*] en los mecanismos de argumentación”. Es decir, errores en las fases por las que se pasa para justificar y conseguir el convencimiento sobre una aseveración y entre las relaciones entre sus partes consideradas en abstracto.

La parte IV trata de un tema tradicional de la lógica, a saber, las falacias o de “cómo los argumentos pueden ir mal”. Sin



embargo, se lo enfoca desde una perspectiva novedosa: se clasifica a las falacias en cinco tipos con base en los elementos del patrón de los argumentos antes expuesto, principalmente, los fundamentos y las garantías.

Se habla de falacias por datos o fundamentos faltantes (*missing grounds*) (petición de principio) y, en concreto, de falacias resultado de fundamentos irrelevantes (eludir la cuestión, apelación a la autoridad, contra la persona, apelación a la ignorancia, la opinión popular, la compasión o la fuerza) o fundamentos defectuosos (generalización apresurada y accidente). Pero, también, de falacias por suposiciones no garantizadas (*unwarranted assumptions*) (pregunta compleja, falsa causa, falsa analogía y envenenar el pozo) así como de falacias resultado de ambigüedades (equívoco, anfibología, énfasis, composición y división). En realidad, se trata de falacias tradicionales o ya conocidas clasificadas de manera diferente.

Al final de ese capítulo sobre las falacias se ofrece un resumen y numerosos ejercicios.

Una parte muy interesante y útil del mismo capítulo es la que se refiere a qué e debería hacer cuando se descubre una falacia así como la lista de preguntas que hay que plantear cuando se sospecha que ha ocurrido una.

Igualmente, en las partes IV y V se tratan cuestiones generales relacionadas con la crítica racional de los argumentos (*rational criticism of arguments*) desde los puntos de vista de la filosofía, la comunicación y otras disciplinas.

Primero se habla del desarrollo de las capacidades y estrategias lingüísticas y de

razonamiento y de éste como un medio de interacción y comunicación.

La parte V se ocupa de la “práctica crítica” (*critical practice*). En concreto, se tratan los temas o problemas de la relación entre el lenguaje y el razonamiento, la clasificación de los argumentos (analogía, generalización, signo, causa y autoridad), los campos de discusión y la relación entre la historia y la crítica: se habla de la historia del razonamiento práctico y se muestra que, precisamente, la crítica ha variado a través de la historia, lo cual podría conducir a cierto escepticismo al respecto. Sin embargo, ya hemos visto que para Toulmin, Rieke y Janik existe una estructura y elementos invariantes (“universales”) en todos los argumentos y campos argumentativos a pesar de las diferencias que existen entre ellos.

Efectivamente, para evaluar los méritos racionales (*rational merits*) de los argumentos lo primero que se propone es aclarar sus propósitos y puntos de vista, luego criticar sus elementos y comparar sus virtudes respecto de otros argumentos. Para ello se pone como ejemplo las decisiones políticas, las aseveraciones jurídicas y las críticas de cine.

También se considera la diferencia de fuerza entre las aseveraciones y se señala que en algunos casos existen procedimientos para llegar a consensos (*consensus procedures*) o mantener la confrontación (*adversary procedures*).

Se concluye este capítulo hablando de la ética de la argumentación: obligación de escuchar, espíritu de debate racional y respeto del resultado del mismo.

Pero a partir de la parte VI los capítulos

se ocupan de los rasgos especiales del razonamiento práctico en diferentes campos de argumentación (*fields of argumentation*): en el derecho, la ciencia, las bellas artes, la administración (*management*) y la ética.

Es cierto que desde *The Uses of Argument* se había hablado de ‘campos’ (*fields*), pero no se había ahondado mucho en esta idea.

En el caso de los foros y campos especiales de argumentación se abordan los diversos procedimientos propios de las distintas empresas racionales. Se diferencia a éstas con base en su grado de formalismo y precisión, los modos en que resuelven sus problemas y las metas argumentativas que persiguen.

De igual forma se distingue entre los argumentos regulares -en los que simplemente se aplican garantías y respaldos establecidos dentro de un campo- y los argumentos críticos -en los que se discuten las garantías y los respaldos y, en general, los principios y supuestos mismos dentro de algún campo-. En cuanto al último tipo de argumentos también se diferencia entre la crítica interna (intracampo) y la externa (intercampo).

La parte VI se consagra a los campos especiales de razonamiento o argumentación: como ya dije, el razonamiento legal, la argumentación en la ciencia, sobre las artes, la administración (*management*) y la ética.

Por ejemplo, el capítulo 27 está dedicado a “La argumentación en la ciencia”. Comienza hablando de la naturaleza de la empresa científica, la cual tiene que ver con cuestiones amplias y conocidas sobre el

mundo natural y también social que llegan a constituir un cuerpo sistemático de ideas y que son abordadas por organizaciones y en foros de argumentación científicos. En cuanto a la naturaleza de las cuestiones científicas, tienen que ver con asuntos que necesitan una explicación y que dan lugar a una imagen científica del mundo. Finalmente, se distingue entre los argumentos científicos regulares y los críticos y se aborda la relación entre los intereses y los procedimientos en el razonamiento práctico.

Un ejemplo de un argumento crítico en la ciencia, es decir, no sobre la aplicación de una teoría particular sino acerca de la decisión respecto a si una teoría es mejor que otras sería el siguiente: “[Respaldo:] Dada la misión de la ciencia, [Garantía:] una teoría ( $T_3$ ) que integra dos teorías previas  $T_1$  y  $T_2$  sin alguna pérdida de poder explicativo merece sustituirlas. [Fundamento:] La teoría electromagnética de Maxwell integró las teorías electromagnética y óptica no sólo sin pérdida sino con un poder explicativo adicional. Así que [Calificador modal:] como mínimo [Aseveración o hipótesis:] la teoría de Maxwell merecería ser considerada como un posible sustituto de las teorías previas de la electricidad, el magnetismo y la óptica. [Refutación o excepción:] En ausencia de objeciones imprevistas”.

Como puede verse, se trataría de un argumento más bien perteneciente a la filosofía de la ciencia o la epistemología.

Lo importante es que en *An Introduction to Reasoning* se avanza mucho más allá del “modelo de Toulmin” o de la estructura de los argumentos presentada en *The Uses of Argument*: aseveración, dato o fundamento, garantía, respaldo, calificador

modal y refutación o excepción.

### Las dos ediciones de *An Introduction to Reasoning*

El libro *An Introduction to Reasoning* fue publicado por primera vez en 1978. La segunda edición apareció seis años después, en 1984 y desde entonces no ha habido otra.<sup>7</sup>

De hecho, el libro de Toulmin, Rieke y Janik fue uno de los primeros dirigido al área de estudio y enseñanza que en los años setenta y, sobre todo, en los ochenta comenzó a ser conocido como “informal logic”, es decir, lógica informal.

En efecto, más que un libro introductorio a la teoría de la argumentación, *An Introduction to Reasoning* pretende ser una preparación a la práctica de la argumentación y más bien constituye un libro de texto (*workbook*) puesto que casi todos sus capítulos terminan con una sección de ejercicios, además de que incluye una gran cantidad de definiciones, explicaciones, ejemplos y diagramas.

La segunda edición es una versión actualizada (*updated*) y extendida de la primera, pues las partes básicas de ésta se conservan en aquélla, pero no sin algunas novedades.<sup>8</sup>

Entre las diferencias más evidentes entre las dos ediciones se encuentra la extensión de ambas: la primera cuenta con 343 páginas y la segunda con 435; la

primera tiene 17 capítulos y la segunda 30; finalmente, la primera está dividida en cuatro partes y la segunda en seis.<sup>9</sup>

De manera más precisa, en la primera edición de *An Introduction to Reasoning* el “patrón básico de análisis”, es decir, el llamado “modelo de Toulmin”, es expuesto en una sola parte o en seis capítulos, mientras que en la segunda en dos partes y once capítulos, pues en ésta se comienza con el “primer nivel de análisis” -el que se refiere a la *solidez* de los argumentos (aseveraciones, fundamentos, garantías y respaldos)- y se continúa con el “segundo nivel de análisis” -acerca de la *fuerza* de los argumentos-, que no sólo abarca calificadores modales, refutaciones y excepciones, sino, igualmente, la consideración de presupuestos y contextos.

Otra gran diferencia es que la “evaluación racional” de los argumentos en la primera edición es presentada en una sola parte y en cuatro capítulos, a diferencia de la segunda en la que se extiende a través de dos partes y once capítulos, ya que se dedica una parte completa a las falacias y otra más a la crítica práctica.

A las falacias en la primera edición se las clasifica, siguiendo a la tradición de origen aristotélico, solamente en falacias de suposiciones no garantizadas y de ambigüedad. En cambio, como ya vimos, en la segunda se las ordena con base en la estructura o el patrón de los argumentos antes expuesto. En especial, partiendo de los fundamentos y las garantías resultan falacias de fundamentos irrelevantes, fundamentos defectuosos, suposiciones no

<sup>7</sup>Desde luego, de cada edición hubo varias reimpressiones, es decir, se vendieron miles de ejemplares de ellas.

<sup>8</sup>Una expresión de este hecho es que el índice analítico de la edición de 1978 ocupa solamente 5 páginas, mientras que el de la edición de 1984 llega a las 13.

<sup>9</sup>La edición de 1978 fue de tapa dura; en cambio, la de 1984 de tapa blanda, lo cual dice mucho de las ventas que se esperaba conseguir con ésta y del público al que estaba dirigida.

garantizadas y de ambigüedad.

El contenido de la última parte del libro, sobre los campos de argumentación o razonamiento (legal, científico, artístico, administrativo y ético) es semejante en las dos ediciones, aunque en la segunda de mayor extensión, pues en ella se trata de precisar los tipos de aseveraciones, fundamentos, garantías, respaldos, reservas y calificadores modales específicos de cada uno de dichos campos.

Como ya se habrá notado, *An Introduction to Reasoning* no sólo constituye una adaptación didáctica de *The Uses of Argument* sino que profundiza en diversos temas que en este último solamente se encuentran esbozados (p. e. la estructura y los campos de razonamiento o argumentación) y otros que no aparecen en él (p. e. las falacias y la crítica práctica de los argumentos).

### Relaciones entre *The Uses of Argument* y *An Introduction to Reasoning*

Por lo que respecta a las diferencias entre *The Uses of Argument* (1958 y 2003) y *An Introduction to Reasoning* (1978 y 1984) no podrían ser más pronunciadas.

Hemos visto que *An Introduction to Reasoning* pretende ser una preparación a la práctica de razonar o argumentar. En cambio, aunque parezca extraño, en *The Uses of Argument* es hasta el tercer capítulo que Toulmin se ocupa de la “forma” (*form*) o el “esquema” (*layout*) de los argumentos, es decir, de lo que se conoce como el “modelo de Toulmin”: además de la pretensión, aseveración o aserción (*claim*), de los datos (*data*, que después serán denominados *grounds*), las garantías (*warrants*), los respaldos (*backing*), las

refutaciones (*rebuttals*) y las excepciones (*exceptions*).

Por supuesto, desde la introducción a *The Uses of Argument* Toulmin dirige una crítica a la lógica formal, para lo cual cuestiona la “ambigüedad” de los silogismos, es decir, el hecho de que se hable de manera general de sus “premisas” (mayor y menor) y “conclusión”, pues con eso se oculta que en ellos existen diferentes elementos o fases que cumplen funciones muy distintas: de aseveraciones, datos, garantías, respaldos, refutaciones o excepciones.

Además de que Toulmin distingue entre la lógica operativa (*working logic*) y la idealizada (*idealised*), es decir, la que pretende ser un sistema de verdades eternas, con una necesidad semejante a la de las matemáticas. Y también se refiere a la primera como lógica aplicada (*applied logic*), comparativa (*comparative logic*) y hasta como una jurisprudencia generalizada (*generalised jurisprudence*).

Del mismo modo, también distingue a los argumentos analíticos (tautológicos, formales, deductivos) de los sustanciales (*substantial*) o que proporcionan conocimiento nuevo en un campo determinado, aunque carezcan de necesidad.<sup>10</sup> Pero, de manera sorprendente, a diferencia de *An Introduction to Reasoning*, en *The Uses of Argument* Toulmin no define términos fundamentales como ‘argument’ o ‘argumentation’.<sup>11</sup>

<sup>10</sup>Por su parte, en *An Introduction to Reasoning* no se dedica espacio a la crítica de la lógica formal y tampoco se distingue entre los argumentos analíticos y los sustanciales, que en ese libro equivaldrían a los “prácticos”.

<sup>11</sup>En *The Uses of Argument* tampoco se mencionan las *chains* o *trains of reasoning*.

Desde luego, el filósofo británico habla de la dependencia de los estándares para evaluar los argumentos respecto a los campos argumentativos (*field-dependency of standards*); sin embargo, de nuevo, a diferencia de *An Introduction to Reasoning*, no profundiza en cuáles o cómo son. Mucho menos habla de los “foros argumentativos” o de las “empresa racionales”.

Antes bien, en *The Uses of Argument* Toulmin empieza el primer capítulo hablando de los modalizadores (*modals*), es decir, de términos como ‘posible’, ‘imposible’, ‘probable’ o ‘necesario’.<sup>12</sup> En ese sentido, Toulmin distingue entre, por un lado, la “fuerza” (*force*, lo que después denominará *strength*) de los argumentos que depende de los distintos campos de razonamiento y, por otro lado, los criterios a los que se encuentran sometidos los argumentos y que también sirven para evaluar la relación entre sus elementos o fases.

Por si fuera poco, el último capítulo de *The Uses of Argument* se titula “Los orígenes de la teoría epistemológica” (*The Origins of Epistemological Theory*) y en él Toulmin aborda, entre otros temas y problemas, la justificación de la inducción y el papel de la intuición en el proceso cognitivo, aunque ciertamente vuelve a cuestionar la irrelevancia del ideal analítico, además de que defiende la importancia de los argumentos sustanciales.

La tesis de Toulmin es que la epistemología (*epistemology*) o la teoría del conocimiento es una rama de la “lógica aplicada o comparativa” que él mismo practica en su libro. Lo anterior porque la epistemología se

<sup>12</sup>En *The Uses of Argument* se les denomina *modal terms* (términos modales).

ocupa de la justificación de una clase particular de aseveraciones (*claims*), a saber, las que pretenden proporcionar conocimiento.<sup>13</sup>

Todo lo anterior muestra que *The Uses of Argument* es, más bien, un libro sobre epistemología o teoría del conocimiento o, incluso, acerca de filosofía de la ciencia (*philosophy of science*) y no tanto de lógica o de teoría de la argumentación; por ello, en él se dedica todo el segundo capítulo a discutir el problema de la *probabilidad* (*probability*).<sup>14</sup>

Es más, en las “conclusiones” agregadas a la segunda edición de *The Uses of Argument* Toulmin habla de la necesidad de un acercamiento entre la lógica y la epistemología, que serán no dos disciplinas sino una sola” (p. 234) pues “el asunto propio de ambas es estudiar la estructura de los argumentos en diferentes campos, así como ver claramente la naturaleza de sus méritos y los defectos característicos de cada tipo de argumento” (p. 235).<sup>15</sup>

Por todo lo dicho, un título más preciso para *The Uses of Argument* hubiera sido *The Uses of Epistemological Argument*

<sup>13</sup>De acuerdo con *An Introduction to Reasoning*, el ‘conocimiento’ (*knowledge*) podría ser definido como una creencia fundamentada, garantizada y respaldada en un campo o foro de alguna empresa racional.

<sup>14</sup>En términos generales, en *The Uses of Argument* de cinco capítulos tres son sobre teoría lógica y dos acerca de epistemología o filosofía de la ciencia. Y sólo se dedican dos secciones del tercer capítulo (pp. 87-90) al esquema o patrón de los argumentos. Dicho de otro modo, únicamente 23 páginas de un libro que cuenta con 247 en total, es decir, menos de la décima parte, se ocupan de lo que se conoce como “modelo de Toulmin”.

<sup>15</sup>Lo anterior a diferencia de *An Introduction to Reasoning* en el que no se habla, casi para nada, de la epistemología o la filosofía de la ciencia.

(Los usos del argumento epistemológico) o *The Epistemological Use of Argument* (El uso epistemológico del argumento). En cualquier caso, la traducción al español *Los usos de la argumentación* no tiene nada que ver con los verdaderos objetivos de su autor.<sup>16</sup>

Es verdad, en el prefacio de la primera edición, específicamente, de junio de 1957, Toulmin señala que el propósito de su libro era realizar un ataque en contra de la “inferencia deductiva”, además de ofrecer una miscelánea de aplicaciones sobre otros a asuntos y conceptos “lógicos”.

En ese mismo sentido, dentro del prefacio a la edición rústica, de bolsillo o *paperback* (1963), Toulmin señala que la tesis central de *The Uses of Argument* se refiere al contraste que existe, por un lado, entre los estándares y los valores del razonamiento práctico sobre cuestiones “sustanciales” y, por otro lado, los criterios formales y abstractos basados en la lógica matemática y en la epistemología o la filosofía de la ciencia positivista del siglo XX.

Finalmente, Toulmin señala que su obra tenía implicaciones no sólo para el “análisis filosófico” sino también para la “teoría de la lógica”.

Y todo lo dicho podría llevar a concluir, de manera equivocada, que *The Uses*

<sup>16</sup> Así fue traducido ese libro en 2007 por la Editorial barcelonesa Península. El mismo libro acaba de ser traducido en 2019 por la editorial peruana Pa-lestra. Sin embargo, no se aprovechó la oportunidad para corregir el título de la obra: en vez de *Los usos de la argumentación* se la debió haber titulado *Los usos del argumento*, aunque este segundo nombre hubiera resultado menos comercial.

of *Argument* fue escrito por su autor para que fuera un libro sobre lógica (“informal”) y, en concreto, acerca del razonamiento o la argumentación, lo que parecería quedar confirmado desde su título mismo.

Ciertamente, Toulmin reconoce que su libro fue recibido de forma positiva por aquellos cuyo interés por el razonamiento y la argumentación tenía como punto de partida una “dimensión práctica”, sobre todo, los estudiosos de la comunicación y la jurisprudencia.

Sin embargo, en el “Prefacio a la edición actualizada” (2003) señala que su objetivo en *The Uses of Argument* fue “estrictamente filosófico”: criticar el supuesto, asumido por la mayoría de filósofos analíticos anglosajones, de que todo argumento significativo o “sustantivo” puede expresarse en términos formales o como una deducción estrictamente concluyente.

Pero en la segunda edición de *The Uses of Argument* Toulmin también aclara que “de ninguna manera” pretendió exponer una “teoría de la retórica”, de “la argumentación” o de la “lógica informal”, sino que, como ya he precisado antes, su meta era más bien la “epistemología del siglo XX”.<sup>17</sup> Y mucho menos tenía en mente

<sup>17</sup> Una buena parte de los libros de Toulmin constituyen contribuciones a la “epistemología”: *La filosofía de la ciencia: una introducción* (1953); *Ciencias y artes del siglo XVII* (1961); *Previsión y comprensión: una investigación sobre los objetivos de la ciencia* (1961); *El telar de los cielos* (La ascendencia de la ciencia, volumen 1) (1961); *La arquitectura de la materia* (La ascendencia de la ciencia, volumen 2) (1962); *El descubrimiento del tiempo* (La ascendencia de la ciencia, volumen 3) (1965); *Realidad física* (1970); *Comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos* (1972) y *El regreso a la cosmología: ciencia posmoderna y teo-*

crear un “modelo analítico” como el que acabó siendo conocido como “modelo de Toulmin”.

Con el tiempo el filósofo inglés se dio cuenta de que lo que trató de hacer en *The Uses of Argument* se parecía a lo que desde Aristóteles se conoce como “tópicos” o “lugares comunes” (generales y especiales) y que son una forma de dilucidar los tipos de “fundamento” empleados en los diferentes campos de la práctica y la argumentación.

Pero el hecho es que desde 1958 el libro de Toulmin llegó a convertirse en una obra fundamental para los interesados en la argumentación, así que se dio cuenta de que hubiera sido poco considerado de su parte renegar del “modelo de Toulmin”, que fue una consecuencia más bien imprevista de su libro.<sup>18</sup>

### Valoración crítica de *An Introduction to Reasoning*

Sin duda *An Introduction to Reasoning* desarrolla y profundiza en lo que Toulmin presentó en *The Uses of Argument*, además de que avanza varios pasos hacia adelante, por lo que creo que se debería investigar,

*logía de la naturaleza* (1985).

Aunque es verdad que otros de sus libros están dedicados al razonamiento en campos especiales: *Un examen del lugar de la razón en la ética* (1950) y *El abuso de la casuística: una historia del razonamiento moral* (1988).

<sup>18</sup>Y algo semejante comentó Toulmin en algunas entrevistas: “Literary Theory, Philosophy of Science, and Persuasive Discourse: Thoughts from a Neopremodernist” (Teoría literaria, filosofía de la ciencia y discurso persuasivo: pensamientos de un neopremodernista) a cargo de Gary A. Olson y publicada en *Journal of Advanced Composition* en 1993, así como en “Entrevista con Stephen E. Toulmin”, realizada por Manuel Atienza y Manuel Jiménez Redondo y publicada por la revista *Doxa* también en 1993.

reflexionar y discutir mucho más sobre el libro escrito junto con Rieke y Janik.<sup>19</sup> Eso sin mencionar que sus explicaciones, definiciones, ejemplos y ejercicios pueden resultar muy útiles e interesantes.

Por ejemplo, lo último pone de manifiesto que la propuesta de Toulmin presupone un diálogo crítico entre por lo menos un asertor (*assertor*) y un interrogador (*interrogator*) y que pasa por diferentes fases y que no es para nada un simple monólogo en el que alguien busca apoyar sus aseveraciones en solitario.

Me parece que una de las virtudes de la propuesta de Toulmin fue identificar algunas de las funciones o actividades argumentativas (aseverar, fundamentar, garantizar, respaldar, calificar o reservar) que habían sido olvidadas, descuidadas o de plano ignoradas dentro de la lógica formal.

No obstante, uno de sus errores más graves fue tratar de integrarlas en un único argumento o lo que se conoce como “el modelo de Toulmin”, siendo que en la vida real esas y otras funciones o actividades argumentativas suelen presentarse por separado y sucesivamente.<sup>20</sup>

Por ejemplo, lo común es que en los escritos o diálogos argumentativos las du-

<sup>19</sup>Allan Janik estudió en la Universidad Brandeis, donde trabajó con Stephen Toulmin. Junto con éste escribió *Wittgenstein's Vienna* (La Viena de Wittgenstein) (1971). Richard D. Rieke es un abogado norteamericano nacido en 1935, autor de los libros como *Argumentation and Critical Decision Making* (Argumentación y toma decisiones crítica) (1993).

<sup>20</sup>¿O acaso los ejemplos antes presentados sobre Harry y el bocio equivalen a un escrito argumentativo, por ejemplo, un artículo científico, o permitirían analizar, reconstruir, evaluar y elaborar cualquier tipo de diálogo argumentativo?

das y las objeciones aparezcan en párrafos y etapas diferentes a aquellos en los que se ofrecen aseveraciones así como las razones a su favor.

De hecho, en los escritos y diálogos argumentativos no sólo suele haber argumentos principales y subargumentos sino argumentos diferentes o contrarios, es decir, contraargumentos, por no mencionar refutaciones<sup>21</sup> y puede haber más de una argumentación en juego al mismo tiempo.

En concreto, en un artículo científico primero se presentan los respaldos, las garantías y los fundamentos para una hipótesis y sólo al final, en las conclusiones o la sección sobre la discusión de los resultados, se consideran las posibles refutaciones y excepciones.

Lo anterior significa que la realidad argumentativa es mucho más compleja que incluso la forma, el patrón o la estructura de los argumentos que se desarrolla y en el que se profundiza enormemente en el libro *Una introducción al razonamiento*.<sup>22</sup>

<sup>21</sup>Las *rebuttals* no son iguales a las *refutations* pues en el primer caso se trata de condiciones (*conditions of rebuttal*) que harían que no aplique o funcione la garantía que une a un fundamento con una aseveración: por ello, también se habla de *exceptions*; en contraste, lo segundo se refiere a probar que algo es falso o equivocado. Por otro lado, las primeras las anticipa quien elabora un argumento, mientras que las segundas las dirige quien no está de acuerdo con él.

<sup>22</sup>A pesar de que por medio de los numerosos ejercicios de su libro Toulmin, Rieke y Janik tratan de mostrar que la estructura o el patrón que ofrecen puede servir para analizar y evaluar todo tipo de textos argumentativos reales, la realidad es que no resulta suficiente para identificar, analizar, reconstruir, evaluar y crear argumentos y argumentaciones en todos los foros, campos y empresas racionales -para decirlo en sus propios términos-. Tal vez

El esquema o patrón de los argumentos que ofreció Toulmin desde *The Uses of Argument* es mucho más complejo y completo que el que se utiliza y reconoce dentro de la lógica formal -reducido a conclusión, premisas y expresión indicadora-; sin embargo, ha creado la idea equivocada de que cada uno de los argumentos debe ser o siempre es como ese “modelo” o, lo que es peor, que incluso lo hacen todos los escritos o diálogos argumentativos.<sup>23</sup>

Por lo mismo, *An Introduction to Reasoning* puede servir mucho para aprender a identificar, analizar, reconstruir y evaluar argumentos, sobre todo, aislados, pero no tanto para crearlos y, mucho menos, para elaborar escritos argumentativos.

Tal vez la aportación central de Toulmin a la teoría de la argumentación y a su enseñanza no haya sido su “modelo” sino, antes bien, haber considerado que la fuerza y solidez de los argumentos depende de los campos, los foros y las empresas racionales en donde se los esgrime.

Pasando a otro orden de ideas, creo que el poco éxito de *An Introduction to Reasoning* o el hecho de que solamente hayan aparecido dos ediciones de él y que la última de ellas se remonte a más de treinta y cinco años se debe a que la lógica

lo más adecuado para ello sea la teoría pragmatológica *extendida* de Frans van Eemeren. Véase *La teoría de la argumentación: Una perspectiva pragmatológica* (1era. edición. Lima: Palestra Editores, 2019).

<sup>23</sup>La gran diversidad de escritos argumentativos no puede ser reducida a los argumentos solitarios o siquiera a las cadenas de razonamiento de acuerdo con la estructura o patrón de Toulmin, aunque tales argumentos pueden constituir su base o punto de partida. Éste suele ser el caso de las disertaciones y los ensayos filosóficos.

informal (*informal logic*) -que ha llegado a volverse dominante en la educación- y la pragmadialéctica (*pragma-dialectics*) -la teoría de la argumentación más influyente a nivel mundial- se desarrolló de una manera diferente e independiente al llamado “modelo de Toulmin”.

Por ejemplo, para diagramar o esquematizar los argumentos en la lógica informal lo que se toma en cuenta no es tanto las diferentes funciones que cumplen sus elementos o “fases” (de aseveraciones, fundamentos, garantías, respaldos, calificadores y refutaciones o excepciones) sino las distintas relaciones de apoyo que guardan entre sí sus premisas y conclusiones (por ello se habla de argumentos ligados, convergentes y lineales).

En lo que se refiere a las falacias dentro de la teoría de la argumentación se ha optado por una concepción más bien pragmática y dialéctica, la cual no se limita a la consideración de los argumentos en sí mismos o de sus partes o “fases” sino que engloba la forma en que se los utiliza y en qué momento de un diálogo sucede esto.

Pero, regresando a las relaciones entre *The Uses of Argument* y *An Introduction to Reasoning*: el primer libro es más útil para entender las críticas de Toulmin en contra de la lógica formal y las razones de su propuesta general sobre la argumentación; mientras que el segundo es más útil para comprender y aprender de forma práctica dicha propuesta.

### Sobre la traducción de Una introducción al razonamiento

El traductor de *Una introducción al razonamiento* es José Ángel Gascón, quien ha publicado numerosos artículos en es-

pañol e inglés sobre argumentación (véase <https://scholar.google.es/citations?user=WA39E0UAAAAJ&hl=es>) y que trabaja en el Departamento de Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) con sede en Madrid.

Gascón escribió una “Presentación” para el libro y al final de ella realiza algunas aclaraciones sobre la traducción de ciertos términos y en este asunto tiene toda la razón al decir que existen traducciones del vocabulario de Toulmin que gozan de cierto consenso en nuestro idioma. Por ejemplo, los términos *warrant* y *backing* casi siempre son trasladados por ‘garantía’ y ‘respaldo’, respectivamente. En cambio, sobre *grounds* no contamos con tal acuerdo, por lo que en este caso, en vez de ‘fundamentos’, él decide utilizar la palabra ‘bases’.

Lo cuestionable, y más bien lo extraño, es que a partir del capítulo 3 Gascón decide traducir *claim* no por medio de ‘aserción’ o ‘aseveración’, es decir, las palabras más naturales en español sino a través de ‘tesis’. Es extraño porque, en primer lugar, en ese mismo capítulo Toulmin, Rieke y Janik explican el origen del término *claim* y gracias a ello queda claro que no se reduce a una simple ‘tesis’ que haya que probar o justificar sino, más bien, algo para lo cual se reclama su aceptación racional por parte de otras personas: por ello, también se le podría traducir como ‘pretensión’ o ‘reclamo’. Además de que, en segundo lugar, si los autores de *An Introduction to Reasoning* hubieran querido hablar de “tesis”, ¿no disponían en inglés de la palabra *thesis* para hacerlo? Si tampoco eligieron otros términos relacionados y más usuales dentro de la lógica formal como *conclusion*, *statement* o *proposition*

fue porque tampoco servían para expresar adecuadamente sus ideas al respecto.

Otra elección con la que no estoy de acuerdo es la de *management* por “gestión” en vez de *administración*, como es usual en español, siendo que con el primer término Toulmin, Rieke y Janik claramente apuntan a cómo se manejan (*managing*) las empresas o los negocios.

Aunque fuera de eso y otros pequeños detalles no puedo sino elogiar la traducción del libro *An Introduction to Reasoning* que tuvo que esperar 34 años para poder ser vertido en nuestro idioma, que en inglés supera las 400 páginas y que en español alcanza las 616 y, que, sobre todo, no sólo puede ayudarnos a comprender mejor la propuesta argumentativa de Stephen E. Toulmin sino conducirnos a razonar y argumentar mejor sobre asuntos prácticos.

Segunda edición. Nueva York: Macmillan.

— (2003), *The Uses of Argument*. Segunda edición. Cambridge: Cambridge University Press.

— (2007), *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Ediciones Península.

— (2018), *Los usos de la argumentación*. Lima: Palestra Editores.

— (2018), *Introducción al razonamiento*. Lima: Palestra Editores.

## Referencias

Eemeren, van Frans (2019), *Una introducción a la argumentación. Una perspectiva pragmatodialéctica*. Lima: Palestra Editores.

Harada Olivares, Eduardo (2009), “Aclaraciones sobre el modelo argumentativo de Toulmin”, *Contactos*, 3era. Época, no. 73, julio-septiembre de 2009, pp. 45-56.

Toulmin, Stephen (1958), *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

— (1978), *Introduction to Reasoning*. Nueva York: Macmillan.

— (1984), *Introduction to Reasoning*.



**Procesos fisiológicos  
relacionados con el  
almacenamiento prolongado  
de espermatozoides  
en murciélagos hembras**

**MBRA Angie Carolina Campos Rentería  
Dr. Ahiezer Rodríguez Tobón  
Dr. Arturo Salame Méndez  
Dr. Miguel Ángel León Galván  
M. en C. Jorge Armando Haro Castellanos  
Dra. Edith Arenas Ríos**

**Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Iztapalapa**

## Resumen

El almacenamiento prolongado de espermatozoides es una estrategia que algunos vertebrados (reptiles, anfibios, mamíferos) presentan. En mamíferos, esta característica se reduce casi por completo a murciélagos vespertiliónidos y está presente en aquellos quirópteros con algún tipo de letargo, aunque también se ha reportado en especies de zonas tropicales. Cuando las hembras son inseminadas, los ovocitos aún no están disponibles en los oviductos, y los espermatozoides tienen que permanecer en el tracto reproductor femenino por periodos prolongados de tiempo. La unión útero-tubárica es el sitio universal de almacenamiento de los espermatozoides en la mayoría de los murciélagos vespertiliónidos, participando integralmente en el almacenamiento de las células, proporcionando “nutrientes” para su supervivencia. El objetivo de esta revisión fue recopilar información acerca de los mecanismos involucrados en el mantenimiento de la viabilidad de los espermatozoides durante su estancia prolongada en el aparato reproductor femenino de murciélagos.

## Palabras clave

Almacenamiento prolongado, espermatozoides, Murciélagos.

## Abstract

The prolonged sperm storage is a strategy that some vertebrates (reptiles, amphibians, mammals) present. In mammals, this characteristic is almost completely reduced to vespertilionid bats and it is present in some chiropterans with a type of torpor, although it has also been reported in tropical species. When the females are inseminated, and the oocytes are not yet available in the oviducts, the sperm have to remain in the female reproductive tract for long periods

of time. The utero-tubal junction is the universal storage site for sperm in most of vespertilionid bats, participating integrally in the storage of cells, providing “nutrients” for their survival. The objective of this review was to collect information about the mechanisms involved in maintaining the viability of sperm during their prolonged storage in the female reproductive tract of bats.

## Key words

Bats, prolonged storage, sperm.

## Almacenamiento prolongado de espermatozoides

El almacenamiento prolongado de espermatozoides es una estrategia que algunos vertebrados (reptiles, anfibios, mamíferos) han desarrollado como adaptación a diferentes presiones de selección. Éste se define como la permanencia de los espermatozoides viables, en machos o hembras, que va más allá de sólo algunos días como ocurre en la mayoría de los animales mamíferos. En machos, una vez que los espermatozoides abandonan el testículo, no han adquirido la capacidad fertilizante por lo que tienen que pasar al epidídimo, órgano adosado al testículo, que será donde los espermatozoides adquieren la capacidad fertilizante. El epidídimo, además de tener una función de maduración también tiene un papel como reservorio de estos gametos; por otro lado, en hembras el almacenamiento se puede presentar a nivel de vagina, oviducto y en la unión útero-tubárica (Crichton y Krutzsch, 2000).

En mamíferos, esta característica se reduce casi por completo a murciélagos vespertiliónidos y está presente en aquellos quirópteros con algún tipo de letargo, aun-

que también se puede presentar en algunas especies de zonas tropicales (Crichton & Krutzsch, 2000). Lo anterior se debe a que existe un desfase entre los eventos gametogénicos masculinos y femeninos, por lo que, cuando llegan las cópulas y las hembras son inseminadas, los ovocitos aún no están disponibles en los oviductos, y los espermatozoides tienen que permanecer en el tracto reproductor femenino por periodos prolongados de tiempo. La unión útero-tubárica es el sitio universal de almacenamiento de los espermatozoides en la mayoría de los murciélagos vespertilionidos (figura 1) (Krishna & Bhatnagar, 2011).

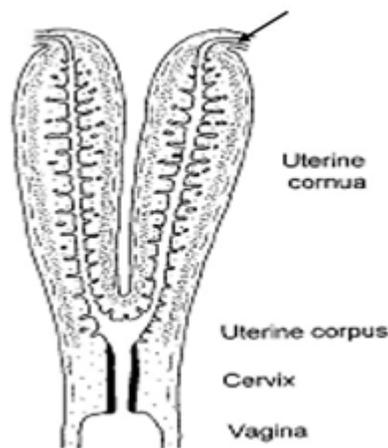


Figura 1. Esquema del aparato reproductor femenino en murciélagos de zonas templadas (vespertilionidae). Útero bicornue. La flecha indica la región útero-tubárica, sitio universal de almacenamiento espermático (Crichton y Krutzsch, 2000).

### Los espermatozoides y el tracto reproductor femenino

Una vez que los espermatozoides llegan a la región útero-tubárica, éstos orientan sus cabezas hacia el epitelio, el cual abunda en el aparato genital de las hembras (figura 2), incluyendo aquellas hembras de murciélagos, con la característica antes mencionada

que, almacenan espermatozoides en el tracto reproductor femenino, lo cual sugirió que este tejido participa integralmente en el almacenamiento de las células (Krishna, 1997) proporcionando “nutrientes” para su supervivencia.

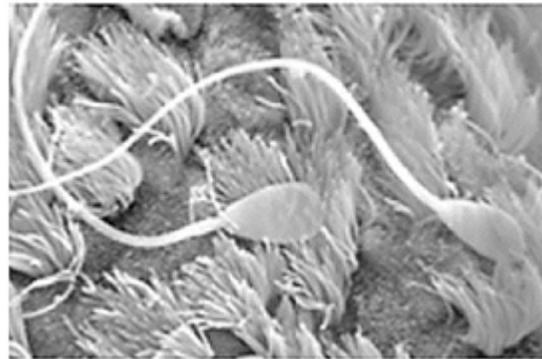


Figura 2. Microfotografía de espermatozoides de cerdo adheridos al epitelio ciliado en la región de almacenamiento.

Lo anterior fue confirmado en una investigación realizada por Roy & Krishna (2010), donde proporcionaron evidencias del almacenamiento prolongado de espermatozoides en las hembras de *Scotophilus heathii*. En este murciélago, los espermatozoides se almacenan entre enero y marzo en la unión utero-tubárica con las cabezas ancladas íntimamente al epitelio.

Se ha propuesto que el mantenimiento de la viabilidad de los espermatozoides, podría estar regulada por algún mecanismo metabólico a cargo de las hormonas esteroides, ya que, en un estudio realizado en hembras de murciélagos pipistrellidos, con almacenamiento espermático durante el invierno, al ser ovariectomizadas, fue disminuida la viabilidad espermática en comparación con el grupo control (Roy y Krishna, 2010). Lo anterior sugirió que las hormonas esteroides producidas por

el ovario, juegan un papel crucial en la supervivencia de los gametos en algunas especies de murciélagos, aunque aún se desconoce el mecanismo de acción.

Tomando en cuenta lo anterior, Roy & Krishna (2011) realizaron una investigación en hembras de *Scotophilus heathii* donde se observó un aumento en los niveles de testosterona durante el período de almacenamiento espermático. Administraron flutamida (un antagonista o inhibidor de andrógenos) durante este periodo; ocasionando una disminución significativa en los niveles circulantes de testosterona y androstendiona en comparación de los murciélagos control, ya que la flutamida suprime la síntesis de andrógenos por medio de la inhibición de la de la enzima alfa hidroxilasa del citocromo P450 17. Así mismo, el suministro de este compuesto mostró cambios degenerativos en el almacenamiento de los gametos. Esos datos respaldaron un estudio previo, hecho por ellos mismos, donde sugieren que la mayoría de vespertiliónidos que muestran el fenómeno de almacenamiento prolongado de espermatozoides, requieren un alto nivel circulante de andrógenos (Roy & Krishna, 2010).

Roy & Krishna (2010), probaron que el tratamiento *in vitro* con testosterona ocasionó aumentos de fosforilación de MAP cinasas en la región útero-tubárica, lo cual sugiere la posible relación entre el aumento en los niveles de andrógenos durante el almacenamiento prolongado y la activación de cascadas de autorregulación; ya se sabe que esta ruta de señales de transducción (MAP cinasas) están presentes en la fisiología espermática durante *la capacitación de espermatozoides* (Aitken, 2017), evento que termina con la adquisición de la capa-

cidad fértil de los espermatozoides, en el tracto reproductor femenino (Figura 3).

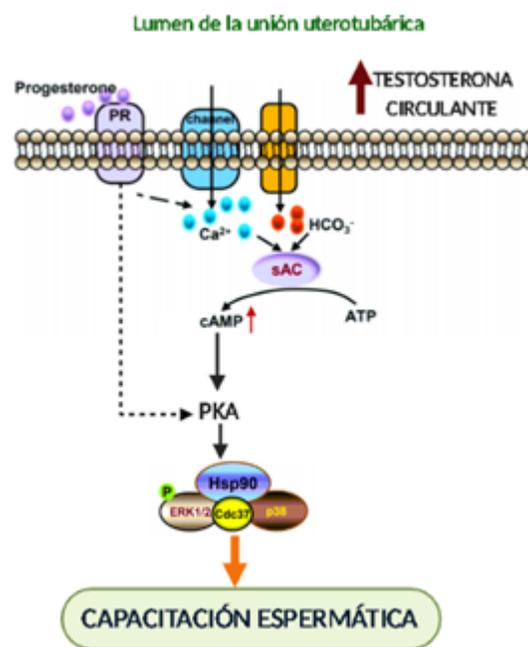


Figura 3. Capacitación espermática a través de las rutas de Erk1/2. Posteriormente, el incremento de AMPc activa la proteína cinasa A (PKA) que activa proteínas Diana como Hsp90 y su co-chaperona específica de cinasa Cdc37, forma un complejo proteico con Erk1 / 2, que estabiliza Erk1 / 2 y mantiene su fosforilación. Erk1 / 2 fosforilado se activa y promueve la capacitación, hiperactivación y la reacción acrosomal (modificado de Sun *et al.*, 2021).

Los estudios derivados del almacenamiento prolongado de espermatozoides han resultado tan importantes que sugieren que la capacitación es andrógeno-dependiente. También se reportó un incremento en la síntesis de proteínas Bcl2 en esta misma región de almacenamiento espermático en *S. heathii*. Esta proteína participa en la vía intrínseca de la apoptosis. Se encarga de inhibir la formación del poro en la membrana y evitar que se libere el citocromo C, para que no ocurra muerte celular.

Por otro lado, se ha reportado que el estado REDOX de los espermatozoides y el medio en el que se encuentren (en machos o hembras) también participa manteniendo la viabilidad de los espermatozoides (Arenas-Ríos *et al.*, 2016).

### Regulación REDOX en el almacenamiento prolongado de espermatozoides

Es de suma importancia mencionar que uno de los problemas a los que los espermatozoides se enfrentan en los diferentes ambientes en los que interaccionan, es el daño por radicales libres (oxidación) que puede comprometer la viabilidad del gameto masculino. En estas moléculas uno de los átomos puede presentar un orbital con un solo electrón. Por naturaleza, estos electrones tienden a aparearse con electrones ubicados en orbitales de otras moléculas para estabilizarse mediante un “apareamiento” y ésta es la razón por la cual los radicales libres son muy reactivos.

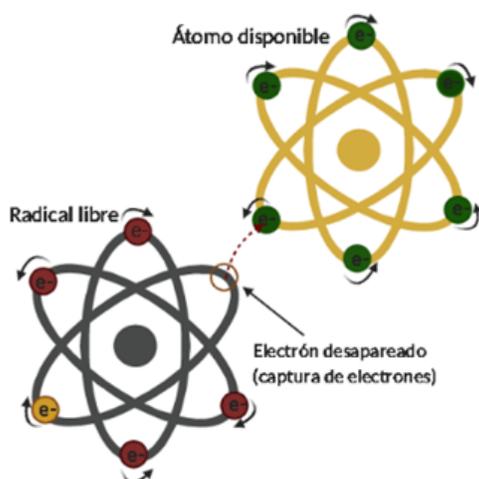


Figura 4. Representación del radical libre.

Los radicales libres suelen ser muy inestables, ya que el (los) electrón(es) desapareado(s), tienden con avidez completar el par electrónico en su orbital a partir de

“capturar”. La captura de electrones ubicados en los otros átomos de otras moléculas y así dar lugar a la formación de nuevos radicales libres (Konigsberg-Fainstein y Aguilar-Maldonado, 2008). El oxígeno tiene la capacidad de generar metabolitos con esta característica oxidante y son denominados especies reactivas de oxígeno (ERO), el anión superóxido ( $O_2^-$ ), el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y el ión hidroxilo ( $OH^-$ ).

En las células, tanto somáticas como sexuales, estas moléculas se producen principalmente en la mitocondria derivadas del transporte de electrones en los diferentes complejos mitocondriales de la cadena respiratoria, provenientes del NADH (Producido durante el ciclo de los ácidos carboxílicos). También, en la membrana de los espermatozoides existe un complejo multiprotéico que se encarga de la producción de  $O_2^-$ , denominado NADPH oxidasa.

Cuando la producción de ERO no es regulada, puede generar daños irreversibles en los espermatozoides, oxidando ácidos grasos de las membranas, grupos Tiol de las proteínas, carbohidratos y también el ADN. Esta condición puede llevar a la célula a la muerte (figura 5).

En animales con almacenamiento prolongado, las reacciones REDOX están estrictamente controladas y los espermatozoides que permanecen en el aparato reproductor de las hembras por largos periodos de tiempo, son vulnerables a daños ocasionados por las ERO.

Aunque anteriormente se consideraba que las ERO únicamente causaban daño a la célula, se ha reportado que también tienen un efecto positivo, siendo fun-

damentales para que distintos procesos fisiológicos se completen exitosamente y el espermatozoide adquiera su capacidad fertilizante, que se describirá a detalle más adelante. Para que exista este equilibrio, la célula cuenta con un sistema compuesto de diferentes agentes reductores encargados del control de las ERO, denominado enzimas antioxidantes constituido por la superóxido dismutasa (SOD), que se encarga de la dismutación del  $O_2^-$ ; la glutatión peroxidasa (GPX), encargada de la eliminación del  $H_2O_2$  y catalasa (CAT), que también elimina  $H_2O_2$  (Arenas-Ríos *et al.*, 2016; Königsberg Fainstein & Aguilar-Maldonado, 2008).

León-Galvan y colaboradores (1999), proporcionaron evidencias de la participación del fluido genital femenino del murciélago *Corynorhinus mexicanus*, en el mantenimiento de la viabilidad espermática. Incubaron espermatozoides epididimarios de *C. mexicanus*, así como, espermatozoides de cerdo; con el fluido genital de hembras de *C. mexicanus*. Al agregarlo, demostraron que se produce una inhibición de la lipoperoxidación (LPX) en espermatozoides de ambas especies. Por lo que se sugiere que el fluido genital femenino de este murciélago, contiene algo que inhibe la lipoperoxidación de los espermatozoides, durante el periodo de almacenamiento espermático.

En 2021 Campos-Rentería y colaboradores determinaron la actividad de las enzimas antioxidantes: SOD, GPX y CAT en el fluido genital femenino de esta misma especie de quiróptero, encontrando un incremento en la actividad específica de GPX y CAT durante los meses de almacenamiento prolongado de espermatozoides (noviembre y diciembre), con respecto al

control negativo (octubre sin almacenamiento espermático). GPX aumentó hasta un 47% y CAT hasta 85.7%. En el caso de la actividad específica de SOD no se observaron diferencias, lo cual indica un mecanismo protector evitando la formación de  $H_2O_2$ , siendo este último una de las ERO más peligrosas, debido a su capacidad de atravesar membranas biológicas y al mismo tiempo, poder generar a la más peligrosa de las ERO:  $OH^-$ , causante principal de la lipoperoxidación de las membranas (Königsberg Fainstein & Aguilar-Maldonado, 2008). La conclusión del presente trabajo es que: las enzimas anti-ERO desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la viabilidad de los espermatozoides en el tracto reproductor de las hembras, regulando la eliminación de ERO y pudiendo ser la causa de la inhibición de la lipoperoxidación de los espermatozoides durante su estancia prolongada en el aparato reproductor femenino (figura 5).

En otros modelos animales se ha reportado que las células epiteliales secretoras y ciliadas del oviducto son la fuente de producción de los antioxidantes enzimáticos.

Arenas-Ríos y colaboradores (2016) realizaron una investigación en murciélagos machos de la especie *Corynorhinus mexicanus*. Este quiróptero presenta la característica de almacenar los espermatozoides por periodos prolongados de tiempo, tanto en machos como en hembras. El estudio consistió en evaluar la concentración de ERO en *caput* y *cauda* de epidídimo, durante los meses de almacenamiento prolongado correspondiente a los meses de agosto a octubre. Se Observó que en la cauda epididimaria hubo un incremento significativo en la concentración de ERO en el mes de octubre que además coincidió con

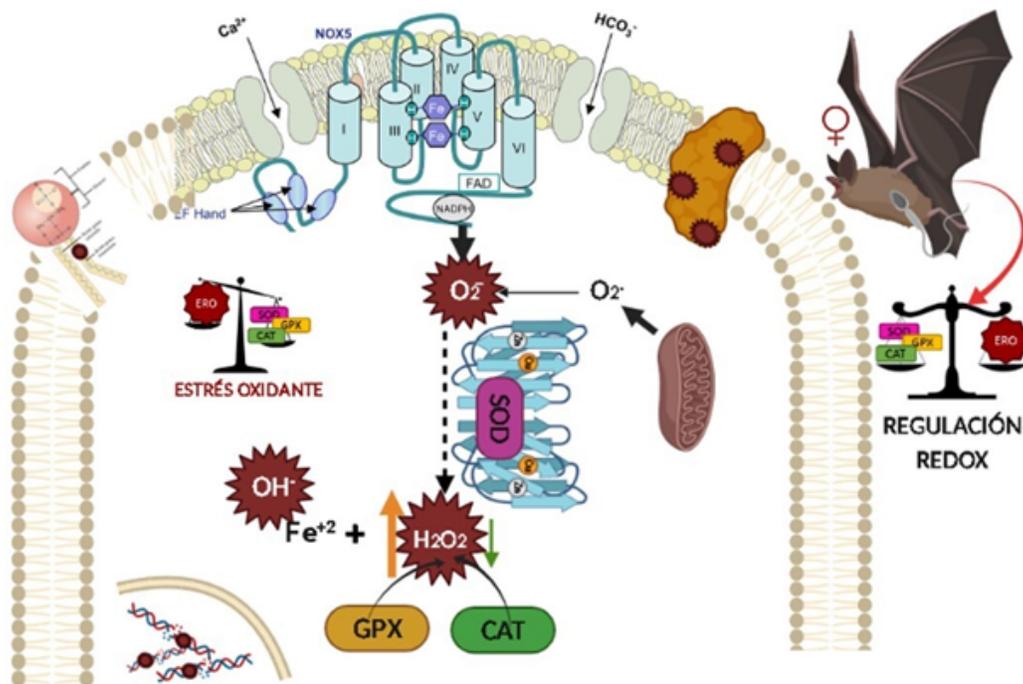


Figura 5. Participación de las enzimas antioxidantes SOD, GPX y CAT en la regulación REDOX. Cuando hay una sobreproducción de ERO que superan el sistema de defensa antioxidante enzimático, la célula llega a un estado de estrés oxidante. Las ERO se asocian a moléculas susceptibles a la oxidación como los ácidos grasos insaturados de las membranas, los grupos Tiol de los residuos de cisteína de las proteínas y pueden ocasionar daño al ADN, comprometiendo fácilmente la viabilidad de la célula. Durante el almacenamiento prolongado espermático en hembras de algunas especies de murciélagos vespertilionidos, la actividad enzimática antioxidante es muy eficiente en la regulación ERO/anti-ERO participando en el mantenimiento de la viabilidad de los espermatozoides hasta la singamia.

un decremento significativo en la actividad enzimática antioxidante de SOD, GPX y CAT.

Las enzimas antioxidantes funcionan como importantes agentes reductores y protectores para que el espermatozoide se mantenga viable. Para apoyar este planteamiento, también se evaluó la concentración de malonaldehído (producto final en la lipoperoxidación) en espermatozoides incubados con el fluido epididimario y en espermatozoides que no estaban incubados con dicho fluido. El resultado señaló que aquellos gametos incubados con fluido epididimario presentaban una concentración de malonaldehído significativamente menor en comparación con los no incubados.

### Producción de ero por el espermatozoide

Los espermatozoides que se encuentran almacenados no están inertes; su actividad metabólica continúa. La cadena respiratoria mitocondrial contiene varios centros REDOX en diferentes complejos que tomarán electrones del oxígeno, constituyendo así la fuente principal de  $O_2^-$  en la mayoría de los tejidos (Konigsberg Fainstein & Aguilar-Maldonado, 2008). De forma natural, en el eyaculado se encuentran diferentes tipos de células, incluidos espermatozoides maduros y leucocitos. Actualmente se sabe que las fuentes más comunes de ERO, en el semen son los espermatozoides anómalos y los leucocitos (Konigsberg Fainstein & Aguilar-Maldonado, 2008). También se ha sugerido que las células de Sertoli participan en la producción de ERO, mediada por la actividad mitocondrial de dichas células, esto se probó en un estudio con ratas de 18 días de edad donde se evaluaron los niveles de ERO en células de Sertoli y se inhibieron a través del tratamiento con estrógenos J811

y J861, lo que sugiere que la participación de ERO en la espermatogénesis está dada por células de Sertoli. De igual forma, en otras investigaciones se ha confirmado que la fuente principal de producción de ERO por espermatozoides está a cargo del exceso de glucosa 6-fosfato deshidrogenasa, una enzima crucial en la vía de las pentosas fosfato, que permite la producción de grandes cantidades de NADPH, y que éstas, por acción de NADPH oxidasa, presente en la membrana de los espermatozoides, promoverá la formación de  $O_2^-$ , y por dismutación, “Desproporciónación”, de éste al  $H_2O_2$  (figura 6) (Aitken & Fisher, 1994).

Se ha propuesto la relación de la generación de ERO y el citoplasma residual de los gametos masculinos esto a través de la actividad de enzimas citoplasmáticas, como la creatina quinasa (CK) y la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PDH). Se ha demostrado que las mitocondrias del espermatozoide son las responsables, principalmente de una generación excesiva de ERO, en la cadena respiratoria a través del Complejo NADH deshidrogenasa y el Complejo citocromo bc1 durante el traslado de electrones de un complejo a otro, hay fuga de electrones que se asocian con  $O_2$  que entra por difusión en la membrana formando  $O_2^-$ . También se sabe que la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADPH) oxidasa 5 (NOX5), también está involucrada en la generación de anión superóxido (Konigsberg Fainstein & Aguilar-Maldonado, 2008).

En el caso de los leucocitos, células generadoras de ERO, ya está bien documentado que esta producción es a través de mecanismos potenciales. Los glóbulos blancos contienen granulocitos polimorfonucleares (PMN) (50–60 %) y macrófagos /

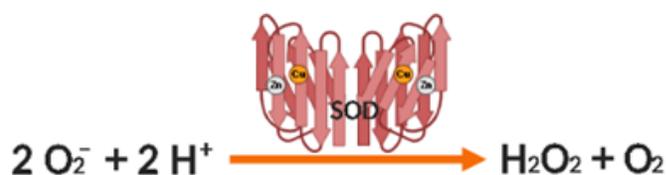


Figura 6. Mecanismo de reacción de la SOD a partir de sus centros catalíticos de metal. Dismutación del anión superóxido ( $\text{O}_2^-$  a  $\text{H}_2\text{O}_2$  y  $\text{O}_2$ ).

monocitos (20–30 %) en la eyaculación humana. Los PMN positivos para peroxidasa son la fuente dominante de ERO. Así mismo se sabe que los neutrófilos y los macrófagos son factores importantes en el daño por oxidación al ADN lo cual puede contribuir en problemas de infertilidad y disfunción de los espermatozoides. Este fenómeno se da posiblemente debido a la activación de la cascada de señales del factor nuclear kappa B (NF- $\kappa$ B) que promueve la activación de la síntesis de óxido nítrico y la producción de óxido nítrico, una molécula altamente oxidante y dañina para las células (Galli *et al.*, 2011). Debido a todos estos factores oxidantes en los distintitos ambientes en los que el espermatozoide se encuentra, posiblemente el potente y complejo sistema antioxidante debería ser un mediador importantísimo para evitar que las células lleguen a un estado de estrés oxidante e incluso llegar a la muerte, y que pueda llevar a cabo la oxidación fisiológica para la regulación de procesos importantes para el espermatozoide.

### Capacitación espermática

Las ERO son fundamentales para que el espermatozoide se capacite y adquiera su capacidad fertilizante, siendo importante resaltar que en los murciélagos que

presentan almacenamiento prolongado de espermatozoides existe un retraso en este evento de maduración del tracto genital femenino (Krishna & Bhatnagar, 2011). Rodríguez-Tobón y colaboradores (2016), obtuvieron espermatozoides epididimarios de *caput*, *corpus* y *cauda*, evaluaron la fosforilación de tirosinas como evidencia de maduración y reportaron que, a diferencia de la generalidad de los mamíferos, la maduración en este murciélago concluye en la *cauda* epididimaria. También Indujeron la capacitación de espermatozoides epididimarios de *Corynorhinus mexicanus* en fechas de almacenamiento prolongado y observaron que menos del 50 % de los gametos lograban capacitarse. En adición a este reporte, en 2020 Rojas Martínez y colaboradores realizaron un estudio donde observaron una baja fosforilación de tirosinas en espermatozoides obtenidos del aparato reproductor de las hembras de *C. mexicanus*, que son almacenados por tres meses. El estudio sugirió que en el aparato reproductor femenino ocurre un proceso de maduración espermática independiente de la capacitación.

La capacitación en mamíferos está regulada, entre otros factores, por reacciones de óxido-reducción y el grupo de De Lamirande

& Gagnon (1995), realizó una investigación relacionado con la capacitación espermática y la participación de las ERO, concluyendo que el  $H_2O_2$  y el  $O_2^-$  tienen un papel fundamental en la regulación positiva en los niveles de AMPc a través de la oxidación de la adenilato ciclasa a nivel de los grupos Tiol de la cisteína que contiene. Por otra parte, se ha visto que las ERO participan en la inhibición de la tirosina fosfatasa y por lo tanto hay un aumento en los niveles de fosforilación de tirosinas que acompañan las señales de transducción en la capacitación. Esta inhibición se da a través los residuos de cisteína que posee, ya que para que la enzima esté activa requiere encontrarse en un estado reducido.

El  $H_2O_2$  producido por el metabolismo del espermatozoide es capaz de ocasionar la oxidación en los residuos de cisteína inactivando la actividad tirosina fosfatasa. Por otro lado, las ERO también participan en un mecanismo activador. La adenilato ciclasa es oxidada por el  $O_2^-$ , en los grupos Tiol de los residuos de cisteína. Esta activación incrementa los niveles de AMPc en la célula que promueve que se lleve a cabo la actividad de la tirosina cinasa creando una cascada autorregulada que involucra la generación de las ERO, la adenilato ciclasa junto con la activación y fosforilación de tirosinas para que, finalmente, el espermatozoide se capacite (Aitken, 2017) y ocurra la reacción del acrosomal.

Finalmente, se ha propuesto que las ERO también participan en los procesos necesarios de óxido-reducción (REDOX) en la quimiotaxis de gametos y la fusión de los mismos (Chen *et al.*, 2013).

Como se mencionó anteriormente, aquellos murciélagos que presentan almacenamiento

prolongado de espermatozoide en hembras, como es el caso de muchos quirópteros vespertiliónidos, parece existir un retraso en la capacitación espermática (Krishna & Bhatnagar, 2011), y existen otros reportes sobre evidencias de un evento de maduración espermática en el aparato reproductor femenino independiente a la capacitación (Rojas-Martínez, 2021). En cualquier planteamiento se sugiere que la relación ERO/anti-ERO debe mantenerse “en equilibrio” ya que al haber un incremento en la producción de ERO se podrían activar cascadas de señalización autorreguladas que promuevan que el espermatozoide se capacite, hiperactivo o presente reacción acrosomal prematura, es decir antes de que el ovocito esté disponible, ya que en murciélagos que almacenan espermatozoides normalmente viene acompañado de otro fenómeno denominado ovulación postergada, e inevitablemente la célula moriría. Por otro lado, si las ERO siguen incrementando podrían ocasionar estrés oxidante en los gametos y provocar la muerte. Además, es importante resaltar que la alta actividad enzimática antioxidante en murciélagos con almacenamiento prolongado necesita también de una alta producción de ERO para poder autorregularse, de otra forma si existiera una alta concentración y actividad antioxidante, y una baja concentración de ERO los antioxidantes podrían actuar como pro-oxidantes, teniendo un efecto negativo.

## Conclusión

La mayoría de los murciélagos son animales monótopos, es decir sólo tienen una cría. Aún con ello, los quirópteros son el segundo orden más diverso de la mastofauna, después de los roedores, contando con aproximadamente 1300 especies a nivel mundial (Siu Estrada *et al.*, 2018). Ésto

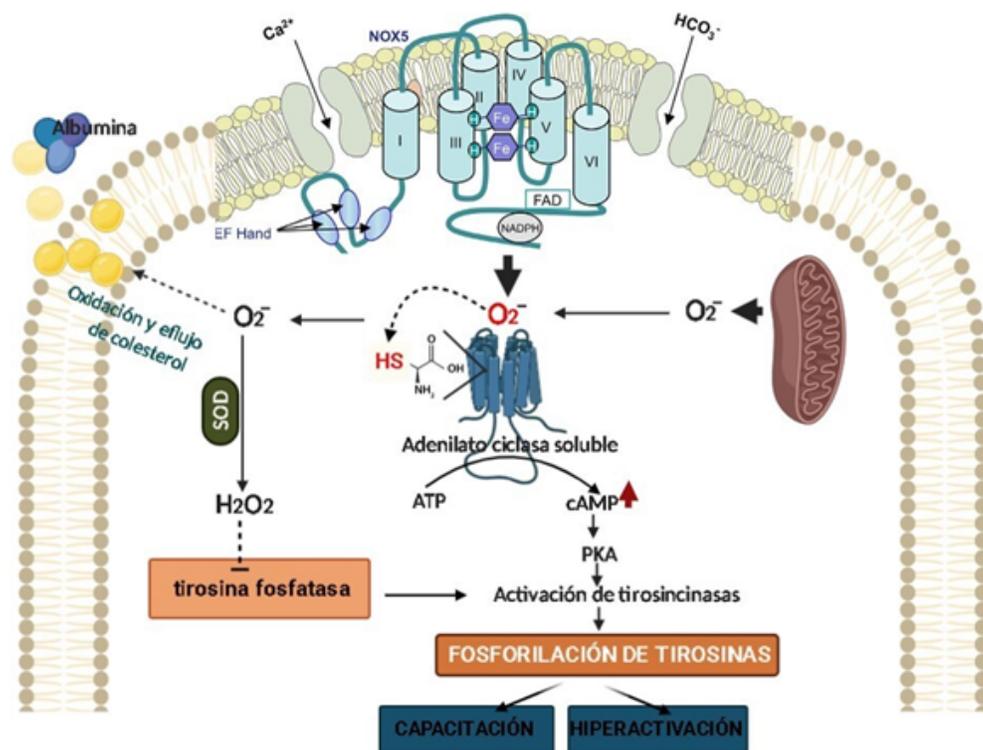


Figura 7. Vías propuestas de la regulación REDOX de la capacitación espermática. La fuente principal de  $O_2^-$  en los espermatozoides de mamíferos son las mitocondrias que se encuentran en la pieza media, generan un nivel bajo de ERO durante la respiración. A su vez, los espermatozoides de mamíferos generalmente poseen NADPH oxidasas que son capaces de generar también  $O_2^-$ . En el caso de los espermatozoides humanos, la oxidasa principal es la NOX5, que se caracteriza por la posesión de un brazo EF que hace que esta enzima sea sensible a la activación por calcio. El  $O_2^-$  generado a partir de estas fuentes se combina con  $NO^-$  producido por la óxido nítrico sintasa (NOS), dando como resultado el  $ONOO^-$  (molécula altamente oxidante), que medía la oxidación del colesterol a oxisteroles. Estos oxisteroles son menos estables y son removidos por la albúmina, aumentando la fluidez de la membrana. Como resultado de la acción de la SOD se produce  $H_2O_2$ , por la dismutación del  $O_2^-$ , que inhibe la actividad de la tirosina fosfatasa. El  $O_2^-$  disponible activa a la adenilato ciclasa soluble, estimulando el incremento de AMPc y la activación de la proteína cinasa A (PKA), lo que permite la autoregulación de la fosforilación de tirosinas que caracteriza el estado capacitado de los espermatozoides (modificado de Aitken, 2017).

ha sido posible gracias distintas adaptaciones reproductivas que el grupo presenta, entre ellas el almacenamiento prolongado de espermatozoides, una estrategia que permite que durante el invierno los espermatozoides permanezcan en la región utero-tubárica hasta el momento de la ovulación y fertilización del ovocito, y que los alumbramientos se den en la época “más favorable del año”, con mayor disponibilidad de alimento, temperatura más cálida, etc. Sin embargo, uno de los problemas a los que los espermatozoides se enfrentan en los distintos medios en los que interactúan es el daño por moléculas altamente reactivas, que llegan a comprometer la viabilidad de los gametos, como las ERO. Se han realizado algunas investigaciones sobre los posibles mecanismos que participan en el mantenimiento de la viabilidad de los espermatozoides por periodos prolongados entre ellos la testosterona, el incremento de proteínas antiapoptóticas como Bcl2 en el sitio de almacenamiento, y agentes reductores encargados de la regulación REDOX como las enzimas antioxidantes SOD, CAT y GPX, que controlan los niveles de ERO para asegurar que participen positivamente en procesos fisiológicos del espermatozoide fundamentales para adquirir la capacidad fertilizante, como la capacitación.

## Bibliografía

Aitken, J., & Fisher, H. Reactive oxygen species generation and human spermatozoa: the balance of benefit and risk. *Bioessays*, 16(4), pp. 259–267, 1994.

Aitken, Robert J. Reactive oxygen species as mediators of sperm capacitation and pathological damage. *Molecular Reproduction and Development*, 84(10), pp. 1039–1052, 2017.

Arenas -Ríos E., Adolfo, R. G., Edith, C. B., Mina, K., Marcela, A. S., Ahiezer, R. T., Gisela, F. M., & Angel, L. G. M. Reactive oxygen species production and antioxidant enzyme activity during epididymal sperm maturation in *Corynorhinus mexicanus* bats. *Reproductive Biology*, 16(1), pp. 78–86, 2016.

Campos-Rentería, A. C. Participación de las enzimas antioxidantes durante el almacenamiento prolongado de espermatozoides, en el aparato reproductor femenino de *Corynorhinus mexicanus*. *Universidad Autónoma Metropolitana México*. Tesis de Maestría, 2021.

Chen, S., Allam, J.-P., Duan, Y., & Haidl, G. Influence of reactive oxygen species on human sperm functions and fertilizing capacity including therapeutical approaches. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 288(1), pp. 191–199, 2013.

Crichton, E. G., & Krutzsch, P. H. *Reproductive biology of bats*. Academic Press, 2000.

De Lamirande, E., & Gagnon, C. Impact of reactive oxygen species on spermatozoa: a balancing act between beneficial and detrimental effects. *Human Reproduction*, 10(1), pp. 15–21, 1995.

Galli, S. J., Borregaard, N., & Wynn, T. A. Phenotypic and functional plasticity of cells of innate immunity: macrophages, mast cells and neutrophils. *Nature Immunology*, 12(11), pp. 1035, 2011.

Konigsberg Fainstein, M., & Aguilar-Maldonado, B. *Radicales libres y estrés oxidativo: aplicaciones médicas*, 2008 pp. 3-487.

- Krishna, A. The relationship between spermatozoa and epithelium of the female genital tract during sperm storage in the greater yellow bats (*Scotophilus heathi*): the light and electronmicroscopic observations. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life Sciences*, 21(1), pp. 31–36, 1997.
- Krishna, A., & Bhatnagar, K. P. Hormones and Reproductive Cycles in Bats. In *Hormones and Reproduction of Vertebrates*, Elsevier, 2011, pp. 241-289.
- León-Galvan, M. A., Fonseca, T., López-Wilchis, R., & Rosado, A. Prolonged storage of spermatozoa in the genital tract of female Mexican big-eared bats (*Corynorhinus mexicanus*): the role of lipid peroxidation. *Canadian Journal of Zoology*, 77(1), pp. 7–12, 1999.
- Morales, S. U. Sobre átomos y moléculas. *Revista Experimenta*, 2, 2014.
- Rodríguez-Tobón, A., Fierro, R., León-Galván, M. A., Rosado, A., Cortés-Barberena, E., & Arenas-Ríos, E. Tyrosine phosphorylation as evidence of epididymal cauda participation in the sperm maturation process of *Corynorhinus mexicanus* bat. *Acta Zoologica*, 97(3), pp. 310–318, 2016.
- Rojas-Martínez, I. Evidencias de maduración espermática durante el almacenamiento prolongado en hembras del murciélago *Corynorhinus mexicanus*. *Universidad Autónoma Metropolitana México*. Tesis de Maestría, 2021.
- Roy, V. K., & Krishna, A. Evidence of androgen-dependent sperm storage in female reproductive tract of *Scotophilus heathi*. *General and Comparative Endocrinology*, 165(1), pp. 120–126, 2010.
- Roy, V. K., & Krishna, A. Sperm storage in the female reproductive tract of *Scotophilus heathii*: role of androgen. *Molecular Reproduction and Development*, 78(7), pp. 477–487, 2011.
- Sun, P., Wang, Y., Gao, T., Li, K., Zheng, D., Liu, A., & Ni, Y. Hsp90 modulates human sperm capacitation via the Erk1/2 and p38 MAPK signaling pathways. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 19(1), pp. 1-11, 2021.

## FE DE ERRATAS

Estimados lectores en el número anterior 120, está publicado el artículo titulado “Amby-  
toma, un fascinante género de anfibios en México”, el error ha sido reconocido por los  
autores desde el ingreso para la publicación , por lo cual se atiende a la solicitud de los  
mismos, mencionando el título correcto:

“*Ambystoma*, un fascinante género de anfibios en México”.

Agradecemos su comprensión

Atentamente

Editora en Jefe y Comité Editorial



