

# CULCyT

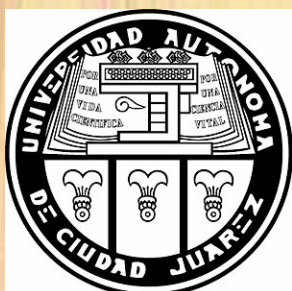
## Cultura Científica y Tecnológica

Revista Bimestral. Octubre–Noviembre, 2004.

Año 1, No 4

Origen y Evolución  
de los Géneros

Saneamiento Básico:  
Perfil de San Agustín,  
Valle de Juárez

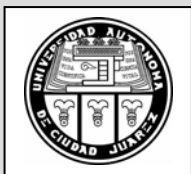


Premios Nóbel 2004

Carlos Chimal  
Entrevista

### COLUMNAS

A veces me siento y ...  
Ba'huí  
El \$oftware en México  
La Puerta  
Publica o Perece



---

**Universidad Autónoma  
de  
Ciudad Juárez**

---

Dr. Felipe Fornelli Lafón  
**Rector**

Quím. Héctor Reyes Leal  
**Secretario General**

Dr. Gerardo Reyes Macías  
**Director del IIT**

M.I. Gerardo Sandoval  
**Coordinador de Investigación  
IIT**

---

**CULCyT**

---

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

---

**Comité Editorial**

---

Dr. Mohammad Badii  
Dr. Pedro Cesar Cantú  
MC Luis Felipe Fernández  
Dra. Perla Elvia García  
Dr. Victoriano Garza  
Dr. Victor M. Hinostriza  
Dr. José Mireles Jr.  
Dr. Barry Thatcher  
Dr. Hugo Vilchis  
Dra. Leticia Villarreal

---

**Columns**

---

MC Luis Felipe Fernández.  
Coordinador  
Dr. Victoriano Garza  
Ing. Carlos Martínez  
MC Gerardo Padilla  
Dr. Jorge E. Rodas O.

Portada: R.V.G.S.



Albert Einstein bibliothek, 1920 (Universidad Hebrea).

**Cultura Científica y Tecnológica (CULCyT)** es una revista académica multidisciplinaria, publicada bimestralmente por el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que tiene como misión contribuir a la formación integral de los jóvenes universitarios y fomentar el interés público por la ciencia y la tecnología. La revista **CULCyT** es editada por el Programa para la Formación de Investigadores del IIT. Registro en trámite. **Oficina:** Av. del Charro 610 Nte. Edificio "E" 213-E. C.P. 32310. Cd. Juárez, Chihuahua. MÉXICO.

Tel. (52-656) 688-48-46.

Correo electrónico: [vgarza@uacj.mx](mailto:vgarza@uacj.mx)

Los autores son responsables de sus textos.

**CULCyT** en línea: <http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/default.htm>



# CULCyT

## CONTENIDO

Octubre – Noviembre, 2004. Año 1, N° 4

### PORTADA

Eclipse lunar. Cd. Juárez. Nov., 2004. V.R.G.S.

### EDITORIAL

Carta del Editor 3

### ARTÍCULO PRINCIPAL

Saneamiento básico y riesgos a la salud en la comunidad rural de San Agustín Valdivia, Valle de Juárez. Chihuahua, México 4

### ARTÍCULO DE REVISIÓN

Origen y evolución de los géneros: ¿Conflicto o cooperación? 26

### COLUMNAS

Gerardo Padilla	El Software en México	31
Carlos Martínez	<i>Ba'huí</i>	32
Jorge E. Rodas	La Puerta	34
Victoriano Garza	Publica o Perece	35
Luis F. Fernández	A veces me siento y pienso... y a veces, nada más me siento	37

### ENTREVISTA

El desafío de la mente. Entrevista con Carlos Chimal, escritor de ciencia 38

### CIENCIA EN LA NOTICIA

Premios Nóbel 2004 41

## Carta del editor

---



La investigación sobre la calidad de vida y los problemas de los habitantes de las zonas rurales de México tiende, cada vez más, a desaparecer. Hubo una época en la que existió un marcado interés por conocer y entender a las comunidades rurales del país; tiempo aquel en el que se hicieron minuciosos estudios socioantropológicos, sociopolíticos, agroeconómicos, forestales, sanitarios y demás.

En ese período se intentó modernizar el campo aplicándole, paradójicamente, el ritmo acelerado que se impuso al crecimiento urbano, para integrarlo al desarrollo nacional. El mosaico de culturas rurales jaloneado por una misma política de desarrollo rural, no respondió al parejo y sólo floreció el progreso del campo en unas cuantas zonas de México. Los ulteriores cambios de políticas económicas, ocurridas en los últimos 20 años, dejaron al campo bajo su propia tutela. Sin recursos propios ni educación adecuada, grosso modo, esto generó un mayor empobrecimiento en el comercio agrícola, en la productividad del suelo, en la atención a la sanidad pública y en los mismos campesinos.

En la actualidad, la vieja preocupación por los problemas del campo a dado paso a un desmesurado interés por los estudios urbanísticos e industriales. La migración de los campesinos, que en el pasado fuera un fenómeno estacional de ida y vuelta, es ahora un proceso social que fluye constantemente en un sólo sentido y sin regreso. Las grandes ciudades mexicanas, sobre todo las de la frontera norte y la región sur de los Estados Unidos, reciben a diario a miles de campesinos que dejaron tras de sí sus hogares para ir en busca de trabajo.

Se conocen las causas macro que afectan al campo, pero hay escasa información sobre las micro causas, las cuales son diferentes para cada comunidad rural y que virtualmente, a falta de respuesta *in situ*, son las que obligan a los hombres de las familias a abandonar sus hogares para salir en pos del sustento.

San Agustín Valdivia, pequeña localidad rural ubicada en el Valle de Juárez, a menos de 3 kilómetros de la frontera con Estados Unidos y a 20 minutos de Ciudad Juárez y El Paso, Texas, y aunque no esté a la moda de las investigaciones de sustentabilidad urbana, ha sido estudiada como parte de un proyecto mayor sobre el Valle de Juárez. Se trata de una comunidad antaño campesina, cuya población se ha visto mermada por la migración de sus pobladores a la ciudad y al vecino país, en la cual, a pesar de su cercanía con la nación más poderosa, su calidad de vida adolece de problemas similares a los de los más apartados lugares de México y el mundo.

**Victoriano Garza Almanza**



**“SANEAMIENTO BÁSICO Y RIESGOS A LA SALUD EN LA COMUNIDAD RURAL DE SAN AGUSTÍN VALDIVIA, VALLE DE JUÁREZ. CHIHUAHUA, MÉXICO”**

Dr. Victoriano Garza-Almanza<sup>2</sup> y MI Martina Miranda<sup>3</sup>

**SUMARIO**

**Objetivos:** Determinar el perfil de saneamiento básico de la localidad rural de San Agustín Valdivia, Valle de Juárez, y caracterizar los riesgos que para la salud de sus habitantes significa el canal de aguas residuales que desde Ciudad Juárez fluye a través de la localidad.

**Material y Métodos:**

**Diseño.** Descripción del sitio de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-048SSA1-1993, que establece que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de amenazas ambientales, y a la metodología Health Assessment del ATSDR. Caracterización del perfil de saneamiento básico de la comunidad mediante un censo-encuesta. Evaluación del riesgo a la salud mediante la metodología de Medina et al., 1995.

**Zona de Estudio.** San Agustín Valdivia, Valle de Juárez.

**Sujetos.** Individuos de ambos sexos y todas las edades que residen permanentemente en San Agustín.

**Resultados:** La principal fuente de riesgo son las aguas residuales parcialmente tratadas, procedentes de Ciudad Juárez, que son usadas para regar los campos de cultivo de la zona. Se describe el saneamiento de la comunidad, los medios contaminados, exposición a las rutas de contaminación, otras fuentes de riesgo, y la prevalencia de malestares gastrointestinales. Se evalúa el riesgo relativo del sitio.

**Conclusiones:** Las aguas residuales son un factor de alto riesgo en la transmisión de enfermedades gastrointestinales. Los grupos más expuestos son los hombres que trabajan el campo y los niños. Los hábitos de higiene y la falta de infraestructura para el saneamiento básico influyen en el estado de salud gastrointestinal de la población.

**INTRODUCCIÓN**

**El agua en Ciudad Juárez.**

Las aguas residuales de Ciudad Juárez, contaminadas con excretas humanas y sustancias químicas de la industria maquiladora y empresas de servicios, que por insuficiencia de capacidad son parcialmente tratadas por las plantas tratadoras de nivel primario norte y sur de la ciudad, se vierten al sistema de irrigación del Distrito de Riego 009 ubicado en el Valle de Juárez. Desde la década de los treinta del siglo XX, esta clase de recurso hídrico ha fluido libremente al Valle de Juárez a través de la llamada Acequia Madre. Las plantas tratadoras de aguas residuales de la ciudad comenzaron a funcionar en los años 2000 y 2002, respectivamente.

Los pobladores del Valle de Juárez emplean esta agua, sin asesoría ni criterios técnicos de protección, en la irrigación de sus campos de cultivo. La superficie agrícola regada con aguas residuales es de aproximadamente 26,500 hectáreas. En este proceso, los suelos, las aguas blancas superficiales, y los productos cultivados se contaminan, con lo que se convierten en factor de riesgo para la salud de los trabajadores y habitantes de la zona.

En promedio, anualmente se utilizan en la zona 241 millones de m<sup>3</sup> de agua para riego (Tabla 1), de los cuales el 54% son extraídos del subsuelo, un 30% corresponde al agua del Río Bravo (que anualmente se entrega a México para su uso en el Valle de Juárez, de acuerdo con el tratado internacional de 1906) y por último el

<sup>1</sup> Proyecto financiado por Sivilla/Conacyt. 9702072.

<sup>2</sup> Programa Ambiental. Depto. Ing. Civil y Ambiental. IIT. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

<sup>3</sup> Maestría en Ingeniería Ambiental y Ecosistemas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

16% restante (39 millones de m<sup>3</sup>), lo constituyen las aguas residuales procedentes de la zona urbana de Ciudad Juárez (SARH, 1990).

En el valle de Juárez, durante el ciclo primavera-verano la mayor parte del volumen de agua residual es mezclada con agua del Río Bravo y agua de pozo, antes de llegar a las parcelas; estas mezclas de agua se usan para irrigar algodónero (1200 Ha.), y cultivos forrajeros (5000 Ha.), principalmente (SARH, 1990 *op. cit.*).

En invierno (septiembre a marzo), cuando prácticamente no hay cultivos en desarrollo, el agua residual fluye por los canales de riego sin diluir, en esta época es cuando se utilizan para el lavado de los suelos, sembrando con trigo generalmente en el mes de enero. Otro uso de esta agua residual en invierno (febrero-marzo), es para anegar terrenos que serán sembrados con algodónero en el mes de abril (SARH, 1989).

#### Fuentes y volúmenes de agua para riego en el Valle de Juárez (promedio 1973–1988).

FUENTE	VOLUMEN (Millones de m <sup>3</sup> )	PORCENTAJE %
Pozos de bombeo	130.51	54.04
Río Bravo (Tratado internacional)	71.95	29.74
Aguas residuales	39.04	16.17
<b>Total</b>	<b>241.49</b>	<b>100</b>

Fuente: SARH, 1990.

### San Agustín Valdivia, Valle de Juárez

#### 1. Localización.

La comunidad de San Agustín se encuentra en el Valle de Juárez. Sus coordenadas geográficas son: 31° 31' latitud Norte y 106° 15' longitud Oeste. Altitud de 1110 m.s.n.m. Población: 899 habitantes, de los cuales 456 son hombres y 443 son mujeres (INEGI, 1995). El Valle de Juárez está situado al norte del Estado de Chihuahua, en la zona fronteriza con los Estados Unidos de Norteamérica, paralelo al Río Bravo. Su forma es alargada, en dirección río abajo sobre el margen derecho del río, con una longitud del orden de los 135 kilómetros y un ancho promedio de 3 kilómetros. Limita al norte con el Río Bravo; al sur se encuentra confinado por las terrazas inclinadas de Piedemonte; al norponiente, el Valle está limitado por la boquilla formada por la Sierra de Muleros y la Montaña Franklin; del lado americano, al suroriente, el Valle termina en el estrechamiento de Cajoncitos, sitio donde el Valle de Juárez se transforma en un Cañón excavado por el Río Bravo (Martínez, J., *et. al.*, 1998).

#### 2. Vivienda.

En San Agustín existen 218 viviendas, y su población está integrada por 4 miembros de la familia en promedio. De esas viviendas un 91.2% cuenta con agua entubada, 44.03% posee letrinas y el 92.55% cuenta con energía eléctrica. Características de la vivienda: el 96.7% cuenta con pisos ya sea de cemento o firme, madera, mosaico u otros recubrimientos; el 1.3% tiene paredes de lámina, de cartón o de materiales de desecho, mientras que el 2.29% de la población está provisto con techos de lámina, de cartón u otros materiales de desecho (INEGI, 1991).

#### 3. Clima.

En base a la clasificación de Thornthwite y los datos tomados de la estación climatológica de San Agustín, el clima del Valle de Juárez corresponde a la fórmula: E (I, p, o), B<sup>2</sup> (o), muy seco, con invierno, primavera y otoño secos, templado y extremoso; la temperatura muy alta en verano y muy baja en invierno, con poca humedad. Vientos que originan tolvaneras densas que causan serios trastornos característicos de zonas desérticas. La precipitación media anual es de 217.2 mm, mientras que la temperatura media anual es de 17.4° C. En el invierno, el mes más frío es enero, registrándose temperaturas mínimas de -21.1° C. Las heladas pueden presentarse desde principios de noviembre hasta mediados de abril. En el verano el mes más caluroso es julio, registrándose temperaturas máximas comunes de 41.6° C (Pérez, 1989).

## PROBLEMA

Los habitantes de la localidad de San Agustín están, directa e indirectamente, afectados por las aguas residuales de Ciudad Juárez que fluyen al Valle de Juárez por el sistema de riego del Distrito de Riego 009. Estas clase de aguas cloacales son utilizadas para regar cultivos, como: sorgo, maíz, algodón, nogal, sandía y pepino, lo cual trae como consecuencia la contaminación del suelo con bacterias patógenas y parásitos intestinales.

La inevitable presencia de organismos patógenos en el suelo a causa de la calidad del agua empleada, son un riesgo permanente para los trabajadores agrícolas y sus familiares, ya sea por el contacto con el suelo contaminado o por el consumo de frutas y verduras frescas cultivadas en los suelos insalubres, pudiéndoles ocasionar enfermedades gastrointestinales del tipo de salmonelosis, gastroenteritis de origen viral, amibiasis, criptosporidiosis y hepatitis.

En sentido general, la viabilidad de estas bacterias en suelo seco es de 10 a 15 días y en un suelo húmedo de 30 a 70 días. Pero estructuras resistentes de parásitos intestinales, como el *Cryptosporidium parvum*, pueden sobrevivir por espacios de varios años en el suelo.

Aunque el reuso de aguas residuales en riegos de cultivos contribuye a la activación de la economía, el uso no controlado de estas aguas inadecuadamente tratadas conlleva riesgos a la salud de la población, porque además de contener organismos patógenos contiene sustancias tóxicas y metales pesados.

Por lo anterior, a través de este estudio se establecen el perfil de saneamiento básico de la localidad de san Agustín y los riesgos a la salud asociados a las fuentes contaminantes.

## OBJETIVOS

- Aplicar un censo encuesta en la localidad de San Agustín en el Valle de Juárez.
- Identificar el perfil de saneamiento básico rural de la localidad de San Agustín.
- Evaluar los riesgos a la salud por exposición al agua y suelo biológicamente contaminados.

## MÉTODOS

### **Censo-encuesta**

Para determinar el perfil de saneamiento básico de la localidad de San Agustín se aplicó un censo-encuesta diseñado por el Instituto Nacional de Nutrición “Salvador Zubirán” para los estudios realizados en el Valle del Mezquital, y adaptada por Garza (1999a) para el Valle de Juárez.

### **Descripción del sitio y fuentes de riesgo**

Para la descripción del sitio de riesgo se utilizó la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-048SSA1-1993 (1995), que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de la presencia de agentes ambientales, y los procedimientos de *Health Assessment Methodology* de la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR, 1991). Además, el sitio fue visitado tanto en la época de verano como de invierno. Las fuentes de riesgo se establecieron de acuerdo a la metodología de evaluación de riesgo por exposición a residuos peligrosos de la Agency for Toxic Substances and Diseases Registry.

### **Análisis de la información.**

La evaluación de riesgo se hizo mediante la metodología de Medina (Medina, *et. al.*, 1995), en donde establece el grado de saneamiento en función a la presencia de enfermedades diarreicas de niños menores de cinco años.

El método consiste en asignar un valor a cada pregunta del cuestionario que es función de su incidencia en el saneamiento básico, que está entre +100 y -100, que significan lo mejor y lo peor respectivamente.

- En zona urbana los valores sólo podrán ser +100, +50, 0, -50, -100.
- En zona rural, se considera un valor de corrección U igual a 50 (U=50), y los valores en esta zona serán el asignado al urbano más el valor de corrección.

Dependiendo de las respuestas al cuestionario, cada pregunta puede ser evaluada positiva o negativamente, entonces, para cada factor, se suman las respuestas que tienen igual signo algebraico. Según la magnitud de estas variables, se asocia un riesgo para cada factor de saneamiento (agua, disposición de excretas, disposición de desechos sólidos, educación sanitaria y salud). En la tabla 2 se presentan los rangos para cada factor de saneamiento.

#### Rangos para clasificar el riesgo por factor de saneamiento.

RIESGO	AGUA	FACTOR DE SANEAMIENTO	BASURA	EDUCACIÓN
		Excretas		
Bajo	POS $\geq$ 350 NEG=0	POS $\geq$ 200	POS $\geq$ 150	POS $\geq$ 250 NEG=0
Moderado	-100 $\leq$ NEG $\leq$ 0	150 $\leq$ POS $<$ 200	NEG=0 y 50 $\leq$ POS $<$ 150	-150 $\leq$ NEG $\leq$ 0
Alto	-200 $\leq$ NEG $<$ -100	NEG=-100 ó 100 $\leq$ POS $<$ 150	-200 $<$ NEG $<$ 0	-300 $<$ NEG $<$ -150
Muy alto	NEG $<$ -200	NEG $\leq$ -100	NEG $\leq$ -200	NEG $\leq$ -300

Nota: POS=Positivos; NEG=Negativos.

Fuente: Medina, et al. 1995.

El riesgo fue clasificado en función de las acciones de saneamiento básico a ejecutar:

- **Bajo.** Implica que ninguna acción de saneamiento básico debe ser ejecutada.
- **Moderado.** En este caso, aún cuando no existen problemas asociados al factor de saneamiento considerado, se puede mejorar la situación con una adecuada divulgación de lo que debe hacerse para disminuir el riesgo, estableciendo estrategias a mediano y largo plazo con el fin de mejorar la situación.
- **Alto.** En este caso, las estrategias deben ser consideradas a corto plazo ya que existe un peligro potencial en las condiciones de saneamiento básico; deben considerarse como acciones prioritarias aquellas requeridas para que el riesgo disminuya.
- **Muy alto.** Las acciones a tomarse con el fin de disminuir el riesgo son urgentes; las estrategias deben ser medidas destinadas a disminuir la incidencia de la enfermedad.

## RESULTADOS

### 1. Factor de riesgo

A través del canal denominado Acequia Madre, las aguas residuales de Ciudad Juárez, contaminadas biológica y químicamente, son utilizadas en el riego de cultivos, con una consecuente contaminación del suelo con bacterias patógenas y parásitos intestinales (Fig. 1).





**Figura 1. Uso de aguas residuales en cultivos de San Agustín**

La Acequia Madre cruza la población de San Agustín, convirtiéndose en una fuente de riesgo a la salud, tanto por el agua que conduce como por el depósito de los sólidos en forma de lodos. Estos lodos son removidos por los trabajadores agrícolas para desazolvar el canal y luego colocados a los lados del canal (Fig. 2).



**Figura 2. Canal abierto con aguas mezcladas y lodos de desazolve**

Durante los meses de febrero, marzo y abril, época en la cual la región del Valle de Juárez presenta vientos desde 65 Km/h o más; los lodos se pulverizan y las partículas se depositan en el interior de las viviendas, escuelas e iglesia de la localidad.

Otro factor de riesgo lo constituye el hecho de que el la Acequia Madre está al descubierto, sin barreras de contención que impidan el acercamiento a los pobladores de San Agustín (niños y adultos, animales de cría, o animales silvestres) (Fig. 3).

Otro hecho importantes es ver como los miembros de la población cruzan a pie los campos de cultivo, durante los fines de semana, para divertirse o hacer día de campo entre los sembradíos.



**Figura 3. Canal de riego cuyos bordes colindan con los patios y corrales de las casas habitación.**

### **1.1. Remediaciones en el sitio.**

La calidad del agua del canal de riego no es apta para las actividades agrícolas de la región y representa un alto riesgo sanitario para los trabajadores y habitantes del Valle, y una amenaza ecológica para el medio ambiente. Sin embargo, al año de 1999, a pesar de lo que dispone la norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996, no se había registrado una sola acción legal contra la ciudad, que es la que genera este recurso y contamina el Valle de Juárez (Garza, 1999b).

## **2. Características hidrológicas.**

### **2.1. Fuentes de agua de San Agustín.**

#### **2.1.1. Agua de pozos.**

El abastecimiento de agua potable proviene de pozos de agua subterránea, cuya fuente es el acuífero de “Bolsón del Hueco”. La región de Ciudad Juárez y la región de El Paso, Texas, además de las comunidades del Valle, disponen en común de las aguas que proporciona este acuífero. En el área de San Agustín se encuentran localizados 6 pozos (PGI-8, PGI-11, PGI-12, PGI-13, PGI-72 y PGI-78), los cuales abastecen la zona de Riego de la localidad. Cada pozo tiene una profundidad de 300 metros (CNA, *op. cit.*, 2000).

#### **2.1.2. Agua del Río Bravo.**

Otra fuente alterna para el abastecimiento de agua es el Río Bravo, el cual nace en las montañas Rocallosas del Estado de Colorado, EU., y recorre 3,057.1 Km con un desnivel de 3.2 Km hasta la desembocadura en el Golfo de México. Según el tratado Internacional de mayo de 1906, el agua proveniente del Río Bravo está comprometida para utilizarse en el riego del Distrito de Riego 009 del Valle de Juárez (Lemus, 1999). Anualmente se reciben 74 millones de m<sup>3</sup> durante los meses de marzo a septiembre ya que principalmente esta es la época de cultivo en el Valle de Juárez (CNA, *op. cit.*, 2000).

#### **2.1.3. Aguas residuales.**

Las aguas residuales no tratadas generadas por la zona urbana de Ciudad Juárez, son mezcladas con agua del Río Bravo y agua de pozos para usarlos en el riego de cultivos del Valle de Juárez (Fig. 4). Dichas aguas se reparten a razón de 5 m<sup>3</sup> / hora en la “acequia madre”. En promedio anualmente se utilizan 82 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales mezcladas con 74 millones de m<sup>3</sup> de agua del Río Bravo y 50 millones de m<sup>3</sup> de agua subterránea provenientes de 150 pozos ubicados en todo el Distrito. Durante los meses de septiembre a marzo el agua residual fluye por los canales de riego sin diluir, en esta época es cuando se utilizan para el lavado de suelos (CNA, *op. cit.*, 2000).



**Figura 4. Cultivos irrigados con aguas del tratado, aguas de pozo y aguas residuales.**

El uso indiscriminado de aguas residuales crudas en el riego de cultivos de consumo humano está relacionado con las altas tasas de morbilidad por gastroenteritis, disentería y helmintiasis. Esto, aunado a la falta de conocimiento sobre el riesgo para la salud que conlleva el uso de las aguas residuales crudas en el riego de cultivos para los trabajadores expuestos y su familia, ocasiona que el factor de riesgo para la salud se multiplique. Por otra parte, la calidad del agua residual no es el único factor que influye en el riesgo a la salud, sino que además debe considerarse la falta de saneamiento básico del lugar, hábitos de higiene, costumbres de siembra y manipulación durante la cosecha (CEPIS, 1990).

## **2.2. Acceso al agua potable.**

La mayoría de las viviendas cuenta con el servicio de agua potable proveniente de dos pozos, localizado uno a 300 metros del canal de aguas negras y el otro a 1000 metros del canal referido (Fig. 5). El agua de pozo es conducida por tubería hacia el interior de las casas en un 80.49%, mientras que el 19.51% recibe el agua también por tubería, pero sólo hasta el límite del predio (IMIP, 2000). Cabe destacar que uno de los principales problemas percibidos por la comunidad de San Agustín es precisamente el servicio deficiente de agua potable.



**Figura 5. Pozo de agua potable localizado aproximadamente a 1,000 metros de la zona de riesgo.**

### 3. Características litológicas.

#### 3.1. Composición del suelo.

Los suelos se clasifican como serie Caseta arcilloso y Mig arcilloso y son suelos jóvenes a inmaduros, mixtos (aluvial-eólico), y originados de rocas ígneas, calizas y areniscas; profundos, de color café oscuro y de texturas pesadas, descansando sobre un estrato arenoso. Presentan una topografía plana con ligera pendiente, su desagüe superficial es de bueno a regular y su drenaje interno es deficiente. Son pobres en nitrógeno y materia orgánica, medios en fósforo, ricos en potasio, calcio y magnesio, y su pH varía de 7.6 a 8.5. Presentan peligro de salinidad y sodicidad; se clasificaron de segunda, tercera y cuarta clase por drenaje, salinidad y sodicidad. Se recomienda fertilizar con nitrógeno y fósforo, aplicar lavados y mejoradores a los suelos y cultivar sorgo, remolacha y algodón (CNA, 1995). El uso indiscriminado de agroquímicos, la erosión hídrica y eólica en las zonas de riego y las características salinas de los suelos, han ocasionado a través de los años que áreas que eran productivas ahora no lo sean. En San Agustín aproximadamente 90 hectáreas de suelo no son cultivadas por el alto contenido en sales (CNA, *op. cit.*, 2000). Algunas medidas adoptadas por los agricultores para combatir los efectos del salitre han sido: aplicación de láminas pesadas de riego y lavados invernales (Pérez, *op. cit.*). Es importante resaltar que los suelos arcillosos o menos arenosos favorecen la evolución, desarrollo y supervivencia de huevos de helmintos (CEPIS, 1995).

### 4. Información de la población.

#### 4.1. Características de las calles.

La carretera Juárez-Porvenir que corre de Noroeste a Sureste divide al poblado de San Agustín en dos, siendo este camino el único que cuenta con pavimento asfáltico en la localidad (Fig. 6).



**Figura 6. Carretera Juárez-Porvenir que divide al poblado de San Agustín.**

Por otra parte, las calles del poblado carecen de cubierta vegetal.

#### 4.2. Centros escolares.

La comunidad cuenta con una escuela primaria y un kinder, ubicados a una distancia aproximada de 300 metros del canal que transporta las aguas residuales. Para cursar la educación secundaria los estudiantes acuden al poblado de San Isidro, pueblo cercano a San Agustín.

#### 4.3. Centro comunitario.

Para atender sus problemas de salud, la población cuenta con un dispensario médico. En octubre del 2001, el director de dicho centro señaló que las principales enfermedades de la población de San Agustín se deben a problemas respiratorios y gastrointestinales. Cabe destacar que de una encuesta socioeconómica realizada por el IMIP, se obtuvo como resultado que el 19.05% de la población percibe como principal problema la necesidad de una clínica de salud en la localidad (IMIP, *op. cit.*, 2000).



#### 4.4. Religión.

En la comunidad existe una iglesia católica, ya que la mayoría de la población es afín a esta religión; otra parte de la población es protestante.

#### 4.5. Recreación y cultura.

La comunidad posee un centro recreativo provisto de alberca, áreas de juego y asadores de carne. Este centro está ubicado a 10 metros del canal de aguas negras (Fig. 7); por lo que el riesgo de contaminación de los alimentos y el agua que se consumen en el lugar, es mayor.

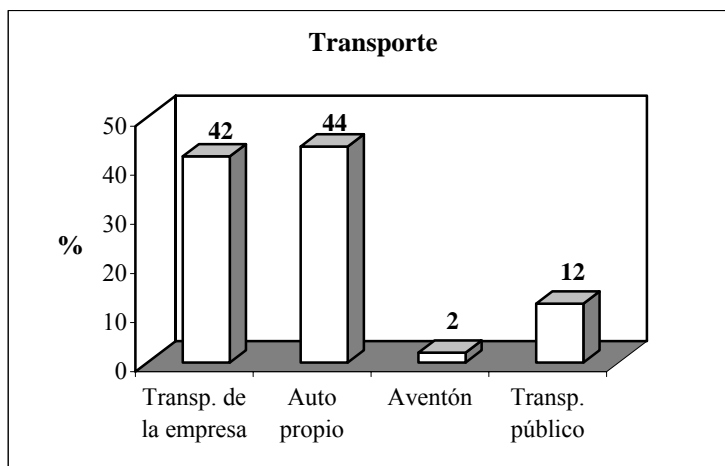


**Figura 7. Centro recreativo junto al canal de riego que conduce aguas residuales**

Desde hace 24 años, la población de San Agustín disfruta de un museo de historia natural organizado por uno de los profesores del lugar. En el mismo edificio, cuya construcción data de más de 50 años, se encuentra instalada una pequeña biblioteca. Tanto niños como jóvenes y adultos acuden a realizar lecturas, consultas o como visitantes del museo. Tan solo en el mes de agosto del 2000 acudieron 1049 visitantes, se tuvo un préstamo interno de 1234 libros y como préstamo externo (a domicilio) 320 libros. En el museo biblioteca se llevan a cabo diversas actividades como talleres, cursos para niños y jóvenes, visitas guiadas (Robles, 2000).

#### 4.6. Transporte.

El medio de transporte que utiliza la población se describe en la figura 8.



**Figura 8. El medio de transporte que utiliza la población.**

#### 4.7. Guardería.

Debido a la presencia de la industria maquiladora en Ciudad Juárez y por ende al aumento de la demanda de mano de obra, cambió el rol de la mujer; pasó de ser ama de casa a empleada de la industria, por lo que se requirió crear una guardería para satisfacer las necesidades de la población de San Agustín. Esta guardería está ubicada a 300 metros del canal que conduce las aguas negras. Atiende a 25 niños por día, desde lactantes hasta niños en edad preescolar en un horario de 4:00 AM. a 5:00 PM. Las madres de familia pagan una cuota mínima, destinada al mantenimiento del edificio y para cubrir el salario de las personas encargadas del cuidado de los niños (Robles, *idem*).

#### 4.8. Electricidad.

El 100% de las viviendas en la localidad cuenta con el servicio de energía eléctrica (IMIP, 2000 *op. cit.*).

### 5. Perfil de saneamiento básico.

#### 5.1. Población.

Número de habitantes: 876

Esta población habita en 218 viviendas, integrada por 4 miembros de la familia en promedio (INEGI, 1995 *op. cit.*).

#### 5.2. Características de la vivienda.

El 80.33% de las viviendas cuenta con pisos ya sea de cemento o tierra; el 97.62% tiene paredes de block, ladrillo o adobe, mientras que el 92.86% de la población está provisto con techos de madera. La mayoría de la población es propietaria de su vivienda, sólo el 14.28% habita en viviendas prestadas o rentadas (IMIP, 2000 *op. cit.*).

#### 5.3. Agua de bebida.

La población de San Agustín recibe el agua doméstica sin potabilizar de pozos ubicados a 300 metros y 1000 metros del canal que conduce las aguas negras. Estos pozos son controlados por la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua. Debido a que la población “cree” que el agua que reciben del pozo es agua potable, el 53.78% de las familias no le da ningún tipo de tratamiento al agua de bebida; mientras que el 46.21% le pone gotas de cloro, la filtra o la hierve (Fig. 9).

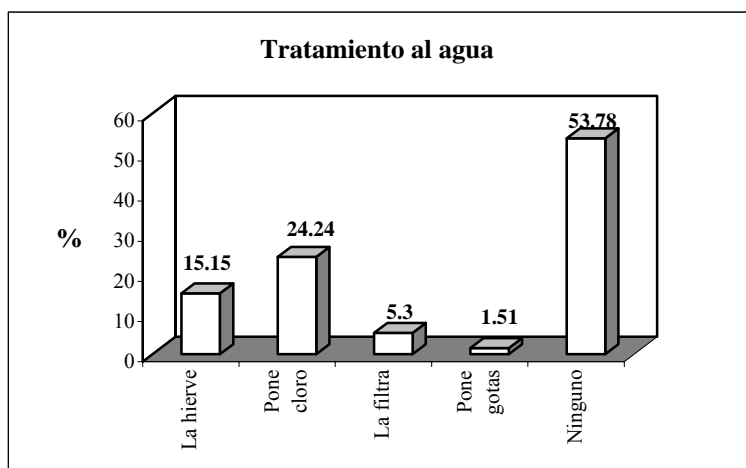


Figura 9. Tipo de tratamiento que le dan al agua de bebida.



#### 5.4. Almacenamiento del agua de bebida.

El 48.4% de la población encuestada no requiere de almacenar el agua de bebida, ya que rara vez les falta el agua; sin embargo, el flujo de agua para el 51.5% de la población no es continuo, por lo que almacenan el agua en ollas, garrafones o tambos (Fig. 10).

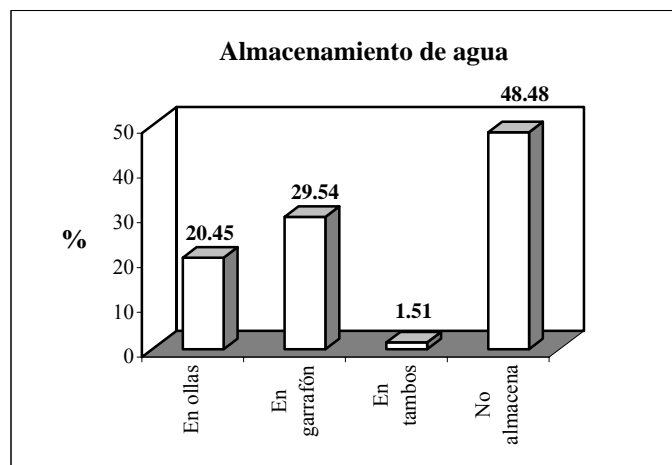


Figura 10. Almacenamiento del agua de bebida.

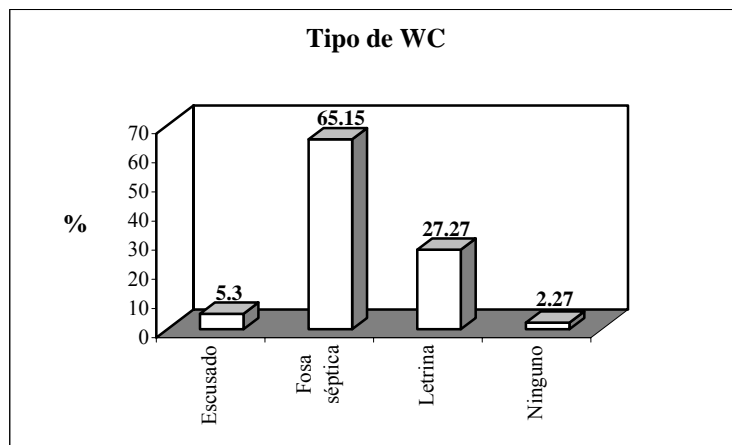
#### 5.5. Disposición de excretas.

La población de San Agustín carece de drenaje, por lo que la disposición de excretas se lleva a cabo en un 65.15% en fosas sépticas, mientras que el 27.27% de las viviendas cuentan con letrina (Fig. 11).



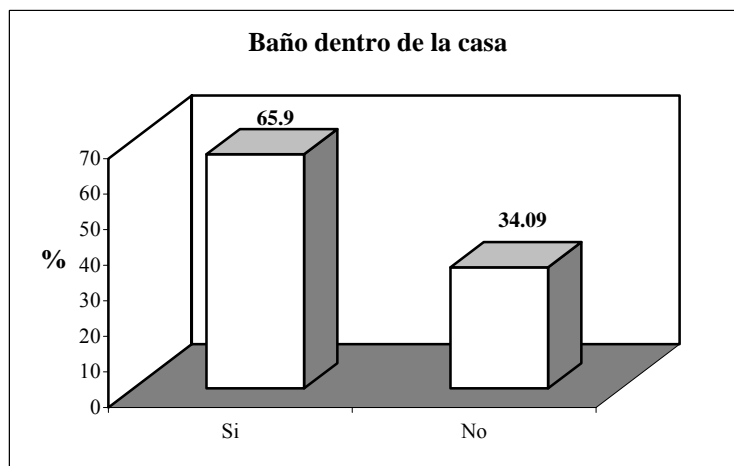
Figura 11. Letrina ubicada en el patio de una casa-habitación.

Es importante destacar que el 2.27% de la comunidad encuestada carece de letrinas y fosa séptica, por lo que se infiere una probable defecación al aire libre (Fig. 12).



**Figura 12. Tipo de WC que utiliza la población.**

Del total de la población, el 65.9% cuenta con baño dentro de la casa, (Fig. 13), mientras que en el 34.09% restante se encuentran localizados en el patio de las casas.



**Figura 13. Viviendas con baño dentro de la casa.**

### 5.6. Residuos sólidos.

Los residuos sólidos (basura) generados por la población, son recolectados por un camión de la dirección de limpieza urbana de Ciudad Juárez, que pasa una vez a la semana. Los residuos recogidos corresponden al 78.78% de las viviendas, el 21.22% restante los quema, los tira al monte o los entierra (Fig. 14).

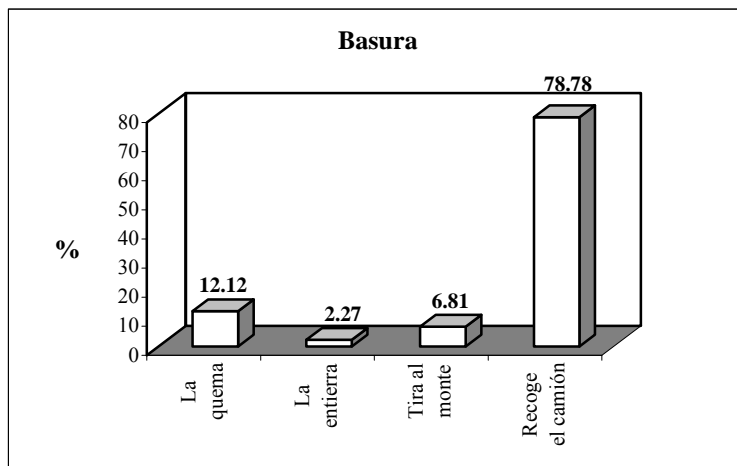


Figura 14. Qué hace con la basura.

### 5.7. Actividades laborales.

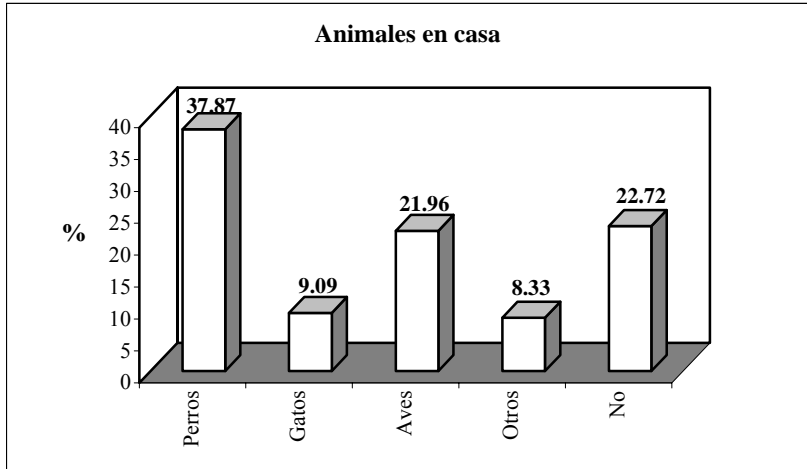
La población económicamente activa de San Agustín se encuentra distribuida según se muestra en la tabla 3.

**Población económicamente activa por tipo de sector**

SECTOR	%
Sector primario, industria	14.63
Sector secundario, comercio	54.88
Sector terciario, agricultura	30.49

Fuente: IMIP, 2000

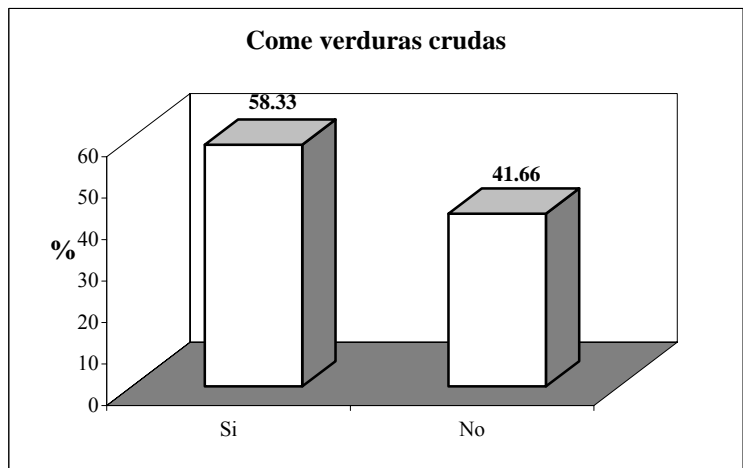
Otra de las actividades de la población es la cría de animales, como perros, gatos y aves, entre otros (Fig. 15), mismos que merodean por las orillas del canal que transporta las aguas residuales, representando por ello un riesgo para la salud de los dueños, por la tierra y excrementos que introducen al interior de las viviendas. Sólo el 22.72% de la población carece de mascotas en su casa.



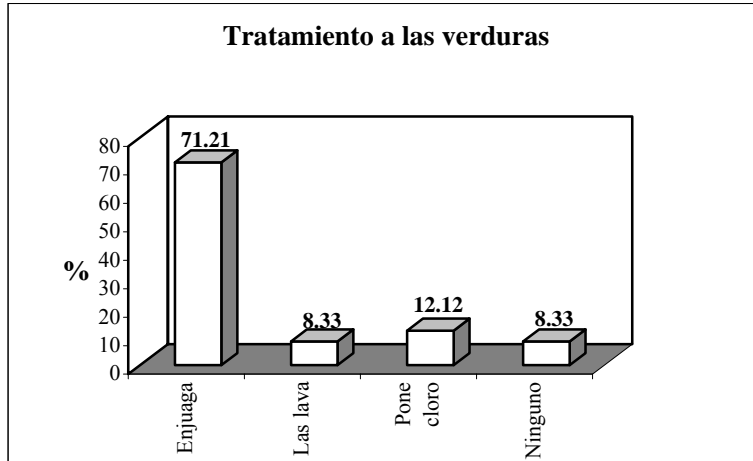
**Figura 15. Porcentaje de crianza de animales por la población**

**5.8. Alimentación.**

Los hábitos alimenticios juegan un papel preponderante en la transmisión de enfermedades gastrointestinales, sobre todo si se trata del consumo de frutas o verduras que han sido producidas en el suelo contaminado. El 58.33% de la población de San Agustín consume verduras crudas (Fig. 16), y únicamente el 12.12% le da algún tipo de tratamiento, como ponerle cloro antes de comerlas. El resto sólo las enjuaga o lava (Fig. 17).



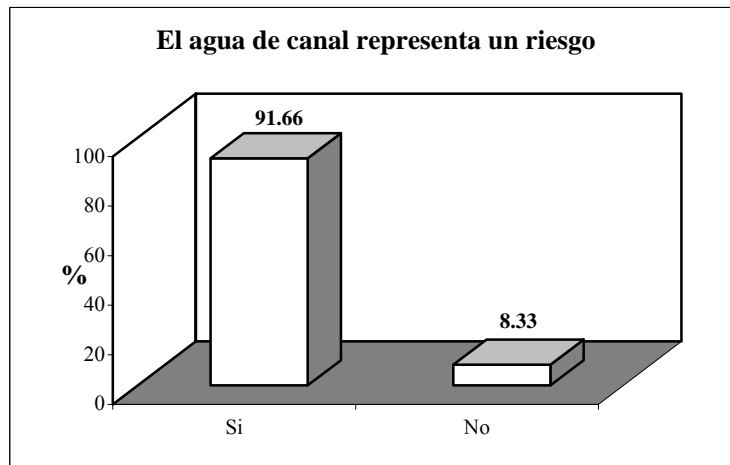
**Figura 16. Personas que consumen verduras crudas.**



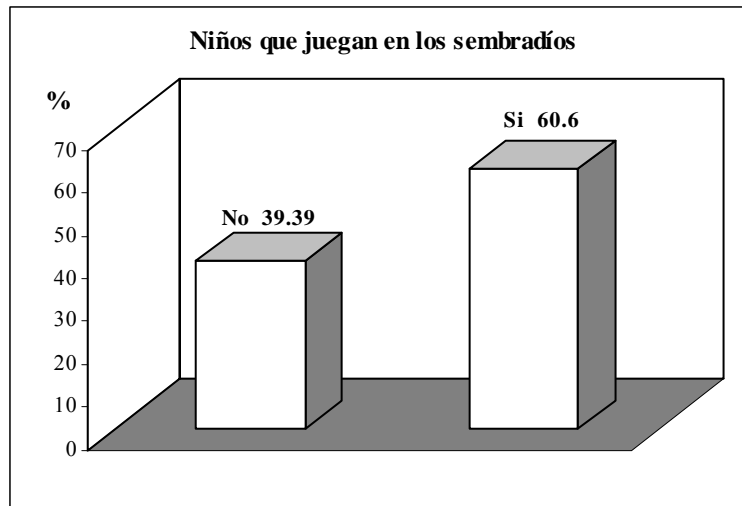
**Figura 17. Tipo de tratamiento que le dan a las verduras**

### 5.9. Percepción de riesgo.

La percepción que la población tiene del canal de las aguas negras es de molestia, debido a la cantidad de mosquitos que produce y los olores nauseabundos que despide durante el verano. No obstante, a pesar de que la mayoría de la población (91.66%) dice tener conocimiento del riesgo que constituyen las aguas residuales (Fig. 18), no tienen en claro que esa clase de aguas estén contaminadas y les puedan provocar serias enfermedades., pues al 60.6 % de los niños se les permite pasear o jugar en los campos de cultivo regados con aguas residuales (Fig. 19).



**Figura 18. Conocimiento del riesgo que representan las aguas negras.**



**Figura 19. Niños que juegan en los sembradíos.**

## **6. Contaminación.**

### **6.1. Medios contaminados.**

Los medios contaminados en el valle de Juárez son:

- Aguas residuales para el riego que conduce el canal.
- Suelo contaminado por más de 50 años de riego con aguas negras.
- Aire (sobre todo en temporada de vientos fuertes), que levanta toneladas de partículas de tierra y microgotas de agua contaminadas y que mantiene suspendidas por días, formando un domo sobre la región.



## 6.2. Rutas de transportación de contaminantes.

Las rutas más importantes por las cuales los pobladores de San Agustín se exponen a los microorganismos patógenos y parásitos intestinales que transportan las aguas negras de Ciudad Juárez, son:

- Campo de cultivo —————> San Agustín
- Agricultor —————> Hogar
- Animales —————> Patio —————> Hogar
- Recreación de niños en el campo —————> Escuela —————> Hogar
- Productos alimenticios del campo —————> Hogar

## 7. Prevalencia de enfermedades gastrointestinales.

Durante la encuesta se le preguntó a la población acerca de la última vez que algún miembro de la familia enfermó del estómago; durante la semana de aplicación de la encuesta, una semana o dos semanas antes ó en agosto con los calores. El 24.23% de los encuestados enfermaron del estómago durante las dos semanas previas a la aplicación de la encuesta y el 37.87% en el mes de agosto con los calores; de los cuales el 21.20% corresponde a niños menores de 12 años y el 35.60% a personas mayores de 18 años. Los síntomas de enfermedad estomacal que se tuvieron fueron: dolor estomacal, diarrea, mareos y calentura. En una entrevista realizada al Dr. Juan Manuel Morales García, médico de la clínica de la localidad, señaló que el 46.7% de las consultas diarias de los meses de marzo a septiembre son debidas a enfermedades gastrointestinales y que el 71% de los enfermos son niños.

## 8. Fuentes de riesgo.

- La principal fuente de riesgo hacia la comunidad de San Agustín y hacia el resto del Valle de Juárez son las aguas residuales que fluyen a través del canal que atraviesa la localidad, le sigue en importancia el suelo regado con esta agua.
- Las aguas residuales y el suelo contaminado están asociados a infecciones intestinales, infecciones bacterianas (diarreas bacterianas y tifoidea), y a infecciones virales excretadas (que incluyen diarreas ocasionadas por rotavirus y hepatitis A).
- Los grupos de riesgo lo constituyen en primer lugar los agricultores, ya que son ellos los que están en contacto directo con el suelo contaminado y permanecen mayor tiempo en las tierras regadas con aguas negras. El segundo grupo de riesgo son los niños, ya que según los resultados de la encuesta acostumbran jugar en las tierras de cultivos, y por último las amas de casa y el resto de la población forman el tercer grupo de riesgo. Las amas de casa son susceptibles de contaminación debido a la convivencia diaria con los agricultores y los niños.

## 9. Evaluación de riesgo relativo del sitio

Los resultados de la evaluación de riesgo a las preguntas del censo-encuesta se presentan en la tabla 4; obtenidos de acuerdo a la clasificación de riesgo por factor de saneamiento que se indica en la tabla 2.

**Matriz de evaluación de riesgo a la salud.**

<b>I. DISPOSICIÓN Y USO DE AGUA</b>							
Descripción	Casos	Valor asignado		f(+)	f(-)	Riesgo	
<b>¿Cómo se obtiene el agua de la casa?</b>							
1. Por tubería	118	100	11800	12900		Bajo	100%
2. Pozo	11	100	1100				
3. Pipa	0	50	0				
4. Garrafón	3	0	0				
5. Otros	0	-100	0				
<b>¿Le da algún tratamiento al agua que toman?</b>							
1. La hierva	20	100	2000	6100		Bajo	46.21%
2. Le pone cloro	32	100	3200				
3. La filtra	7	100	700				
4. Le pone gotas o pastillas	2	100	200				
5. Ninguno	71	-100	-7100		-7100	Muy alto	53.79%
<b>¿En qué almacena el agua que toman?</b>							
1. En ollas	27	-100	-2700	6400		Bajo	48.48%
2. En garrafones	39	-100	-3900				
3. En tambos	2	-100	-200				
4. No la almacena	64	100	6400				
<b>Si usa hielo para enfriar lo que toma. De dónde saca el hielo?</b>							
1. Lo hace en su refrigerador	118	-100	-11800	1400		Bajo	10.60%
2. Lo compra en barra	2	100	200				
3. Lo compra en bolsa	12	100	1200				
<b>¿En temporada de calor hay moyotes por el canal de aguas negras?</b>							
1. Muchos	104	-100	-10400	100		Moderado	0.76%
2. Mas o menos	21	-100	-2100				
3. Pocos, casi nada	6	-100	-600				
4. No hay	1	100	100				

<b>II. EXCRETAS</b>							
Descripción	Casos	Valor asignado		f(+)	f(-)	Riesgo	
<b>¿Qué tipo de W.C. tiene la casa?</b>							
1. Escusado con drenaje	7	100	7000	19200		Bajo	98.46%
2. Fosa séptica	86	100	8600				
3. Letrina	36	100	3600				
4. No tiene ninguno	3	-100	-300		-300	Muy alto	1.54%
<b>¿El baño está dentro de la casa?</b>							
1. Sí	87	100	8700	8700		Bajo	65.90%
2. No	45	-100	-4500		-4500	Muy alto	34.10%

<b>III. RESIDUOS SÓLIDOS</b>							
Descripción	Casos	Valor asignado		f(+)	f(-)	Riesgo	
<b>¿Qué hace con la basura?</b>							
1. La quema	16	50	800	11350		Bajo	93.18%
2. La entierra	3	50	150				
3. La recoge el camión	104	100	10400				
4. La tira en el monte	9	-100	-900		-900	Muy alto	6.82%

IV. EDUCACIÓN SANITARIA							
Descripción	Casos	Valor asignado	f(+)	f(-)	Riesgo		
<b>¿Acostumbra a lavarse las manos antes de comer?</b>							
1. Si	131	100	13100	13100		Bajo	99.24%
2. No	1	-100	-100		-100	Moderado	0.76%
<b>¿Acostumbra a lavarse las manos después de ir al baño?</b>							
1. Si	128	100	12800	12800		Bajo	96.97%
2. No	4	-100	-400		-400	Muy alto	3.03%
<b>¿Come verduras crudas?</b>							
1. No	55	100	5500	5500		Bajo	41.67%
2. Sí	77	-100	-7700		-7700	Muy alto	58.33%
<b>¿Le da algún tratamiento a las verduras antes de comérselas?</b>							
1. Las enjuaga con agua	94	-100	-9400	2700		Bajo	20.45%
2. Las lava con agua y jabón	11	100	1100				
3. Les pone cloro y agua	16	100	1600				
4. Ninguno	11	-100	-1100		-10500	Muy alto	79.55%
<b>¿De qué material es el piso de su casa?</b>							
1. Tierra	1	-100	-100	13100		Bajo	99.24%
2. Ladrillo	0	50	0				
3. Mosaico	6	100	600				
4. Cemento	123	100	12300				
5. Otro	2	100	200		-200	Alto	0.76%
<b>¿Tiene animales en su casa?</b>							
1. No	30	100	3000	5550		Bajo	53.03%
2. Perros	50	-100	-5000				
3. Gatos	12	-100	-1200				
4. Aves (gallinas, palomas)	29	50	1450				
5. Otros	11	100	1100		-6200	Muy alto	46.97%
<b>¿Sabe usted que el canal de riego conduce aguas negras de Ciudad Juárez?</b>							
1. Sí	121	100	12100	12100		Bajo	91.67%
2. No	11	-100	-1100		-1100	Muy alto	8.33%
<b>¿Representa para usted un riesgo a la salud el canal de riego?</b>							
1. Sí	127	100	12700	12700		Bajo	96.21%
2. No	5	-100	-500		-500	Muy alto	3.79%
<b>¿Es común que los niños jueguen en los sembradíos o que usted camine por los campos de cultivo?</b>							
1. No	80	100	8000	8000		Bajo	60.60%
2. Sí	52	-100	-5200		-5200	Muy alto	39.40%

V. SALUD							
Descripción	Casos	Valor asignado	f(+)	f(-)	Riesgo		
<b>¿Cuándo fue la última vez que alguna persona de la casa se enfermó del estómago?</b>							
1. En esta semana	12	-100	-1200	5000		Bajo	37.88%
2. La semana pasada	11	-100	-1100				
3. Hace dos semanas	9	-100	-900				
4. En agosto con los calores	50	-100	-5000				
5. No se enfermó	50	100	5000		-8200	Muy alto	62.12%
<b>¿Cuántas personas trabajan en actividades del campo como la labor, la pizca, el riego, los establos, etc?</b>							
1. Una	31	50	1550	10150		Bajo	96.21%
2. Dos	10	-100	-1000				
3. Más de dos	5	-100	-500				
5. Ninguna	86	100	8600				
					-1500	Muy alto	3.79%

### **9.1. Agua.**

El 100% de la población presentó riesgo bajo, ello implica que la obtención del agua se realiza ya sea por tubería o pozo. El 53.79% riesgo muy alto lo que indica que no le dan algún tratamiento al agua que toman, el 51.52% riesgo muy alto, esto es, almacenan el agua que toman en ollas, garrafones o tambos. El 89.40% hace su hielo en el refrigerador y representa un riesgo muy alto. El 99.24% riesgo muy alto, es decir, en temporada de calor hay muchos mosquitos por la presencia del canal de aguas negras.

### **9.2. Excretas.**

El 98.46% de los encuestados presentan riesgo bajo en cuanto al tipo de disposición de excretas con el que cuenta la vivienda, esto quiere decir que poseen un sistema de letrina o fosa séptica, sin embargo existe un 1.54% de la población con riesgo muy alto, es decir, carecen de algún tipo de disposición de excretas lo que implica que sus necesidades las hacen a cielo abierto. Por otra parte, en riesgo muy alto se encontró un 34.10% de las familias, por lo que se infiere que el baño está fuera de la vivienda.

### **9.3. Residuos sólidos.**

El 93.18% presentó riesgo bajo, es decir, la comunidad cuenta con servicio de recolección domiciliario, mientras que el 6.82% con riesgo muy alto, realiza su disposición de basura a cielo abierto.

### **9.4. Educación sanitaria.**

En riesgo bajo se clasificó al 99.24% de las familias lo cual significa que se lavan las manos antes de comer, mientras que el 96.97%, también en riesgo bajo, acostumbran lavarse las manos después de ir al baño.

El 58.33% de la población en riesgo muy alto, consumen verduras crudas de las cuales solo el 20.45% (con riesgo bajo) le da un tratamiento a las verduras antes de comerlas, como lavarlas con agua y jabón o ponerle cloro para desinfectarlas. El 79.55% restante presenta riesgo muy alto indicando que no le dan ningún tratamiento a las verduras antes de comerlas.

En riesgo bajo se encuentra el 99.24% de los encuestados en lo que a tipo de material del piso de la vivienda se refiere, es decir, se cuenta con pisos de cemento o mosaico. Por otra parte, el 46.97% con riesgo alto, cuenta con animales en su casa como gatos o perros.

El 8.33% de las familias presentó riesgo muy alto, lo cual quiere decir que no saben que el canal de riego conduce aguas negras de Ciudad Juárez, el 3.79% con riesgo muy alto opina que el canal de aguas negras no representa un riesgo para la salud y en riesgo muy alto el 39.40% permite que sus niños jueguen en los sembradíos o que ellos tengan por costumbre caminar por las tierras de cultivo.

### **9.5. Salud.**

Muy alto fue el riesgo encontrado en la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, el 62.12% del total encuestados enfermó del estómago ya sea durante la semana de aplicación de la encuesta, una semana antes o en agosto con los calores. Aunado a esto, el 3.79% de las familias (riesgo muy alto) cuenta con dos o más trabajadores en las actividades del campo, como la labor, la pizca, el riego o en los establos.

## **CONCLUSIONES**

El canal de aguas negras que cruza la población de San Agustín es un factor alto de riesgo en la prevalencia de enfermedades gastrointestinales debido a que conduce aguas contaminadas con bacterias patógenas, parásitos intestinales y metales pesados (de acuerdo a estudios previos desarrollados) en la zona y a su extrema cercanía con las viviendas de la localidad.

Los principales grupos de riesgo lo constituyen los trabajadores del campo debido al contacto directo con el suelo contaminado. El segundo grupo de riesgo corresponde a los niños ya que acostumbran jugar en los campos de cultivo.

Las rutas principales de contaminación en San Agustín son las aguas residuales que conduce el canal, el suelo contaminado, el aire que moviliza las partículas contaminadas y por último la ruta animales de cría.

Las condiciones meteorológicas y las características ambientales influyen fuertemente en la diseminación de las enfermedades.

De acuerdo al perfil de saneamiento básico del lugar: los hábitos de higiene, la falta de saneamiento básico, las costumbres de siembra y la calidad del agua residual influyen en el riesgo a la salud de los pobladores.

Existe una falta de conciencia por parte de los agricultores y sus familiares acerca de los problemas de contaminación que contempla el suelo contaminado, ya que permiten que los niños jueguen en los sembradíos. Por otra parte se carece de medidas sanitarias para la manipulación adecuada de los cultivos y así evitar la contaminación.

La población de San Agustín requiere de asesoría en aspecto de disposición de excretas, abastecimiento de agua potable y prácticas agrícolas que contribuyan a la disminución del riesgo de contaminación.

Existe una asociación entre el uso de las aguas residuales no tratadas y la prevalencia de enfermedades gastrointestinales que se presentan en la población de San Agustín.

San Agustín y las otras localidades expuestas en el Valle de Juárez constituyen un riesgo a la salud pública y requieren de medidas de remediación inmediata.

### RECOMENDACIONES

- Promover la concientización y participación de los habitantes en aspectos relacionados con la minimización de riesgos de infección de la población.
- Las aguas residuales destinadas al riego de productos agrícolas deberán ser sometidas a un mejor tratamiento que el actual, para que se garantice la ausencia de microorganismos patógenos.
- El uso de aguas residuales debe estar precedida por la educación de los agricultores en aspectos del manejo de en forma adecuada y prácticas agrícolas que contribuyan a la disminución del riesgo de contaminación.
- En la localidad de San Agustín se debe llevar a cabo una Remediación del sitio.
- Los sectores o entidades responsables deben registrar y controlar la calidad de las aguas residuales y de los productos agrícolas. El programa de vigilancia y control debe ser integral, involucrando desde el tratamiento de las aguas residuales, cultivo, cosecha, transporte y comercialización de los productos agrícolas, para todas las localidades expuestas en el Valle de Juárez

### REFERENCIAS

- ATSDR. 1991. Health Assessment Methodology. USA. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry.
- CEPIS. 1990. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de las aguas residuales en la agricultura. Vol. 1. Lima, Perú.
- CEPIS. 1995. Uso de aguas residuales. Perú: Cepis; Repindex 53
- CNA. 1995. Subdirección General del Distrito de Riego 009, Valle de Juárez. Plano de tipos de Suelos.
- CNA. 2000. Entrevista personal con el Sr. Ramón Grijalva
- Garza, V., et. al. 1999a "Aire y el suelo en el agua". Ciencia de la Frontera Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ. México. P 51.
- Garza, V., et. al. 1999b. Evaluación de riesgo a la salud en la comunidad de Loma Blanca (Distrito de Riego 009), por exposición de aguas residuales no tratadas. Tesis doctoral. No Publicada.
- IMIP. 2000. Resultados obtenidos de la encuesta socioeconómica del Valle de Juárez. Instituto Municipal de Investigación y planeación.
- INEGI. 1990-1991. Datos por Ejido Comunidad Agraria. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. VII Censo Agropecuario, 1991.
- INEGI. 1995. Juárez Estado de Chihuahua, cuaderno estadístico municipal. P 9.
- Lemus, R. 1999. Abastecimiento de sistemas de Agua Potable en Ciudad Juárez, 1926-1968. Tesis para obtener el grado de Maestría.
- Martínez, J., et. al. 1998. Salvemos la Acequias. La vida del campo dentro de Ciudad Juárez como patrimonio cultural y ambiental. Meridiano editores. México. ISBN: 970-91288-4-1. P. 37.

- Medina, G., Rincones, M. y D'Suzze. 1995. Incidencia del Saneamiento en la presencia de enfermedades diarreicas en niños menores de cinco años. AIDS. Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental No.19. Abril 1995. P 34-41.
- NOM-048SSA1-1993. (1995.) Norma oficial mexicana que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud; como consecuencia de agentes ambientales.
- Pérez, J. 1989. "Evaluación del rendimiento y calidad de algodónero sometido al efecto de 8 factores en el Valle de Juárez, Chih., utilizando un arreglo ortogonal L16. P 9.
- Reid, R. 1994. "Freshwater supply in Latin America and the Caribbean a quest for better resource management". Panamerican Health Regional Office of the World Health Organization. P 1, 2.
- Robles, F. 2000. Encargado de la Biblioteca-Museo de San Agustín. Entrevista personal.
- SARH. 1989. "Logros de la investigación agropecuaria en el área de influencia del campo experimental Valle de Juárez." México. P 7.
- SARH. 1990. "Investigación agropecuaria en el campo experimental Valle de Juárez". Praxedis G. Guerrero, Chihuahua, México. Publicación especial No.8. P 18.



**San Agustín Valdivia. Frontera México – Estados Unidos.**



## Origen y Evolución de los Géneros: ¿Conflicto o Cooperación?

Ph.D. Mohammad Badii Zabeh<sup>1</sup>

**Resumen.** Se hace una revisión de conceptos en relación con el cortejo y la selección sexual, poniendo énfasis en la naturaleza conflictiva, y no cooperativa de este fenómeno. Se estudia el origen de la hembra y el macho en diferentes tipos de organismos en término de su contribución en la creación de nuevas generaciones. Se ilustra la escasez del sexo femenina desde su origen como un recurso vital para la procreación de las descendientes. Se considera el papel del cortejo y la competencia local para la pareja. Finalmente, se reconsidera la noción de la selección sexual bajo los nuevos paradigmas.

### Introducción

Los ecólogos anteriormente veían al cortejo y la copulación como eventos armónicos en donde las hembras y los machos cooperan para propagar sus respectivos genes. Hay que admitir que algunos animales no son del todo cooperativos en cuanto a estos esquemas; por ejemplo, las hembras de *Mantis religiosa* consumen frecuentemente a su pareja macho durante la cópula. Sin embargo, en término general, se considera al cortejo como un fenómeno que sirve para algunas funciones de común interés para las hembras y los machos; por ejemplo: 1) sincroniza el interés sexual en ambos sexos, y 2) establece una unión común de pareja que permite la identificación correcta de la especie.

La noción de la armonía ya no esta aceptada y, por tanto, se pone más énfasis en la idea de que hay un conflicto de interés entre la hembra y el macho durante el cortejo y la cópula (Maynard Smith y Price, 1973). Se considera la selección sexual como un intento muy tenso en donde cada sexo se trata de maximizar su éxito en propagar su propio gen. Los dos sexos cooperan porque ambos pasan sus genes por medio de la misma progenie y por tanto cada sexo tiene un 50% de interés y riesgo en la sobrevivencia de la progenie. Sin embargo, los dos sexos tienen conflicto en: 1) la selección de una

pareja adecuada, 2) en proveer alimento al cigoto, y 3) correr con el cuidado del producto (huevo y/o infante). El resultado de este conflicto sexual es una explotación de la pareja más que una cooperación mutua (Hamilton, 1980; Trivers, 1974). Para comprender la razón de considerar la reproducción sexual de esta manera, tenemos que empezar con el principio de la diferencia fundamental entre la hembra y el macho.

### Las hipótesis sobre las ventajas de la reproducción sexual

Varias hipótesis (PBS, 2004) han sido propuestos para explicar la ventaja de la selección sexual sobre la reproducción asexual, y incluso, ¿porqué existe la selección sexual en primer lugar? Por muchos años, todos los investigadores del tema aceptaban la idea de que el sexo es bueno para la evolución debido a que genera variedad genética y, por tanto, es bueno para la noción de la adaptación de los individuos a los ambientes naturales siempre cambiantes y desafiantes. Sin embargo, actualmente hay dos corrientes de pensamiento sobre este asunto. La primera hipótesis, denominada "*la hipótesis de la mutación detrimental*", indica lo siguiente: en una población asexual, cada vez que un individuo muere debido a la mutación, la mutación también muere con el individuo. En el caso de una población sexual, algunos individuos poseen pocas y otros poseen muchas mutaciones. En estas poblaciones, cuando mueren los individuos con muchas mutaciones, entonces el sexo purga las clases de las mutaciones, y debido a que la mayoría de las mutaciones son malignas, entonces, esto le da una ventaja grande a la población sexual.

La segunda corriente propone el siguiente argumento: ¿por qué eliminar las mutaciones de esta manera en lugar de corregir muchas de ellas? Los proponentes de esta hipótesis tienen una explicación ingeniosa de manera siguiente: Evolutivamente, sería más económico permitir la presencia de algunas mutaciones (errores) y eliminarlas después. Solamente el costo de este trabajo aumenta muy fuertemente a medida que uno se acerca a la perfección. Según esta hipótesis, aunque el sexo juega un papel en el purgar las mutaciones, sin embargo, no explica porqué el sexo persiste. Este argumento esta respaldado por la noción de que la tasa de las mutaciones deletarias es cerca de uno por individuo por generación, entonces, las poblaciones sexuales inevitablemente deben ser extintas debido a la productividad mayor del clon, al menos que la

<sup>1</sup> Miembro del SNI. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL, AP. 391, San Nicolás, N. L., 66450, [mhbadii@yahoo.com.mx](mailto:mhbadii@yahoo.com.mx)

desventaja genética del clon pueda aparecer en justo tiempo. De aquí nace la hipótesis que explica este escenario, es decir **“la hipótesis de la reina de corazón”** que viene del cuento de “Alicia en la tierra de las maravillas”, en donde la reina dice a Alicia: corre todo lo que puedas para mantenerte en el mismo espacio. En otras palabras, hay que mudar constantemente para poder adaptarse a un ambiente siempre cambiante. Este ciclo evolutivo “sin fin”, describe a la mayoría de las interacciones naturales entre las enfermedades y los huéspedes, o entre los depredadores y sus presas. Según esta hipótesis, el sexo (diferentes géneros) es necesario para combatir las enfermedades.

En un ambiente uniforme, es obvio que la población asexual tiene mejor adaptación, mientras que en los ambientes heterogéneos, las poblaciones sexuales tienen la ventaja para la sobrevivencia y la reproducción. Además, es también obvio que en un concurso entre la reproducción sexual y asexual, siempre gana la asexual. Esto se debe a que la reproducción asexual es más sencilla y, por tanto, garantiza el traslado de los genes a los descendientes. Más sin embargo, en los ambientes heterogéneos, con la presencia de los adversarios (parásitos, patógenos, depredadores, competidores, etc.) la reproducción sexual será la ganadora. Además, en contraste con las especies asexuales, las especies sexuales retienen los genes desfavorables para el uso en el futuro. La esencia del sexo es que permite el almacenaje de los genes que en el presente son malos pero que tienen promesa para ser útiles en el futuro. El sexo, continuamente prueba estos genes en diferentes combinaciones, esperando con el tiempo que el enfoque de la desventaja haya desaparecido.

### Hembra y macho

La reproducción sexual significa la formación de gametos vía meiosis por cada sexo, y la fusión o la unión del material genético de ambas parejas para formar un cigoto o producto: esto involucra a los dos sexos denominados hembra y macho (Wilson, 1975). En los animales evolutivamente avanzados, se distinguen los dos sexos fácilmente por sus características externas, como los genitales, el tamaño del cuerpo, color, pelo (seda, pluma), etc. Sin embargo, estos no son las diferencias fundamentales entre los dos sexos. En todos los animales y plantas la diferencia básica entre los dos sexos es el tamaño de sus gametos: las hembras producen gametos (óvulos) grandes, inmóviles y llenos de alimento que ayuda al desarrollo del cigoto, mientras que los machos generan gametos (espermias) muy pequeños, móviles y sin nada de alimento. Con excepción de los

protistas (paramecium, por ejemplo) en donde los gametos de los dos sexos son del mismo tamaño (reproducción isogámica), en el resto de los organismos multicelulares existen gametos de diferentes tamaños (reproducción anisogámica). Debido a que las hembras, en comparación con los machos, invierten mucho más en la unión sexual en virtud del aprovisionamiento de alimento para el cigoto y el subsiguiente cuidado del producto, entonces ésta asimetría (Reeve y Keller, 1996) trae consecuencias tremendas en la conducta sexual, de tal modo que la conducta del cortejo y la cópula esta dirigida principalmente hacia la “competencia entre los machos para adquirir la pareja” y la “explotación de la hembra” por el macho (Hamilton, 1980).

### Las hembras como un recurso escaso

La reproducción sexual anisogámica involucra parasitar un óvulo grande por una espermia muy chiquita (Hamilton, 1980). En término relativo, por ejemplo, en el caso del hombre, las hembras producen muy pocos óvulos (480 durante toda su vida sexual) en comparación con los machos (20 millones diariamente durante casi toda su vida). Debido a esto, los machos pueden fertilizar los óvulos a una tasa mucho más rápida que la tasa de la producción de éstos óvulos. Para darse cuenta de la magnitud de ésta diferencia, cinco mililitros del semen de un hombre contiene suficiente espermias para fertilizar a casi 500 millones de mujeres. Debido a este punto, las hembras forman un recurso escaso para el cual los machos tienen que competir, ya que un macho solamente puede incrementar su éxito reproductivo vía encontrar y fertilizar muchas diferentes hembras, mientras que una hembra puede hacer esto vía convertir el alimento del óvulo en progenie a una tasa más rápida que, por supuesto, está restringida por el tiempo de la gestación (nueve meses en el caso del humano, por ejemplo).

Una mujer normalmente gasta nueve meses en gestar un hijo, mientras que durante este período, un hombre puede fertilizar miles de hembras. Por ejemplo en el caso de dos especies mamíferos como el hombre y el elefante marino, podemos observar la diferencia en la capacidad reproductiva entre el macho y la hembra (Tabla 1)

Tabla 1. Número de progenies producidas por vida por cada sexo (Wilson, 1975).

Especie	Máximo # de progenie / vida	
	Por macho	Por hembra
Elefante marino	200	15
Humano*	888	69

\* El caso del humano se refiere al emperador Marrueco Moulay Ismael.

La suma de los recursos que un animal utiliza en la reproducción, se denomina esfuerzo reproductivo (ER) (Hamilton, 1967), y se divide en dos partes: 1) el cuidado de las progenies (CP), y 2) el esfuerzo de la cópula para adquirir pareja (EC). En término general, las hembras invierten mayor proporción de ER en CP, mientras que, los machos en EC. Además, la diferencia en EC entre los animales depende en especies, mientras que, la diferencia en CP radica en las variaciones de los sistemas de cópula. Por ejemplo, en los organismos monógamos, tanto la hembra como el macho dividen el ER en forma equitativa, contrario de los sistemas polígamos en donde la hembra dedica más a CP y el macho más a EC (Alexander, 1974). La consecuencia de estas diferencias es que el macho posee un potencial reproductivo más alto que la hembra y está bajo una selección muy fuerte en ser bueno en la búsqueda de la pareja y también por la competencia con otros machos para adquirir las hembras. Obviamente, la consecuencia genética y evolutiva para un macho exitoso en este contexto es enorme y por tanto, hay que tomar en cuenta estas ideas, cuando se considera la conducta reproductiva del macho.

### Porcentaje sexual

¿Si un macho (M), puede copular y fertilizar, por ejemplo, 20 hembras (H), entonces, porqué no generar un porcentaje sexual de 1M:20H? Es claro que con esta razón o radio sexual a favor de la hembra, el porcentaje será diferente de la razón sexual usual de 1M:1H, ya que hay muchos óvulos alrededor para fertilizar. Sin embargo, en la naturaleza, la razón sexual es muy cerca de 1M:1H, aún cuando los machos todo lo que hacen o se dedican a hacer es tratar de fertilizar a las hembras y nada más. En este contexto, hay que considerar la adaptación no por el bien de la población (selección en grupo, Wynne-Edwards, 1986), sino por el bien del individuo o el gen (individuo o gen egoísta, Dawkins, 1989). Fisher (1930), en su trabajo clásico, notó que esta razón de 1M:1H se puede explicar en término de la selección sexual actuando sobre el individuo.

Vamos a suponer que en una población hay 20 hembras para cada macho; entonces, el éxito reproductivo de cada macho es 20 veces el éxito reproductivo de cada hembra y, por consecuencia, un padre que tiene solamente hijos varones es capaz de tener 20 veces más nietos comparando con un padre que posee principalmente hijas. Un radio o razón sexual a favor de la hembra (1M:20H, en este caso)

no es evolutivamente estable, ya que un gen que ocasiona que los padres sesguen el radio sexual hacia la producción de más varones se va a dispersar y extender rápidamente en la población y como resultado, el radio sexual gradualmente cambiaría hacia mayor proporción de machos en comparación con el radio sexual inicial de 1M:20H (Hamilton, 1967).

Ahora suponemos una situación opuesta a la anterior, en donde tenemos un radio sexual de 20M:1H. En esta situación, un padre que produce sólo hijas va a tener ventajas debido a que una esperma solo puede fertilizar un óvulo, entonces, solamente uno de cada 20 machos puede contribuir con genes a cada progenie y como consecuencias, las hembras, en término promedio, tendrán 20 veces más éxito reproductivo que los machos. Por tanto, un radio sexual sesgado a favor del macho tampoco es estable evolutivamente.

La conclusión de estos dos ejemplos es que el sexo escaso en términos numéricos, siempre va a tener ventajas y los padres que se van a concentrar a producir el sexo escaso van a tener la selección a su favor. *Solamente* cuando el radio sexual es 1:1, el éxito reproductivo esperado de un macho será igual al de una hembra y la población va a ser estable en término del porcentaje sexual. Hay que notar que aún un sesgo muy chiquito en el radio sexual, va a favorecer al sexo escaso, es decir, por ejemplo, en una población de 51 hembras y 49 machos, cuando una hembra tiene una progenie, un macho tendrá 51/49 progenies, en otras palabras, otra vez la selección favorece al sexo escaso.

El argumento que el radio sexual estable es 1:1 se puede refinar en término de la inversión de los recursos (Maynard Smith, 1977). Vamos a suponer que producir un hijo cuesta el doble para los padres que producir una hija. Cuando el radio sexual es 1:1 un hijo tiene el mismo número de los descendientes que una hija, pero debido a la diferencia del costo de producción arriba mencionado, producir hijos constituye una mala inversión por los padres y, por tanto, es más beneficioso para los padres en concentrarse en hacer hijas. Cuando esto sucede, el éxito reproductivo esperado del hijo va a aumentar hasta llegar a un radio de producción 2H:1M, es decir cada hijo produce dos veces progenie que cada hija y, a este preciso punto de radio sexual, los hijos y las hijas tienen exactamente igual resultado reproductivo por la unidad de inversión, ya que un hijo cuesta dos veces producir, pero, da dos veces más resultado.

Todo este escenario demuestra que cuando hay una diferencia en el costo de producir más hijos que

hijas, la estrategia evolutiva estable (EEE) para los padres, sería la inversión equitativa de los recursos en la producción de la progenie, con la consecuente alteración del radio 1:1 para compensar el déficit del costo de la inversión (Maynard Smith y Price, 1973). Según estos autores la estrategia evolutiva estable (EEE) es aquella estrategia que la población adopta y que por su virtud de estabilidad es inmune a la invasión de cualquier estrategia mutante, en otras palabras, tratar de escapar a esta estrategia es dañino en términos de costo-beneficio para quien lo intenta. En resumen, producir un hijo cuesta dos veces más que producir una hija, pero un hijo produce dos veces más progenie que una hija y allí tenemos la compensación de costo-beneficio.

### **La competencia local para la pareja (CLP)**

La teoría de Fisher predice diferentes resultados cuando los hermanos compiten entre sí por la pareja. Esta situación se denomina “la competencia local para la pareja = CLP” (Hamilton, 1967), lo cual sucede entre muchos invertebrados de distribución muy agregada y poca movilidad. Suponemos que dos hijos varones tienen una sola oportunidad de cópula y ambos están compitiendo por la misma pareja. En la presente situación, sólo uno de estos hermanos va a tener éxito en la cópula y a los ojos de su madre uno de los hijos está perdido y, por tanto, le conviene a la madre invertir en la producción de mayor proporción de hijas y no de hijos. Obviamente este sesgo de inversión hacia la producción está limitado por la intensidad de la competencia local para la pareja (CLP). La competencia va a ser más intensa cuando la capacidad de la dispersión está reducida y, por tanto, va a haber mucha consanguinidad.

En el caso de la consanguinidad, la madre “sabe” que todas las hijas van a estar fertilizadas por los hijos, y por tanto, la mejor estrategia que la madre puede adoptar en esta situación sería producir solamente suficiente hijos para que fertilicen todas las hijas, ya que una producción mayor de hijos traduce en la pérdida de los recursos.

La diferencia fundamental entre el radio sexual de 1:1 con el radio sesgado del caso de CLP, es que: 1) el radio sexual local es independiente del resto de la metapoblación (Badii et al, 1999), y 2) el radio sesgado a favor de la hembra no ocasiona que, en esta situación, las madres produzcan más hijos del sexo escaso.

### **Selección sexual (SS)**

La combinación de dimorfismo y el radio sexual 1:1 significa que los machos compiten por las hembras. La ventaja para el éxito del macho es muy alta y debido a esto, los machos están bajo una presión de la selección por adquirir más hembras. Este tipo de la selección, se denomina selección sexual y funciona de dos maneras: 1) el favorecer la capacidad del macho para competir directamente (por ejemplo, mediante peleas) entre sí para fertilizar la hembra, este tipo de SS se denominan la selección sexual intraespecífica, 2) el favorecer las características del macho que atrae a las hembras, este tipo de SS se denominan la selección sexual interespecífica.

Normalmente, el 1 y 2 actúan al mismo tiempo. La intensidad de SS depende en el grado de la competencia por la pareja, y este a su vez varía dependiendo de los dos siguientes factores: 1) la diferencia entre el cuidado de la progenie (CP) entre los dos sexos, y 2) el radio sexual disponible en cada momento, denominado el radio sexual operacional.

Cuando el CP está dividido de manera igual entre los dos sexos, como en el caso de los animales monógamos, como los gansos, la SS es menos intensa y viceversa. Cuando igual número de los machos y hembras llegan al estado reproductivo, hay menor probabilidad de encontrar hembras que no están atendidas y por tanto, la SS es menos intensa (poca competencia); en cambio, cuando es redituable competir, como el caso de pocos machos y mayor número de hembras, entonces, la SS tiene un mayor intensidad.

### **La significancia de cortejo**

Se pueden interpretar algunos aspectos de cortejo en término de SS y conflicto sexual. Muchas de las señales de cortejo están diseñadas para: 1) la identificación correcta de la especie, lo cual beneficia a ambos sexos, 2) la competencia o la repelencia de otro macho y la atracción de la hembra, y 3) en las especies que el macho participa en el CP, los señales de cortejo sirven para que la hembra estime la capacidad del macho en el CP y a la vez el macho va a detectar si la hembra ha sido fertilizado previamente (Maynard Smith, 1994). En el caso de las aves y los peces, se ha visto que al inicio del cortejo el macho es agresivo y la hembra es indiferente y tímida, entonces, el cortejo en este caso sirve para despertar el interés de la otra pareja. Una posible explicación del por qué es necesario vencer la agresión y la indiferencia, es que en el acto de cortejo ambos sexos están “calculando” la situación

y el mérito de su pareja antes de invertir en la progenie.

### Conclusión

La esencia de la reproducción sexual es el conflicto. La diferencia fundamental entre ambos sexos radica en el tamaño de los gametos; los machos producen gametos chicos que se les puede considerar como los parásitos de los óvulos de la hembra. Debido a que la esperma es tan abundante y por tanto barata, los machos solamente pueden incrementar su éxito sexual por medio de aparear y fertilizar mayor número de hembras. Las hembras solamente pueden aumentar su éxito sexual vía producción de progenie a una tasa más rápida. Las hembras constituyen un recurso escaso para el cual los machos compiten y la mayor parte del cortejo del macho se puede entender en término de la competencia para seleccionar parejas buenas en término de recurso o genes.

La estrategia evolutiva estable (EEE) en el porcentaje sexual depende de si el apareamiento es aleatorio (con un radio sexual equitativo de 1H:1M) o existe una situación de competencia local entre los machos por la hembra (con un radio sexual sesgado). A veces la ley general de la inversión de los recursos en la selección sexual está invertida, es decir, el macho es el principal inversionista; por ejemplo, en el caso de algunos anfibios, aves, peces y artrópodos, se divide el cuidado del producto (CP) y esfuerzo del cortejo (EC) de manera igual entre ambos sexos. Por tanto, en estos casos, el cortejo sirve para estimar si el macho puede invertir recursos en sus hijos con seguridad. Por ejemplo, en algunos aves (*Streptopelia risoria*, Pterodidae), el macho ataca a la hembra en lugar de cortejarla, y si ella demuestra una postura baja (un estado avanzado de cortejo) muy pronto, entonces, esto significa que ella ya fue previamente inseminada por otro macho. Por tanto, lo que esta haciendo el macho es asegurarse si él va a

ser el verdadero padre del hijo o se trata de una hembra tramposa.

### Referencias

- Alexander, R. D. 1974. The evolution of social behavior. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 325-383.
- Badii, M. H., A. E. Flores, H. Quiróz y R. Foroughbakhch. 1999. Matapoblación: teoría y aplicación. *CiENCiA UANL*, 2(2): 133-140.
- Dawkins, R. 1989. *The Selfish Gene*. OxfordUniversity Press, Oxford.
- Fisher, R. A. 1930. *The Genetical Theory of Natural selection*. Clarendon, Oxford.
- Hamilton, W. D. 1967. Extraordinary sex ratios. *Science*, 156: 477-488.
- Hamilton, W. D. 1980. Sex vesus non-sex versus parasite. *Oikos* 35: 282-290.
- Maynard Smith, J. 1977. Parental investment: a prospective analysis. *Anim. Behav.* 25: 1-9.
- Maynard Smith, J. 1994. Must reliable signals be costly? *Anim. Behav.* 74: 1115-1120.
- Maynard Smith, J. and G. A. Price. 1973. The logic of animal conflict. *Nature*, 246: 15-18.
- Reeve, H. K. and L. Keller. 1996. Relatedness asymmetry and reproductive sharing in animal societies. *Am. Nat.* 148: 764-769.
- Trivers, R. L. 1974. Parent-offspring conflict. *Am. Zool.* 14: 249-264.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology*. Harvard University press, Cambridge.
- Wynne-Edwards, V. C. 1986. *Evolution Through Group selection*. Blackwell, Oxford.
- Public Broadcasting Service. [www.pbs.org](http://www.pbs.org). 2004.

En esta ocasión la columna se enfoca en un término conocido dentro de cualquier proceso industrial: “**Las Pruebas**”. Los productos basados en software no escapan de ser susceptibles de ser probados. De hecho, es bien conocido que la prueba es una de las herramientas para asegurar la calidad de un producto.

Sin embargo, la naturaleza del software, intangible y no-degradable, impone ciertas restricciones a lo que podemos y debemos probar. Cuando hablamos de que el software es intangible nos referimos al hecho de que el software es un producto lógico, no es un producto físico. Así mismo, el software es un producto que no sufre deterioro con el tiempo, es decir, que no se degrada como otro tipo de productos como son las llantas, los motores, etc.

Estas propiedades nos llevan a pensar de qué manera pudiéramos probar el software. De hecho, la literatura menciona dos grupos o clasificaciones para las distintas estrategias de prueba: pruebas funcionales y pruebas-no-funcionales. La primera, las pruebas funcionales, se refieren a toda actividad que nos permite determinar si un producto de software realiza las funciones de manera correcta, por ejemplo si el sistema calcula el impuesto adecuadamente, si imprime adecuadamente los reportes, etc. La segunda, las pruebas no-funcionales, se refieren a todas esas actividades que nos permiten determinar de qué manera responde el sistema bajo ciertas circunstancias operativas. Dentro de este rubro podemos encontrar pruebas relacionadas con el rendimiento, pruebas relacionadas con la seguridad, etc.

Una reflexión importante que surge después de leer estos primeros párrafos se relaciona con la cantidad de esfuerzo que debemos comprometer para probar en cualquier proyecto de desarrollo de un producto de software. Algunos autores citan porcentajes del esfuerzo (en pruebas) relacionados con el esfuerzo total del proyecto del orden del 40% al 60%. Para algunos estas cifras podrán parecer exageradas, pero desde el punto de vista de negocio permiten disminuir riesgos y aumentar las ganancias. Por ejemplo, un defecto encontrado durante la operación real del sistema puede costar casi la misma cantidad que se gastó en el proceso de pruebas. Esto nos lleva a pensar que actualmente los costes de calidad dependen en gran medida de los costes asociados para probar los productos.

De hecho, el negocio de la prueba de software (outsourcing) ha sido reconocido como un nicho estratégico para algunos estados dentro de sus planes de desarrollo tecnológico. El ejemplo más famoso se refiere al estado de Jalisco, donde se ha promovido la creación de empresas integradoras enfocadas a servicios de pruebas y se han establecido programas de capacitación para este rubro.

Dado que el porcentaje destinado para el proceso de pruebas es tan alto y se ha reconocido como un nicho de negocio, ¿qué tipo de perfil de especialización se requiere para dichos procesos?. Esto nos lleva a reflexionar si estamos produciendo técnicos y especialistas con los conocimientos adecuados para los procesos de prueba. Esto nos lleva a pensar qué tanto nuestros profesionistas conocen y entienden los procesos de prueba y su importancia.

Lamentablemente, los programas académicos relacionados con el desarrollo de sistemas de software no incorporan de manera clara y precisa aspectos relacionados con pruebas. Muchas veces los temas y habilidades de pruebas son diluidos dentro de cursos donde el tema se relaciona con la calidad y donde los modelos de referencia toman mayor importancia (CMM, CMMI, etc.). No quiero decir con esto que los modelos de referencia no sean importantes, sino que la cultura y conocimiento del dominio de pruebas deberá de tomar su lugar como otra tema de importancia (o curso) dentro del plan curricular.

Una ventaja más que proporciona el incluir de manera explícita el área de procesos de prueba dentro del plan curricular es el hecho de que es un dominio donde se integran muchos conocimientos dispersos, tales como el de estadística, diseño de experimentos, matemáticas discretas, programación, etc. El incluir dicha área de conocimiento y darle su debida importancia tendrá efectos a corto y largo plazo, de manera particular la calidad cobrará sentido en términos reales y cuantificables así como la calidad de los productos desarrollados por esta nueva generación de especialistas se verá mejorada significativamente y finalmente, México se volverá un competidor real dentro del mercado global para dar servicios de pruebas así como desarrollador de productos de alta calidad.

gpadilla@cimat.mx



## Ba'huí

### Reflexiones sobre el Agua (Pensamientos e imágenes)

Antes de que existieran los organismos en la Tierra, ha existido el agua. Si consideramos que nuestro planeta tiene mas o menos 4,500 millones de años, ¿debemos considerarle la misma edad al agua?; ella dependerá de las teorías que tratan de explicar su formación. Por cuestiones prácticas diremos que tiene 4,500 millones de años. Pero esto nos plantea otra pregunta: ¿cuántos miles de millones de años hace que se inició el reciclado del agua, fue simultáneo a su formación?, me refiero al ciclo hidrológico. Durante el proceso en el que la litósfera alcanzó su estado de equilibrio se dieron extraordinarios altibajos de la corteza terrestre: se hundieron continentes; migraron continentes; se elevaron continentes; se abrió el fondo oceánico para dar paso a los materiales volcánicos que habrían de formar nuevos continentes o extenderlos; se erosionaron grandes cadenas montañosas hasta quedar convertidas en arenas, carbonatos y arcillas que a su vez mediante complejos procesos de formación fueron alterados física, química y biológicamente hasta que regeneraron las grandes cadenas de montañas, todo esto como parte de un ciclo que aparentemente se ha detenido. Sin embargo, durante 4,500 millones de años el agua se ha mantenido inalterada y su composición sigue siendo la misma; ni los procesos en los que sirvió y sirve de base, tales como los de sedimentación, los volcánicos y en menor escala los metamórficos, han introducido elementos ajenos a su composición, por lo menos hasta hace un millón y medio de años en que se supone nació el hombre, evolucionando de aquellos primeros organismos, y que a la postre ha sido la más grande contaminación que el elemento haya tenido. Increíblemente desde la formación del planeta azul hasta la actualidad, algo que la naturaleza no hizo a través de los miles de millones de años de evolución, tan solo le tomó al hombre unos 100 años para introducir elementos ajenos a la composición del agua y alterar el ciclo hidrológico; así de grande es el poder del hombre, y a veces creemos que el poder de la naturaleza es colosal.

Y hablando del ciclo hidrológico, cabe preguntarse en qué medida la alteración de éste afecta a las corrientes de convección marinas responsables en gran medida del clima que padecemos o disfrutamos. Mares y océanos constituyen una capa

discontinua que denominamos hidrosfera y que al estar interrumpida por la emergencia de los continentes se divide en cinco partes que llamamos océanos que aparentemente se encuentran aislados, pero estudios científicos han podido demostrar que existe una corriente submarina que los conecta. Esto nos plantea otra pregunta: ¿el hecho de que los mares y océanos ocupen en su conjunto aproximadamente el 70 por ciento del área total del globo terrestre, significa que dispongamos de un uno ó dos por ciento del área de algún océano, en la que podamos acomodar la contaminación que genera un país o un continente sin causar ningún daño? Por supuesto que no. La contaminación no es el producto de una reacción ambiental, del tipo irreversible, (residuos radioactivos + profundidad del océano → problema en potencia alejado), como si se tratara de una cierta reacción química; de hecho es un producto totalmente reversible, y la fórmula de la reacción debería escribirse de otra forma, (residuos radioactivos + profundidad del océano ↔ bomba de tiempo), en lo particular me atrevería a denominarla la fórmula universal de la contaminación. Si queremos calcular la contaminación a nivel local, regional o nacional, sólo sustituimos los residuos radioactivos por el tipo de residuo que estamos desechando; ahora sustituimos la profundidad del océano por el tamaño del cuerpo de agua al que estamos descargando y listo tenemos nuestro producto que para todos los casos, es el mismo, una bomba de tiempo.

El hombre en su afán de progreso hace uso de su intelecto y desarrolla nuevas tecnologías prácticamente para lo que necesite, desde construir puentes hasta naves espaciales; tecnologías para explotar los minerales mas preciados en lo más recóndito de nuestro planeta, o tecnología para explorar el espacio sideral o las grandes profundidades del océano, su límite es su imaginación. Pero tiene un pequeño problema, esa imaginación, le concede un enorme poder, un poder para cambiar o alterar las cosas, sea en forma consciente o inconsciente, un poder que lo empuja a ir a la velocidad de su imaginación y soslaya la realidad en la que vive: pobreza, marginación, racismo, contaminación, esto sin considerar que además es poseedor de una reacción lenta, pero muy lenta para restaurar o restituir el daño que ha causado en su loca carrera por llegar al próximo siglo con adelantos que nos provean de una mejor calidad de vida.

Hemos de preguntarnos ¿a que nos referimos con una mejor calidad de vida?; ¿el por qué de esta insulsa carrera? La respuesta a cada una de estas preguntas depende del color del cristal con que se miran, según reza el refrán. Si le hacemos estas preguntas a un científico que diseña plantas de tratamiento de agua, con toda seguridad habrá de mostrar un alto grado de preocupación y mucho orgullo en lo que hace, centrando su alegato en la necesidad de limpiar la contaminación que otros producen porque el planeta tiene que sobrevivir esta crisis, obviamente su respuesta oculta la parte económica que conlleva la venta de cada planta y que le habrá de proporcionar una mejor calidad de vida Si le hacemos la misma pregunta a un astronauta, bueno pues él ya tiene una mejor calidad de vida e igualmente muestra un enorme orgullo en lo que hace y su alegato se centrará en la tecnología que el hombre necesita para explorar el universo y que por la vía de la ciencia a la práctica se producirá una transferencia de tecnología que se convertirá en aparatos de uso común que deben mejorar nuestra calidad de vida, y hay que admitir que con relación al agua ha habido grandes avances en el diseño de sistemas de reciclado, en términos de eficiencia y sobre todo tamaño. Solía decirse que quien tiene la información tiene el poder; las cosas han cambiado, ahora el que tiene el agua tiene el poder, y bien, la respuesta a la pregunta relacionada con la carrera hacia el siglo XXII, porque ya estamos en el siglo XXI, supongo que tiene que ver con el dominio, con el poder, con la supervivencia porque aunque se pudiera colonizar el planeta Marte no nos van a llevar a todos a vivir a allá, ni tampoco van a traernos el agua que han encontrado, en cantidades suficientes como para reponer la que aquí hemos contaminado. Estamos hablando del siglo XXII y de seguro va a ser mucha el agua contaminada. Se me ocurre plantearle estas mismas preguntas a un habitante de África, de India, o de Xochimilco, o del Lago de Chapala, seguramente no tendremos las mismas respuestas pero si muchas quejas sobre la falta de agua potable, de servicios médicos, de alcantarillado, de drenaje, de contaminación; a ellos como a muchos otros no nos preocupa la carrera hacia el siglo veintiuno, primero porque no llegaremos a los cien años de edad, segundo porque la diferencia entre la edad de los padres y la del menor de sus hijos será de unos cincuenta años; suponiendo que apenas lleguemos, los padres, al año 2030, entonces nuestros hijos tendrán 30 años?, estarán en edad de recibir su herencia pero qué les dejaremos: un terrenito en la zona residencial del planeta Marte; una fotografía a todo color de lo que fue un lago ó un océano; arena fina en un frasquito de lo que fue el lecho del río Amazonas; el ferry que cruza los Grandes Lagos

estacionado en el Museo Smithsonian? O mejor todavía, una bitácora escrita por no menos de cinco mil millones de habitantes en dos interesantes capítulos, con todo y manual de procedimientos que detalle todos y cada uno de los pasos seguidos que nos permitieron tranquilamente desperdiciar, contaminar, no re-usar el agua así como un párrafo grande sobre cómo producir lluvia...ácida; el segundo capítulo debe tratar sobre cómo acelerar de una manera efectiva el sobrecalentamiento de la tierra; cómo enrarecer en forma eficiente el aire y cómo destruir de una vez por todas la capa de ozono (al fin y al cabo como nadie la ve, nadie sabe para que sirve) todo en aras del progreso, de una mejor calidad de vida y de una herencia a la que estamos obligados a dejarles a nuestros hijos, sin objeción por parte de ellos (todavía están muy pequeños para saber lo que está sucediendo), sencillamente porque somos sus mayores, mejor dicho: sus padres y no olvidemos al compadre, el señor gobierno, porque dicen que tanto peca el que agarra la vaca como el que le jala la pata.

En fin, hablar de contaminación nos deja una gran lección: lo único que tengo es el lugar en el que vivo y en él labro mi propio destino. Que significa esto, pues que los chiapanecos no van a venir a exhortarnos a no contaminar el medio ambiente, como tampoco nosotros vamos a ir a decirle a los veracruzanos qué hacer al respecto de la contaminación que padecen; que cada quien se rasque con sus propias uñas, pero que lo haga, aunque primero hay que cortárselas por aquello de la corrupción.

A mis hijos no quiero dejarles una foto de un lugar sin nombre lleno de contrastes, a mis hijos quiero dejarles un paisaje lleno de vivos colores, como los que se dan cuando las margaritas y los girasoles crecen en la llanura verde y se mecen al vaivén del suave viento transparente, viento que impulsa las lípidas aguas del riachuelo de agua que en su parsimonia y camino de regreso a su padre-mar refleja un cielo rojizo, como señal de un atardecer y de la partida de un astro rey que nos trajo vida y color, y que cansado se esconde tras de las nubes blancas, que como mudas vagabundas siempre cargadas de súplicas y ruegos verterán su llanto puro sobre el paisaje, para que perdure por los siglos de los siglos.....

En fin, más que un deseo, es tan sólo un sueño.

carlosmartinez\_mx@yahoo.com.mx



## La Puerta: Imagina



Revisando las noticias de hace días me entero de que Chapman (el asesino del gran Beatle) tendría una audiencia para revisar si lograba su libertad condicional...inmediatamente me hizo recordar a mi canta autor favorito, de siempre y por siempre, John Lennon. Mi estimado lector, usted puede o no estar en sintonía con mi gusto por su música; pero, es innegable que por ella, Lennon se ganó un lugar muy destacado en la historia del siglo XX. En ocasiones imagino, cuánta magia tendríamos hoy día—por parte de John—con sus composiciones, de continuar con vida, y más aún con la tecnología actual, no la puedo dimensionar...así que Chapman ojalá te hagan cumplir tu cadena perpetua.

Esta introducción me permite escribir sobre una pequeña parte de la tecnología con la que Lennon podría haber trabajado...así que mi buen John hoy tú podrías estar disfrutando de los campos de fresas y registrando cuanta ocurrencia te viniera en mente en una iPod y a la vez podrías tener todos tus archivos musicales a la mano. Alguien podría señalar que esto ya estaba resuelto con las Palm o PocketPC o una BlackBerry. Pero en definitiva ninguno de estos productos es una computadora en todo sentido y la portátil aun con las ventajas que representa no tiene el tamaño de dichos productos.

Los avances de la miniaturización nos proveen de éstos y más productos, destinados a liberarnos la información de nuestra PC; ya nos gustaría que nuestra computadora tuviera el tamaño de la palm. Así, hoy en día podemos decir que, ha costo similar, podemos contar con la gran pequeña computadora de 397 gramos, denominada OQO (de pronunciación semejante a ou-cu-ó), que no hay que confundir con (Ogo) el dispositivo de mensajería instantánea de AT&T o el (oboe) instrumento de viento o bien con Yoko la viuda de John Lennon.

La mejor forma de apreciar el alcance de la OQO es revisando sus componentes, tal y como lo haríamos con una computadora portátil o de escritorio. Así, tanto su teclado como ratón aunque pequeños son extremadamente eficientes.

Quizá el único inconveniente sería su pantalla que, siendo tan pequeña como un pan de caja, todo lo muestra demasiado pequeño y por supuesto para quienes requieren de gafas por cualquier problema ocular pues se les dificultaría mucho el trabajar en la OQO. Sin embargo, la mayoría de los programas permiten ajustes en su apariencia por lo que todo, lo que se ve, puede ser más grande facilitando así su lectura...

Y aún hay más, querido John, pues Gibson ([www.gibson.com](http://www.gibson.com)) esta desarrollando guitarras digitales que convierten la señal analógica en señal digital de la más alta calidad y todo en la misma guitarra. En ¿qué se traduce esto? En que las frecuencias indeseables causantes de ruido son completamente eliminadas por medio de un canal de la guitarra dedicado a ello y sin que tu te preocupes por ello.

La mejor parte de todo este “sistema” —dentro de la guitarra—es que permite un procesamiento de la señal *cuerda por cuerda*, incrementando la calidad y flexibilidad, lo que permite un control sin precedentes: ajuste de volumen y ecualización de *cada cuerda por separado*...imagina que usas seis amplificadores de guitarra, uno para cada cuerda; o grabas en tu computadora el sonido producido por las seis cuerdas por separado; o bien, envías la señal de cada cuerda a un procesador compatible de guitarra o compartes toda la música que vas registrando con un guitarrista ubicado al otro lado del mundo vía internet. Con esta guitarra cualquiera, hasta yo, podría tener toda una mezcla de sonidos en las cuerdas bajas, una distorsión moderada en las cuerdas medias y sonidos limpios en las cuerdas altas.

Si esto hubiera sido posible en los años 70, mi buen John, hubieras podido reunirte con el resto de los Beatles sin molestarte por verles y solo compartir tu genialidad. Me queda imaginar, así que *imagina a la gente compartiendo el mundo*. Hoy podemos hacerlo mediante tecnología pero lo más importante no es que lo hacemos, sino cómo lo hacemos.

jorge.rodas@itesm.mx



## Publica o perece

### La prioridad científica y el plagio entre las raíces del “publica o perece”.

¿Fue una persona quien acuñó la sentencia “publica o perece”? Lo más probable es que no haya sido un sólo un individuo el autor de la frase, sino que, seguramente, fue una idea que a fuerza de repetirse en informales reuniones de sabios, en revistas creadas para la publicación de textos “filosóficos”, como denominaban a los escritos resultantes de investigaciones, e intercambios epistolares entre científicos, encontró su mejor molde en esas palabras.

Y es que ya de tiempo atrás, como lo menciona el sociólogo de la ciencia Robert K. Merton en *On the shoulders of giants* (1967), en el siglo XVII, durante los albores de las sociedades científicas, comenzó a permear el *insanabile scribendi cacoethes* (insaciable prurito por publicar), debido a que todo el mundo quería dar a conocer sus descubrimientos, grandes o chicos, y el mejor camino para hacerlo era el de la comunicación escrita. Por este motivo, la redacción de sus trabajos para rendir informes leídos ante las sociedades científicas o para explicar a sus colegas en lejanas tierras lo que estaban haciendo, se convirtió primero en un impulso, posteriormente devino en una obligación ineludible.

Otro factor que se distingue como contribuyente causal del nacimiento del fenómeno “publica o perece”, es el de la legitimización de la creación intelectual a ojos vistas. Es decir, se empezó a considerar que la primera publicación sobre un descubrimiento o la descripción de algún evento natural establecían que el autor del escrito era el creador y, por lo tanto, el padre de la idea. Ese texto, impreso y difundido entre expertos y gente culta, permitía establecer los derechos de propiedad intelectual del científico y, en caso de disputa, determinar la prioridad de autoría en base a quien hubiese publicado primero el asunto... aunque no siempre ha sido así.

Caso conocido, por el cual sin embargo no se concedió el descubrimiento a quien primero publicó sus hallazgos, es el de la teoría del origen

de las especies descrito por Russell Wallace y Charles Darwin, cuyo arbitraje favoreció al segundo en prioridad sin oposición del primero.

Asimismo, la publicación a tiempo de una idea o un invento brindó a su autor protección contra los plagiarios, que abundan desde la antigüedad y que las sociedades científicas del siglo XVIII, de acuerdo a Merton, dieron en llamarles “ladrones filosóficos”. Por tanto, los secretos de los sabios estaban mejor resguardados en forma de publicaciones que a manera de documentos inéditos o de pensamientos en la cabeza.

Achenbach (2003), por su parte, ilustra el caso del inglés Thomas Harriot, a quienes algunos historiadores ingleses de la ciencia contemporánea vindican como el primer astrónomo que miró el cielo a través de un telescopio en agosto de 1609, meses antes de que Galileo hiciera lo propio y mejorara el instrumento. La diferencia entre Harriot y Galileo, es que el primero archivó sus anotaciones mientras que el segundo las propaló a los cuatro vientos. La obra de Galileo, *El mensajero sideral*, donde en latín plasma y discute sus observaciones astronómicas, le valió la prioridad en la historia, por la que se le sigue reconociendo como el primero en hacer uso del telescopio. Harriot, por el contrario, apenas es hoy un dato curioso.

Robert Boyle, en cambio, a decir de Merton, fue constante blanco de los plagiarios, de quienes se quejaba amargamente por ser víctima de sus robos. Varios de sus textos inéditos y de sus ideas, que confiada y abiertamente dio a conocer en círculos académicos entre aparente gente respetable, aparecieron después bajo otros nombres. Debido a esto, escribió un panfleto atacando a esos “ladrones filosóficos” y ofreciendo varias estrategias para evitar el “robo de los pensamientos”.

En el siglo XX, a medida que la ciencia multiplicó su quehacer y su conocimiento, e hizo cada vez más compleja su trama informativa, la comunidad científica, lejos de dejar de aplicar la máxima: “publica o perece”, la ha sancionado como la premisa fundamental de toda actividad intelectual científica y creativa.

Insanabile  
Scribendi  
Cacoethes

El diccionario de Eric Partridge (*A dictionary of slang and unconventional English*, 1984), define la frase “publica o perece” como un síndrome, una enfermedad de carácter monomaniaco que aqueja a los académicos de carrera y que ayuda a los bibliotecarios –que no necesariamente la comprenden– a mantenerse largamente ocupados. Es un distintivo entre quienes publican y se conocen entre sí y una burla hacia quienes no lo hacen, hacia aquellos que, por

consecuencia, no son absolutamente nada entre los protagonistas de los diferentes campos de la ciencia o en sus enclaves intelectuales.

publicaoperece@yahoo.com



# Café --- Científico

## ***¿Para qué sirve la divulgación de la ciencia?***

Martín Bonfil. Dirección General de Divulgación Científica. UNAM

Rolando Ísita. *Universum*. UNAM

Diciembre 10, 17:00 horas. Edificio “E”.

Instituto de Ingeniería y Tecnología. UACJ.

***Programa para la Formación de Investigadores***



*A veces me siento y pienso...*



*y a veces, nada más me siento*

## Computación Urbi et Orbi.

En el artículo "The Computer for the 21st Century" que Mark Weiser publicó en 1991, se nos muestra una visión futurista donde se describen entornos saturados de elementos con capacidades de cómputo y comunicación, totalmente integrados en nuestras vidas y que nos proporcionan información asociada a nuestras necesidades y al entorno en el que nos encontramos en cada momento. En ese entonces y desde luego ahora también, cabe citar a Arthur C. Clarke: "*Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic*"

El primer paso sobre la consolidación de este "acto mágico" se denominó: "*anytime, anywhere*", que traducido de una forma hereje vendría a ser algo así como "cuando quieras y donde quieras"; lo que ha permitido a los usuarios, a través de sus nuevos dispositivos personales inalámbricos, acceder a las mismas aplicaciones que utilizan habitualmente en sus PCs, pero en cualquier momento y desde cualquier lugar.

La visión de Weiser va más allá, y a ella nos estamos acercando aceleradamente. Esta visión involucra introducir capacidad de cómputo y de comunicación en el mundo físico: en sensores, que capturen información del entorno o del propio usuario, en actuadores que nos permitan ejecutar acciones de forma remota sobre elementos físicos (puertas, interruptores...), en electrodomésticos del hogar (lavadoras, microondas...) o de oficinas (impresoras, faxes, aire acondicionado, proyectores...) y en sistemas de transporte (autos, autobuses...). Además sería preciso que estos dispositivos tengan la capacidad de operar sin infraestructura de red fija, lo que implica no sólo la necesidad de emplear protocolos inalámbricos, sino que también será necesario proporcionarles autonomía, es decir, que puedan comunicarse con otros dispositivos directamente sin necesidad de dispositivos intermedios (típicamente PCs) para construir nuevos servicios. Un ejemplo de esto último es un par de jóvenes (preparatorianos) jugando con sus teléfonos

celulares al mini-golf o ajedrez, uno frente al otro, con tecnología bluetooth.

La nueva era que Weiser imagina y en la que se han dado ya los primeros pasos, se denomina computación ubicua. Algunos autores la llaman Pervasive computing, pero el término me parece menos apropiado que la omnipresencia de las aplicaciones a la que se pretende llegar.

En estos nuevos entornos, los dispositivos personales de los usuarios permitirán que el mundo físico se configure según sus necesidades y preferencias, así no sólo podría utilizar estos dispositivos como una computadora portátil, sino como un control que le permita configurar su entorno físico más inmediato.

Creo que a la vuelta de la esquina (aunque quizá aún no sabemos qué tan lejos nos encontramos de la esquina; consideremos tan solo que los avances tecnológicos de las potencias militares nos son del dominio público, aunque este público sea científico) está otra explosión (un ¡boom!). Si consideramos que Internet y sus aplicaciones han marcado un hito en la historia de la humanidad, las nuevas tecnologías que propician la computación "*Urbi et Orbi*" son el siguiente milestone (zurrón, me encanta esta traducción) del que seguramente se podrá decir "*antes de y después de*"

Recuerdo una frase lapidaria que le escuché a Felipe González, el ex Presidente del Gobierno Español: "*El futuro ya no es lo que era*", pienso que no, que nunca ha sido; ni para bien, ni para mal. El futuro nos alcanza pero no como lo vislumbramos, siempre tiene matices diferentes a cuando no era.

lfernand@uacj.mx

### El Desafío de la Mente

**Carlos Chimal. Escritor de ciencia.  
Entrevista.**

Myriam Vidriales

El encanto de la cosa es tomar el desafío. Ese es el convencimiento íntimo de Carlos Chimal. La certeza que lo llevó a recorrer el mundo en un viaje en la que la lectura de tratados, libros y largos soliloquios para dar con las preguntas correctas, fueron las llaves a las puertas de los laboratorios en los que se cocinan los descubrimientos de hoy. Resultado de ese viaje, un libro que en 312 páginas en el que dialoga con 25 de las mentes más brillantes de nuestro tiempo. Un diálogo para el que el autor está seguro de que hay lectores.

*Armonía y saber. En busca de una idea estética de la ciencia*, es el casi nada invitador título de esta joya de la difusión científica. Pero hay que fajarse, no dejarse intimidar y, como dicen los rancheros, entrar al quite. Porque Carlos Chimal es el preguntón perfecto. Su curiosidad y agudeza intelectual, el conocimiento sobre los temas que toca, resultado no sólo de su formación científica sino de una vena periodística que lo ha llevado a ser uno de los más reconocidos divulgadores científicos de México, permite al lector gozar de cada una de las páginas. El resultado es un tejido de conversaciones en las que la ciencia, esa vilipendiada dama que hoy logra sólo titulares sensacionalistas en los diarios, recupera su lado místico, creativo, aventurero, estético, apasionado... científico, pues.

En esta entrevista, Chimal cuenta porqué escribió este libro, cómo fue la experiencia, que opina sobre el valor que le damos hoy día a la ciencia, su importancia en nuestras vidas y, sobre todo, su pasión por ella.

**En su libro, el químico Peter Atkins, habla sobre la importancia que tiene el hecho de que, cuando se habla de ciencia, “el público esté convencido de que le importa lo que lee”. Usted, ¿comparte esta opinión?**

Creo que sí. En cuanto una persona común se da cuenta de que hay una idea interesante detrás de

algo, que reta su imaginación, que lo desafía, toman el reto y les gusta explorar estos temas que parecen incomprensibles, pero que no lo son. La idea es invitar al lector a que forma parte del experimento

Hay poca confianza en la capacidad expresiva de muchos científicos, a algunos les parece chocante incluso tener que divulgar su ciencia y hay algunos que se esfuerzan. Pero es cuestión de estar alerta y ser sensibles al público. La idea es no hacer una difusión minuciosa cuando uno está en un bar, hablando con alguien, hay que escoger el momento adecuado. Se puede divulgar la ciencia para niños, amas de casa, contadores. Se les tiene que pedir que les importe lo que leen.

**Es difícil pedir eso cuando los medios se fijan en la ciencia sólo cuando hay casos polémicos. ¿Cuál es su percepción alrededor de esto?**

El interés de los medios es errático, hay muchos que lo hacen por *snoobs*, por moda. Y a otros, que tienen una intención de divulgación, no les gusta mucho porque es una relación rispida. Es muy difícil tender el puente, que no se distorsione lo que quieren decir los científicos. Para mí, lo mejor es tratar de pasarlo de la manera más diáfana, y con la dosis que la experiencia uno puede decidir que es lo más adecuado para ese personaje. Uno tiene que hablar con metáforas adecuadas, y dejar detrás de ellas el espíritu de las ideas porque captar el espíritu hace que la salsa esté mejor condimentada para poder cocinar este trozo de carne, este guiso que hay que aderezar bien para que pase de la mejor manera. Creo que el divulgador tiene que estar pendiente de esto.

**La información es también un tema importante, saber de qué se habla...**

Es crucial saber interpretar lo que el público está esperando del tema, para poder divulgarlo de la mejor manera. Hay una necesidad de ser mesurado, estar alerta. Yo tuve la experiencia de contratar a periodistas muy ilustres, muy buenos para una revista del Cinvestav (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional), y lograron buenas entrevistas periféricas, pero no pudieron nunca penetrar en el tema, porque no sabían qué preguntar. Eran buenas entrevistas superficiales pero no podían ir más allá. Yo tuve que tomar la estafeta y decir: “voy a estudiar la oncogénesis, o la química del fósforo y la física de las estrellas para poder regresar con el investigador”. Tomar dos meses y poder hacer las preguntas.

Gracias a esto, los científicos han encontrado que lo que hago tiene cierta confiabilidad.

**En este libro usted dialoga con algunos de los más importantes científicos de nuestra época. ¿Qué tan difícil fue?**

Fue relativamente fácil, porque con el impulso que traía yo con *Luz interior* (su libro anterior) de alguna manera ellos me recomendaron, me sugirieron nombres. Se armó libremente, jugueteando con unas ideas, pues si bien partió de un plan, fue saliendo gente, se fue pasando la voz.

**¿Hay científicos que le hubiera gustado incluir y que no están?**

Me hubiera gustado incluir a Antonio Lascano Araujo, especialista en el origen de la vida, a Richard Dawkins, el polémico genetista de Oxford. Y al sangrón de Oliver Sacks (neurólogo), pero es imposible hablar con él. Además luego perdí también un poco las ganas de verlo, porque leí su autobiografía y es malona...

**¿Cree que la ciencia ha ganado terreno como asunto público, que es algo que importa a la sociedad mexicana?**

Ha habido algún avance, pero es errático, espasmódico, se da a jalones. Hay gente que está más conciente y de alguna forma la sociedad sabe que estos son campos del conocimiento fundamentales para nuestra vida diaria. Tenemos la intuición de que nos atañe profundamente, pero a veces no queremos saber la verdad de que las cosas son complejas. Cuando nos convencemos que lo difícil es bello, que la dificultar recompensa, no en el sentido de conocimiento hermético, sino conforme la sociedad se convenza de que la ciencia puede ser una experiencia estética, iremos ganando terreno.

**Pero en México hay pocos estímulos...**

Ahora nuestros congresistas anunciaron que 1 por ciento del PIB (producto interno bruto) va a dedicarse a la ciencia, pero lo condicionaron y no han dado un quinto. Si estos buenos deseos se hacen realidad, la divulgación científica podría ser una realidad, habría más jóvenes interesados, ellos llevarían a sus casas estas nuevas ideas, las promoverían, seríamos una mejor sociedad. El problema de las autoridades y las administraciones, universidades e instituciones, es que parece que lo

único que buscan es salvar su propio pellejo, pasar el tiempo mientras ganan su dinerito. Es patético.

**En un panorama poco optimista, su libro retoma la figura del científico-héroe, ¿por qué?**

Los científicos, estando en tan mala situación económica, siendo su figura tan poco valorada, ¿por qué siguen? Porque son unos héroes. Es una ironía. Esta heroicidad es producto de una búsqueda estética y en nuestro país se baten a diario. Si admiramos a tipos como Blanco y futbolistas mexicanos que no saben perder sino golpear, yo pediría que dejáramos de admirar a estas bestias, y busquemos otros ejemplos.

**¿En qué medida la ciencia nos puede hacer mejores?**

Entre más sepamos del mundo que nos rodea, entre más nos importe, si no somos indolentes con lo que tenemos enfrente, seremos mejores. Esa es una actitud de la comunidad científica, que promueve la ciencia. No es que queramos un Einstein en cada cuadra, sino que seamos una sociedad que se acerque más a la verdad. Es como el reciente caso de los supuestos OVNIS\*. ¡Es absurda la manera en que se tratan las cosas! Si tuviéramos una cultura científica más difundida, la gente no se tragaría esas cosas y podría estar atenta a temas más importantes.

**¿Cuál es su opinión de iniciativas como la de la revista *Plos Biology*, (una publicación gratuita en internet que difunde los descubrimientos recientes y milita por la no concentración del conocimiento)?**

Me parecen muy bien, justamente que el conocimiento se debe promover en todos los medios posibles, y uno de los más novedosos es la Internet. Es vital que el conocimiento esté en línea, ha habido temores de que puede ser mal usado... pues ni modo, así es la vida. No vamos a poner en la red como se hace una ametralladora, pero no por eso vamos a destruirla y volver al aislamiento. Creo que los experimentos deben de correr un poco como los transgénicos, hay que determinar si son buenos o malos, pero sobre la mesa, en forma transparente.

**¿Cree verdaderamente que hay transparencia en el manejo de los descubrimientos científicos?**

Creo que hay mecanismos de control, de intramuros, que permiten eso. Hay ambición, cosas humanas en



las que incluso se llega a la manipulación de la información, pero a final de cuentas hay controles, porque lo que se busca es mejorar la humanidad, saber porque las estrellas brillan, porque dentro de nosotros hay quarks que se relacionan con la mesa que está aquí junto.

### ¿Se considera un optimista de la ciencia?

Yo he tenido suerte, me siento privilegiado y trato de agradecerlo. En vez de ir a patear al contrario cuando me mete un gol, la idea es meter otro. Yo quiero creativamente hacer mejores libros, he podido triunfar en esto, ser recibido, reconocido y eso me deja ser mejor, *carpe diem*, entregar mi mejor esfuerzo. Soy más bien un escéptico optimista, trato caer en triunfalismos. La ciencia no tiene respuestas para todo, tiene respuestas sencillas a problemas muy complejos.

### Cuénteme una mala experiencia que haya tenido.

Sidney Brenner, que ganó el premio Nóbel después de que lo entrevisté, es un neocelandés. Un señor chaparrito, rosado, protagonista en la lucha porque Inglaterra se quedara haciendo investigación genética en los sesentas. En esa época, en Cambridge, convenció a Thatcher y a la reina de que había que apoyar eso. Pues ese día que llegué a entrevistarle, cometí un desliz. Llegué con él y le dije: “Platíqueme usted de lo que hace”. Y me contestó: “Pero eso es ridículo. ¿Usted cree que le voy a hacer su trabajo!”. Y comenzó a interrogarme para ver si yo sabía suficiente de genética como para hablar con él. Me hizo un examen de genética en quince minutos. Yo estaba alucinando. Y luego me dijo: “Me va a hacer usted las mismas aburridas preguntas que me hacen los periodistas”. Aprendí la lección: uno tiene que enterarse.

### Si se pudiera quedar con una sola ciencia sería...

La física, porque es la ciencia fundamental. La que genera el derrame tecnológico, generalmente el más poderoso ha sido el de la física.

### ¿Hasta dónde la libertad?

Toda. Irrestringida. Sin cortapisas. En el momento en que comienza a haber cortapisas, es como la Revolución Francesa, se vuelve un derramamiento de sangre. En el momento en que se ponen límites, divisiones del poder, se convierte en una lucha y nos puede llevar al Oscurantismo otra vez, y un día

terminamos apagando las luces... y las computadoras.

\* Esta entrevista se realizó en el mes de mayo, cuando los medios mexicanos dieron cuenta de supuestos avistamientos de ovnis en el estado de Campeche, reportados por pilotos de la Fuerza Aérea Mexicana.

### Los científicos

Las voces e ideas que nutren *Armonía y Saber* pertenecen a:

Stephen Jay Gould, biólogo Evolucionista  
Thomas Eisner, químico, especialista en lenguaje de los insectos  
Santiago Ramón y Cajal, neurofisiólogo  
Peter Atkins, químico  
Alun Anderson, editor de la revista *New Scientist*  
Yves Laporte, neurofisiólogo  
Jerzy Plebañsky, matemático-físico  
Stephen Hawking, físico  
Frederick Sanger, químico  
Constantino Sotelo, neurólogo  
Luis Herrera Estrella, biotecnólogo  
Javier de Felipe, especialista en la micro-anatomía del cerebro  
Emmanuel Pierrot-Deseilligny, neurólogo  
Lena Jami, neurofísica  
Jordi Agustí, paleontólogo  
Harry Jerison, arqueoneurólogo  
Javier Álvarez Leefmans, neurofarmacólogo  
Philippe Sansonetti, microbiólogo  
James W. Cronin, físico  
Carl Djerassi, químico  
Bernard Dujon, genetista  
Álvaro de Rújula, físico  
Rodolfo Llinás, neurofisiólogo  
Enrique Fernández, físico

Entrevista reproducida con autorización de Punto G, periodismo cultural.



## FÍSICA

### Premio Nóbel en Física 2004

La Real Academia Sueca de las Ciencias ha decidido otorgar el Premio Nóbel de Física del 2004 “por el descubrimiento de la libertad asintótica en la teoría de la interacción fuerte” conjuntamente a:

#### David J. Gross

Instituto Kavli para la Física Teórica, Universidad de California, Santa Bárbara, EE.UU.

#### H. David Politzer

Instituto Tecnológico de California (Caltech), Pasadena, EE.UU., y

#### Frank Wilczek

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Cambridge, EE.UU.

**Un descubrimiento “colorista” en el mundo de los quarks:** ¿Cuáles son los bloques de construcción más pequeños de la naturaleza? ¿Cómo construyen estas partículas todo aquello que vemos a nuestro alrededor? ¿Qué fuerzas actúan en la naturaleza y cómo funcionan éstas en realidad?

El Premio Nóbel en Física de este año tiene que ver con estas cuestiones fundamentales, problemas que han mantenido ocupados a los físicos a lo largo del siglo XX y que aún suponen un desafío tanto para los teóricos como para los experimentadores que trabajan en los grandes aceleradores de partículas.

**David Gross, David Politzer y Frank Wilczek** han realizado un importante descubrimiento teórico relativo a la fuerza fuerte, o la “fuerza de color” como también ha sido llamada. La fuerza fuerte es la que domina en los núcleos atómicos, actuando entre los quarks en el interior del protón y del neutrón. Lo que descubrieron los laureados de este año era algo que, a primera vista, parecía completamente contradictorio. La interpretación de sus resultados matemáticos implicaba que cuanto más cerca estuvieran los quarks entre sí, más débil era la ‘carga

de color’. Cuando los quarks están realmente próximos los unos a los otros, la fuerza es tan débil que comienzan a comportarse casi como partículas libres. Este fenómeno es conocido como “libertad asintótica”. Su recíproco se cumple cuando los quarks se alejan: la fuerza se hace más fuerte a medida que la distancia se incrementa. Podemos comparar esta propiedad con una goma elástica. Cuanto más la estiramos, más fuerte se vuelve la fuerza.

Este descubrimiento fue expresado en 1973 mediante un elegante marco de trabajo matemático que condujo a una teoría completamente nueva. La Cromodinámica Cuántica, QCD. Esta teoría contribuyó de manera importante al Modelo Estándar, la teoría que describe la conexión de todas las físicas con la fuerza electromagnética (que actúa entre las partículas con carga), la fuerza nuclear débil (que es importante en la producción energética del sol) y la fuerza nuclear fuerte (que actúa entre los quarks). Con la ayuda de la QCD, los físicos pudieron al menos explicar por qué los quarks solo se comportan como partículas libres a niveles energéticos extremadamente altos. En el protón y el neutrón los quarks siempre aparecen en tripletes.

Gracias a su descubrimiento, David Gross, David Politzer y Frank Wilczek han llevado a la física a avanzar un paso más en pos de cumplir el gran sueño, formular una teoría unificada que comprenda también a la gravedad - una teoría del todo.

- David J. Gross, nacido en 1941 (edad 63) en Washington DC, EE.UU. (Ciudadano Americano). Doctorado en física en 1966 por la Universidad de California, Berkeley. Profesor en el Instituto Kavli para la Física Teórica en la Universidad de California, en Santa Bárbara, EE.UU.

- H. David Politzer, (Ciudadano Americano). Doctorado en Física en 1974 por la Universidad de Harvard. Profesor del Departamento de Física en el Instituto Tecnológico de California (Caltech), Pasadena CA, EE.UU.

- Frank Wilczek, nacido en 1951 (edad 53) en Queens, Nueva York, EE.UU. (Ciudadano Americano). Doctorado en Física en 1974 por la Universidad de Princeton. Profesor del Departamento de Física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Cambridge MA, EE.UU.

**Importe del Premio:** 10 millones de Coronas Suecas, se repartirán igualmente entre los laureados.

Fuente: Real Academia Sueca de las Ciencias  
Traductor para Astroseti: Miguel Artime



## QUÍMICA



*Nota de prensa emitida el 6 de Octubre de 2004*

### **Premio Nóbel en Química 2004**

La Real Academia Sueca de las Ciencias ha decidido otorgar el Premio Nóbel de Química del 2004 “por su descubrimiento de la degradación de las proteínas por mediación de las ubiquitinas” conjuntamente a:

#### **Aaron Ciechanover**

Technion – Instituto Tecnológico Israelí, Haifa, Israel.

#### **Avram Hershko**

Technion – Instituto Tecnológico Israelí, Haifa, Israel.

#### **Irwin Rose**

Universidad de California, Irvine, EE.UU.

### **Proteínas etiquetadas para su destrucción**

Las proteínas componen todas las cosas vivas: plantas, animales y por tanto, nosotros los humanos. Durante estas últimas décadas la bioquímica ha recorrido un largo camino en pos de la explicación del modo en que la célula produce toda su variedad de proteínas. Pero no demasiados investigadores se han interesado en lo relativo a la destrucción de las proteínas. **Aaron Ciechanover, Avram Hershko e Irwin Rose** fueron contra corriente y a principios de los 80 descubrieron uno de los procesos cíclicos más importantes de la célula, la degradación regulada de las proteínas. Por ello, han sido galardonados con el Premio Nóbel en Química de este año.

Aaron Ciechanover, Avram Hershko e Irwin Rose han conseguido que percibamos el funcionamiento de la célula como una estación de chequeo altamente eficiente, donde las proteínas se crean y destruyen a un ritmo vertiginoso. La degradación no es indiscriminada sino que tiene lugar a través de un proceso controlado hasta el detalle, de modo que las proteínas que han de ser destruidas en un momento dado posean un etiqueta molecular, un “beso de la muerte” por decirlo dramáticamente. Las proteínas etiquetadas sirven de alimento a las células “depósito de residuos”, los así llamados proteosomas, que las trituran en pedazos pequeños y las destruyen.

Esta etiqueta consiste en una molécula llamada ubiquitina. Esta molécula se fija a la proteína que debe ser destruida, la acompaña hacia el proteosoma donde es reconocida como la llave en una cerradura, e indica que la proteína está en proceso de desensamblaje. Poco después la proteína es estrujada en el interior del proteosoma, y su ubiquitina se desconecta para su reutilización.

Gracias a la labor de los tres laureados, ahora es posible entender, a nivel molecular, el modo en que la célula controla un buen número de procesos centrales mediante la ruptura de ciertas proteínas y no otras. Algunos ejemplos de los procesos con proteínas controladas por la mediación de la ubiquitina son: división celular, reparación del ADN, control de calidad de las proteínas recién creadas, y partes importantes de la defensa inmunológica. Cuando el proceso de degradación no funciona correctamente, caemos enfermos. El cáncer cervical y la fibrosis quística son dos ejemplos de esto. El conocimiento adquirido sobre la degradación de proteínas asistida por ubiquitinas nos ofrece la oportunidad de desarrollar drogas contra estas y otras enfermedades.

- **Aaron Ciechanover**, nacido en 1947 (57 años) en Haifa, Israel (ciudadano israelí). Doctorado en medicina en 1981 en Technion (Instituto Tecnológico de Israel), Haifa. Profesor en la Unidad de Bioquímica y Director del Instituto para la Investigación Médica de la Familia Rappaport en Technion, Haifa, Israel.
- **Avram Hershko**, nacido en 1937 (67 años) en Karcag, Hungría (ciudadano israelí). Doctorado en medicina en 1969 en el Colegio Médico Hadassah de la Universidad Hebrea, Jerusalén. Profesor distinguido del Instituto para la Investigación Médica de la Familia Rappaport en Technion (Instituto Tecnológico de Israel), Haifa, Israel.
- **Irwin Rose**, nacido en 1926 (78 años) en Nueva York, EE.UU. (ciudadano norteamericano). Doctorado en 1952 en la Universidad de Chicago, EE.UU. Especialista en el Departamento de Fisiología y Biofísica, Colegio de Medicina, Universidad de California, Irvine, EE.UU.

**Importe del Premio:** 10 millones de Coronas Suecas, se repartirán igualitariamente entre los laureados.

Fuente: Real Academia Sueca de las Ciencias  
Traductor para Astroseti: Miguel Artime

## MEDICINA



### Premio Nóbel de Medicina 2004

El sentido del olfato da Nóbel Medicina a dos científicos EEUU

Los científicos estadounidenses Richard Axel y Linda Buck ganaron el premio Nobel de Medicina 2004 por sus estudios genéticos que explican cómo funciona el sentido humano del olfato, analizando cómo podemos recordar meses después de olerlo el aroma de la lila.

Ambos descubrieron una familia de genes que contienen receptores o sensores en la nariz que identifican los olores. Publicaron su estudio fundamental en 1991.

"El sentido del olfato fue durante mucho tiempo el más enigmático de nuestros sentidos. No se entendían los principios básicos para el reconocimiento y recuerdo de unos 10.000 olores diferentes", dijo la Asamblea Nóbel del instituto en su mención del premio, retribuido con 10 millones de coronas suecas (1,11 millones de euros).

"Hasta los estudios de Axel y Buck, el sentido del olfato era un misterio", dijo el profesor Sten Grillner, uno del grupo de expertos del Karolinska, a periodistas.

Los dos científicos descubrieron una gran familia de genes, compuesta por 1.000 genes diferentes, el tres por ciento del total de genes, que dan origen a un número equivalente de "tipos de receptores olfativos", o sensores.

Estos sensores se hallan en células en la parte posterior de la nariz y son responsables de la identificación de los olores. Cada célula receptora tiene sólo un tipo de receptor oloroso y cada receptor puede detectar un número limitado de sustancias olorosas.

Las células receptoras envían después señales a las partes del cerebro responsables del olfato.

"Por lo tanto, podemos experimentar conscientemente el olor de una lila en primavera y

recordar su olor en otros momentos", añadió el Instituto en la mención del premio.

El comité Nobel dijo que el profesor de la Universidad de Columbia Axel, de 58 años, y Buck, de 57 años, del Centro de Investigación contra el Cáncer Fred Hutchinson en Seattle, habían aclarado el sistema olfativo desde el nivel molecular a la organización de las células.

El premio, que se entrega desde 1901, se denomina formalmente premio para la medicina o fisiología: el estudio de los organismos vivientes.

Hans Jornvall, secretario del Comité del Nobel en el Instituto Karolinska, dijo que en este sentido el premio era un "premio a la fisiología verdadera para la humanidad, algo que utilizamos todos los días".

Otro experto del Karolinska, el profesor Tomas Olsson, dijo que sus descubrimientos no habían llevado a importantes avances médicos. "Hoy no vemos ninguna implicación de este avance en el desarrollo de nuevos fármacos pero podría suceder en el futuro", añadió.

Estocolmo. Patrick Lannin. Reuters.

## PAZ



### Premio Nóbel de la Paz 2004

En reconocimiento al compromiso en la lucha por la preservación del ambiente y la defensa de los derechos humanos, la ecologista keniana Wangari Mathai se hizo acreedora al Premio Nóbel de la Paz 2004.

El premio fue anunciado en Oslo por el comité noruego del Nobel.

El comité reconoció el compromiso de Mathai en la lucha por la preservación del ambiente y en la defensa de los derechos humanos.

Por segundo año consecutivo el Nobel de la Paz fue otorgado a una mujer. En el 2003 el premio recayó en la abogada iraní defensora de los derechos civiles Shrin Ebadi.

Compromiso con el desarrollo sostenible Wangari Maathai dedicó buena parte de su vida a

defender el desarrollo sostenible, los derechos de la mujer y la democracia.

Su mayor contribución ha sido el Movimiento Cinturón Verde de Kenia, un proyecto que impulsó en 1977 y que combina la promoción de la biodiversidad con la del empleo a mujeres, y gracias al que se han plantado 30 millones de árboles en su país y se ha dado trabajo a más de 50.000 mujeres pobres en diferentes viveros.

Desde 1986, este movimiento originó una gran red panafricana que ha llevado proyectos similares a países como Tanzania o Etiopía.

"Si uno desea salvar el entorno, primero hay que proteger al pueblo. Si somos incapaces de preservar la especie humana, ¿qué objeto tiene salvaguardar las especies vegetales?", declaró en una entrevista hace unos años, resumiendo su filosofía, que ha expuesto más de una vez en la tribuna de la sede central de la ONU.

La primera mujer africana en ganar el Nobel de la Paz nació en Nyeri (Kenia), tiene tres hijos y en la actualidad es diputada y ministra adjunta para Medio Ambiente, Recursos Naturales y Vida Silvestre en el gobierno de Mwai Kibaki.

Wangari fue una pionera desde su época universitaria: se licenció en Biología en Atchison (Kansas) y luego amplió sus estudios en Pittsburgh, en Alemania y en la Universidad de Nairobi, donde se convirtió en 1971 en la primera mujer en obtener un doctorado en toda África Central y Oriental.

También en el ámbito privado, la galardonada rompió clichés en una sociedad que relega a la

mujer. Su marido, un antiguo parlamentario, se divorció de ella en 1980 con el argumento de que "era demasiado educada, con demasiado carácter y demasiado éxito para poder controlarla", según recoge la Enciclopedia de Biografías de Gale.

En su época como directora del Departamento de Anatomía Veterinaria en Nairobi, en 1976-1977, Wangari empezó su actividad en el Consejo Nacional de Mujeres de Kenia, una organización que llegó a presidir entre 1981 y 1987.

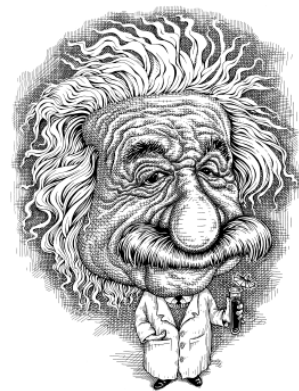
Enemiga de la deforestación y defensora de suprimir la deuda externa del Tercer Mundo, destacó también como decidida opositora al régimen dictatorial de Daniel Arap Moi en Kenia, y durante los noventa fue detenida y encarcelada varias veces. La organización Amnistía Internacional siempre intercedió por ella.

En 1997, Maathi fue candidata a la presidencia de Kenia, pero su partido retiró su candidatura días antes de las elecciones.

En 1998, su oposición a un proyecto gubernamental de construcción en la selva desencadenó una revuelta popular que fue duramente reprimida por el gobierno y que originó la repulsa internacional.

Su compromiso se ha visto recompensado con un sinfín de galardones, como el de Mujeres del Mundo de Women Aid (1989), el de la Fundación Ecologista Goldman (1991), el Premio África de Naciones Unidas (1991) o el Petra Kelly (2004).

Fuente: ANSA, AFP y EFE



### **Programa para la Formación de Investigadores**