

Tetrahymena: La reina de la inmortalidad

Por José Luis Olmo Rísquez



Tengo una amiga muy particular. Tiene boca pero no habla. Todo su cuerpo está recubierto de una especie de pelillos pero no se peina. Puede nadar pero no tiene ni pies ni manos. No duerme y no hace otra cosa que comer. Además, para poderla ver se necesita el microscopio. Mi amiga es una **Tetrahymena**, un **organismo unicelular eucariota ciliado**.

Vive conmigo y sus hermanas gemelas en unos tubitos llenos de un líquido, en el garaje de mi casa (donde me he montado un pequeño laboratorio) y una vez cada 15 días les renuevo el **medio de cultivo** donde encuentran su alimento.

Pero ¿cómo son estos «animáculos»? tal como los llamó Leeuwenhoek, muy probablemente el primero que los vio en una muestra de una charca de agua, allá por el siglo XVII. Lo que más les caracteriza es su forma de pera (piriforme), con un tamaño que oscila entre los 30 y 50 micrómetros de longitud (un micrómetro es la milésima parte de un milímetro). Tienen una boca (**citostoma**) en su parte anterior de forma triangular, compuesta por tres largas membranas (**membranelas**) paralelas entre sí y otra membrana más larga y estrecha (**membrana paroral**), que se sitúa perpendicular y a la derecha de las tres membranelas (Figs. 1 y 3). De aquí deriva su nombre, ya que «**tetra**» significa cuatro e «**hymena**» membrana, es decir cuatro membranas. Con ellas filtra y captura su alimento que suelen ser bacterias, por tanto, es una especie **bacteriófaga**. Además, todo su cuerpo se encuentra adornado con largas filas longitudinales de cilios (**cinetias**) que le permiten estar en constante movimiento y desplazarse por el medio líquido. En total puede tener entre 17- 42 filas de cilios dependiendo de la especie de Tetrahymena (Figs. 1-3).



Fig.1.



Fig.2.

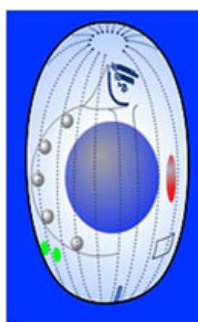


Fig.3.

Fig.1. *Tetrahymena* sp. *in vivo*.

Fig. 2. *Tetrahymena pyriformis*, impregnada con carbonato de plata. Imagen del autor.

Fig. 3. Representación de la ciliación oral y somática de *Tetrahymena*.

Como vive en un medio acuoso tiene que regular la entrada de agua en su cuerpecito y eso lo hace a través de una vacuola contráctil, que con el microscopio óptico se ve fácilmente como una manchita circular blanca que aparece y desaparece en la parte posterior de la célula. Es muy entretenido contar las veces que se llena y vacía la vacuola contráctil: si es muy rápido esto nos indica que entre el cubre y portaobjetos hay bastante agua, pero si lo hace muy lentamente es necesario echarle más agua a la preparación o, de lo contrario, veremos como la célula explota.

Aunque más difícil de ver, a no ser que se tiñan, es la presencia de dos núcleos, algo inaudito en el resto de células eucariotas. Uno de los núcleos es bastante grande y puede ocupar la mayor parte de la célula (macronúcleo). Contiene los genes que codifican para los caracteres de la célula. El otro, más pequeño (micronúcleo), contiene los genes que participan en la **reproducción sexual (conjugación)**. La presencia de estos dos núcleos tan diferentes, tanto en forma como en función (**dimorfismo nuclear**), junto con la presencia de cilios, nos permiten clasificar a *Tetrahymena*, sin ningún género de duda, dentro de un grupo de organismos todos ellos claramente emparentados entre sí (grupos monofiléticos) conocidos como **ciliados** (Ciliophora), que surgieron hace más de 1000 millones de años en la Tierra y que algunos autores le dan la categoría de Reino (Tudge, 2001).

Ahora, que ya sabemos como es mi amiga *Tetrahymena*, vamos a intentar conocerla un poquito mejor.

Tetrahymena es un «bichito» increíble. Recuerdo una vez que se me olvidó cambiarles el medio de cultivo y observé algo sorprendente, debido a que se habían quedado sin alimento: algunas de ellas comenzaron hacerse más grandes y desarrollaron una boca enorme. Pero lo que me dejó boquiabierto fue observar a través del microscopio cómo las formas grandes (macrostomas) devoraban a las formas normales (microstomas), es decir, estaba presenciando un auténtico comportamiento canibal, todo ello por su increíble instinto de supervivencia, debido a la falta de alimento (Fig. 4). Me recordó este comportamiento, al caso extremo al que tuvieron que llegar los pasajeros del accidente del vuelo 571 de la Fuerza Aérea Uruguaya ocurrido en los Andes argentinos en 1972, que para sobrevivir tuvieron que comer carne humana de sus compañeros muertos. Pero aquí, sucedía algo aún más alucinante, cambiaban de forma, es decir, como si una sardina se transformase en un tiburón y comenzase a devorar al resto de las sardinas hermanas. Posteriormente, y buscando información sobre lo que había presenciado, resulta que no son los únicos ciliados que hacen esto de convertirse en canibales cuando les falta el alimento, sino que había varias especies más, como *Euplotes versatilis* o *Lembadium bullinum*, otro ciliado que tiene forma de barca con una boca inmensa y sus formas canibales podemos decir que solo son boca (Tuffrau, *et al.*, 2000, Kuhlmann, 1993 y Kopp & Tollrian, 2003).

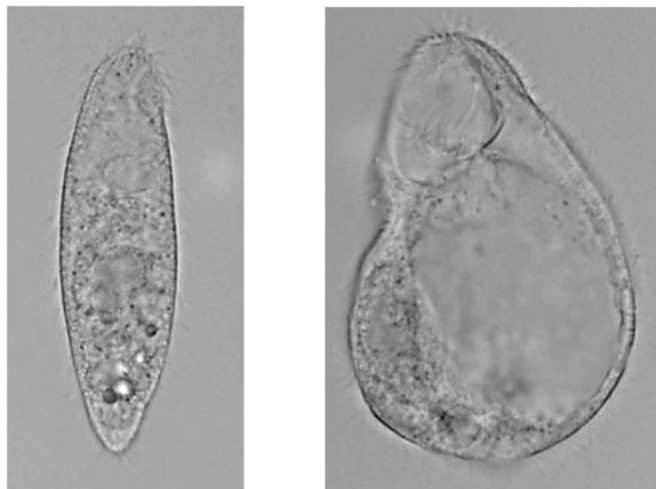


Fig. 4. Formas microstomas y macrostoma de *Tetrahymena vorax*. Imágenes extraídas de <http://bama.ua.edu/~hsmithso/prof/research.html>

Otro aspecto que siempre me ha interesado de mi amiga la *Tetrahymena* es la forma en la que se reproduce. Normalmente, lo hace ella sola (**reproducción asexual**). Comienza formando una nueva boca en la mitad de su cuerpo y nuevas cilios en cada una de sus filas longitudinales (cinetias). Pasadas unas dos horas se estrecha por su mitad transversal y da origen a dos *tetrahymenas* hermanas idénticas (bipartición transversal).

Su **reproducción sexual (conjugación)**, sí que es realmente curiosa (Ver animación: www.stolaf.edu/people/colee/conjugation5.swf). Para encontrar pareja lo tiene mucho más fácil que los humanos o el resto de los animales, ya que en lugar de 2 tipos de sexos (macho y hembra) tiene 7 tipos de sexos, de tal forma que un individuo de un determinado sexo puede aparearse con cualquiera de los otros 6 sexos y no puede hacerlo con un individuo que tenga su mismo sexo. Es decir, entre *tetrahymenas* no está permitida la «homosexualidad» y lo que prima es la «heterosexualidad» múltiple con 21 posibles orientaciones. Este sistema de 7 sexos tiene grandes ventajas con respecto a los humanos, ya que nosotros tenemos que descartar a la mitad de la población, antes incluso de comenzar a buscar pareja. Por cierto, sus 7 sexos son denominados de una forma más bien simple: sexo tipo I, II, III, IV, V, VI y VII (tipos conjugantes o *mating types*).

Mi amiga *Tetrahymena*, también ha sido una pionera en importantes descubrimientos en diversos campos de la Biología, debido a ser un microorganismo modelo, aunque no sea tan famosa como Kate Moss o Claudia Schiffer.

Entre sus logros o hitos podemos destacar los siguientes (Gutiérrez, 2002):

- 1°. Participó en el descubrimiento de los peroxisomas y lisosomas. Los lisosomas son orgánulos con forma esférica, y repletos de enzimas digestivas. Son como pequeños estómagos a nivel celular.
- 2°. Fue el primer microorganismo eucariota que se «domesticó» para obtener cultivos sincronizados, es decir, se consiguió que todas las células se reprodujeran a la vez, en el mismo momento, lo que permitió estudiar las complejas fases del ciclo celular. Este tipo de estudios han sido fundamentales para conocer mejor las células cancerígenas.
- 3°. Permitted que Thomas R. Cech recibiera el premio Nobel de Química en 1989, ya que en este ciliado se descubrió por primera vez las ribozimas, es decir, la capacidad autocatalítica del RNA. Las implicaciones de este descubrimientos han sido muy diversas, entre ellas poder establecer nuevas hipótesis sobre el origen de vida, donde las ribozimas jugarían un papel muy importante.
- 4°. *Tetrahymena* fue fundamental para Elizabeth Blackburn, Carol Greider y Jack Szostak a los que la academia sueca concedió el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 2009 por sus estudios sobre las telomerasas y la función de los telómeros en la muerte celular. Por esta razón, a *Tetrahymena* la podemos llamar **la reina de la inmortalidad**. Los científicos demostraron que cuando los telómeros son cortos o la enzima telomerasa está dañada, se precipita el envejecimiento celular. Por el contrario, unos telómeros largos y una telomerasa activa, alarga la vida. Este descubrimiento tiene unas enormes repercusiones por su relación con el cáncer y con el envejecimiento.
- 5°. Se pensaba que el código genético era universal, válido para todos los organismos, pero se ha observado que en *Tetrahymena* y otros protistas, esto no es completamente cierto y presentan ligeras modificaciones a dicho código.

Además de todo lo que hemos explicado, mi amiga *Tetrahymena* se emplea como **bioindicador** de la presencia de contaminantes en medios

acuáticos, de tal forma que se ha utilizado en la evaluación de más de 2000 compuestos potencialmente tóxicos para el ser humano procedentes de las industrias (Gutiérrez, 2003). Más recientemente, se ha encontrado un método de utilización de *Tetrahymena* para eliminar el 90% del colesterol de la leche y huevos y convertir un 5% en provitamina D. De esta forma se podrían crear nuevos alimentos con un adicional beneficio para la salud, los denominados productos nutraceuticos (<http://www.conicet.gov.ar/descubren-proteina-capaz-de-convertir-colesterol-en-provitamina-d/>).

Pero, mi amiga, también tiene su lado oscuro, como toda estrella que se precie. Y es que *Tetrahymena* puede actuar como reservorio de la *Legionella*, al ser un hospedador natural de esta bacteria patógena. Además, hay algunas especies que son parásitas y pueden ocasionar graves infecciones en algunas especies de peces y moluscos como las babosas (Michelson, 1971 y Leibowitz y Zilberg, 2009)

Dónde podemos encontrar *Tetrahymena*, además de en el garaje de mi casa. En prácticamente todos los medios acuáticos del mundo, se puede considerar por tanto un **organismo ubicuo** y **cosmopolita**. Hace unos días, observando los cilios presentes en unas muestras de suelo, tuve la oportunidad de verla en acción, pero en esta ocasión, lo que hacía era devorar los restos de un rotífero, comportándose como una carroñera, al igual que los buitres. Este fenómeno ha sido descrito en varias ocasiones, pero muy pocas veces fotografiado (Fig. 5).



Fig. 5. *Tetrahymenas* en el interior de un rotífero alimentándose de sus restos. Foto del autor del texto.

Estoy seguro de que mi amiga *Tetrahymena* continuará sorprendiéndonos con nuevos descubrimientos y, en mi caso, reportándome fascinantes momentos en el microscopio.

Bibliografía

Gutiérrez, J.C.: «¿Por qué secuenciar el genoma de *Tetrahymena*?». *Semicrobiología*, 2002, (33):15-18. [Se puede descargar de: www.semicrobiologia.org/pdf]

Kopp, M. y Tollorlan, R.: «Trophic size polyphenism in *Lembadion bullinum* costs and benefits of an inducible offense». *Ecology*, 2003, 84(3): 641-651. [Se puede descargar de www.mabs.at/kopp/manuscripts/inducible_offense.pdf]

Kuhlmann, H.: «Giants in *Lembadion bullinum* (Ciliophora, Hymenostomata), general morphology and inducing conditions». *Archiv für Protistekunde*, 1993, 143: 325-336.

Leibowitz, MP. y Zilberg, D.: «*Tetrahymena* sp. infection in guppies, *Poecilia reticulata* Peters: parasite characterization and pathology of infected fish». *J. Fish Dis.*, 2009, 32(10): 845-855.

Michelson, E. H.: «Distribution and pathogenicity of *Tetrahymena limicus* in the slug *Deroceras reticulatum*». *Parasitology*, 1971, 62(1): 125-131.

Tudge, C.: «*La variedad de la vida: Historia de todas las criaturas de la Tierra*». Ed. Crítica, 2001, Barcelona.

Tuffrau, M., Fryd-Versavel G., Tuffrau, H. y Génemont, J.: «Description of *Euplotes versatilis* n. sp., a marine tropical ciliate exhibiting an unusually extensive phenotypic plasticity». *European Journal of Protistology* 2000, 36(4): 355-366.

Zoni, Jimena: «Descubren proteína capaz de convertir colesterol en provitamina D» publicado online en CONICET, 2013: www.conicet.gov.ar

¿Quieres conocer más?

Tetrahymena Web Links: bama.ua.edu/~hsmithso/prof/tweb.shtml

The Biology of *Tetrahymena*: www.stolaf.edu/people/colee/searchablecil.htm
www.stolaf.edu/people/colee/Gene%20Stream/tetrahymena/tetrahymena.htm

Life cycle and natural history of *Tetrahymena*:

www.csuohio.edu/sciences/dept/biology/BGESweb09/BGESFaculty/doeorder/index_files/LIFE_CYCLE_AND_NATURAL_HISTORY.htm

The biogeography and Biodiversity of *Tetrahymena*: www.life.illinois.edu/nanney/

Introduction to the Genetics of *Tetrahymena*:

www.lifesci.ucsb.edu/genome/Tetrahymena/genetics.htm

Tetrahymena Stock Center: tetrahymena.vet.cornell.edu/otherlinks.php



Este recurso ha sido preparado por José Luis Olmo Risquez, Profesor de Enseñanza Secundaria del IES AZUER de Manzanares (Ciudad Real). Miembro del la SEM y del grupo de Protistología.

Otros recursos en este CHISPAS DE LA CIENCIA:

- [Laniakea, dulce hogar...](#)
- [Respirar en las alturas](#)
- [“La Vuelta al mundo en dibujos animados” en Naukas Kids](#)

[Volver al sumario CHISPAS DE LA CIENCIA](#)

[ENCIENDE](#) | [Aviso legal](#) | [Contacto](#)