

VIDA MICROSCÓPICA EN EL MUSGO

ESTUDIO HECHO PARA DINO-LITE

El pequeño estudio que se presenta a continuación está hecho a partir de los microorganismos que, en sesiones distintas, se han ido encontrando en una pequeña muestra de musgo. Una muestra de unos 15 x 10 centímetros de largo. Es sorprendente, en tan poco espacio, la cantidad y diversidad de vida que se condensa.

En varias observaciones se ha hecho patente la resistencia de muchos de estos organismos en condiciones desfavorables. Desfavorables ya sea por falta de humedad o porque se encuentran a temperaturas por debajo de los 0°C. Muchos organismos adoptan estados de enquistamiento que les permiten soportar estas condiciones. Después, cuando la situación se normaliza, retoman de nuevo su actividad.

Nos hemos preguntado qué pasaría si la temperatura bajara aún más y de una manera más prolongada. Hemos puesto el musgo a una temperatura de -19°C, durante 24 horas. Después, al volver paulatinamente a la temperatura ambiente, la actividad en el musgo se ha retomado de nuevo.

Lo que presentamos pretende ser sólo un punto de comienzo del trabajo que se puede realizar en las clases. Es un campo donde hay mucho camino por recorrer. Se trata no sólo de identificar y estudiar los microorganismos que los alumnos pueden encontrar en sus observaciones, sino también de ver los tipos de estrategias que se desarrollan cuando las condiciones dificultan el desarrollo normal de la vida de los microorganismos.

Esto conlleva la observación, la puesta en común, la elaboración de hipótesis y el diseño de experimentos para poder contrastar estas hipótesis. Para poder hacer bien esta tarea, es importante que los alumnos puedan contar con un buen grupo de fotografías y vídeos que hayan obtenido en varias observaciones.

Hay, ciertamente, la dificultad de poder identificar y conocer los ejemplares que se van encontrando. En nuestro caso, el *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce*¹ ha sido una herramienta básica, tanto de cara a la identificación de ejemplares, como en el conocimiento y descripción de las formas de vida de los organismos. Pensamos que puede resultar muy útil a todas aquellas personas que se dejen cautivar por el mundo de los organismos microscópicos.

¹ Heinz Strebler, Dieter Krauter (1987) *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce*. Barcelona: Edicions Omega.

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat



Otro libro muy recomendable, sobre todo por la calidad de sus ilustraciones, es *Biodiversitat invisible*, de Rubén Duro². Por otra parte, también se pueden consultar muchos libros dedicados a la microscopía, con apartados dedicados específicamente al estudio de los microorganismos.

Por último, en la red hay también páginas muy interesantes. Destacamos la del *Proyecto Agua*³, sobre todo por la calidad de su galería de imágenes.

MATERIAL QUE SE HA UTILIZADO PARA EL ESTUDIO

Las observaciones se han hecho con un microscopio Optika B-192. Para poder captar las imágenes, se ha sustituido uno de los oculares para la cámara DinoEye AM7025X. Las imágenes se han transmitido, vía puerto USB, al ordenador portátil con el que se ha confeccionado este pequeño estudio.

En algunas ocasiones, en lugar de los microscopios mencionados se ha utilizado directamente la lupa Dino-Lite AM4515T8-EDGE, que nos ha permitido obtener imágenes de unos 900 aumentos. En estos casos, como fuente de luz se ha utilizado el iluminador Dino-Lite BL-CDW. También se ha utilizado un soporte muy estable ya que, con aumentos muy elevados, cualquier pequeña vibración en la mesa de trabajo provoca el movimiento de las imágenes obtenidas por la lupa.

El material de laboratorio se ha limitado a portaobjetos, pipetas y a diversos recipientes. En cuanto al musgo, había sido recogido en las paredes de una balsa situada en Puigsagordi (Osona).

² Rubén Duro (2011) *Biodiversitat invisible*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, Institut de Cultura i Institut d'Estudis Catalans.

³ <https://www.flickr.com/photos/microagua/>

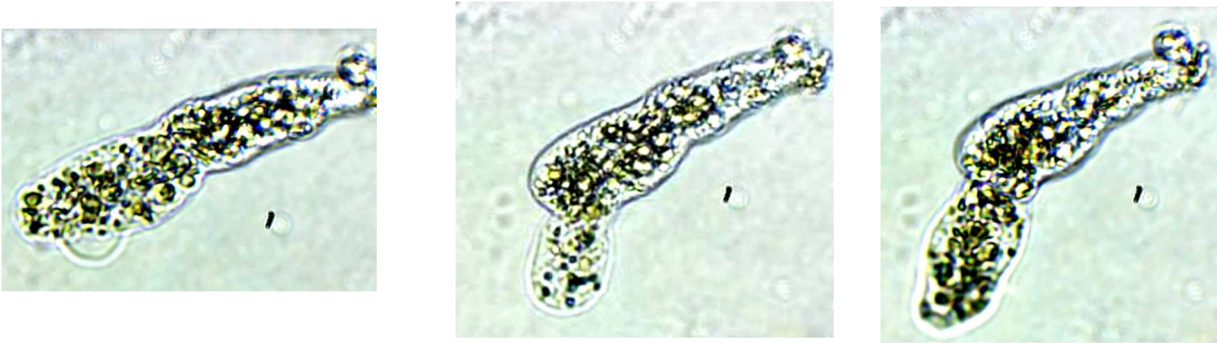
Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat



LA VIDA EN EL MUSGO. ORGANISMOS QUE SE HAN PODIDO OBSERVAR

Las amebas son organismos unicelulares que atrapan entre los pseudópodos todo lo que les pueda servir de alimento.



Secuencia del desplazamiento de una *ameba*.

Cuando se trata de la absorción de líquidos, se habla de pinocitosis, mientras que el término fagocitosis se utiliza para la incorporación de sólidos. Si se trata de organismos vivos, parece que estos quedan paralizados en contacto con la ameba. Los pseudópodos la rodean, se forma una vacuola digestiva y los jugos digestivos, que llegan desde el citoplasma, digieren la presa. Posteriormente se absorbe el alimento y, en cuanto a los restos de la digestión, estas son vaciadas hacia el exterior.

Aparte de las vacuolas digestivas, hay también las vacuolas pulsátiles, que sirven para graduar la cantidad de líquido en el interior de la célula. De alguna manera se puede decir que actúan como sistema renal de la célula.

La reproducción se hace por bipartición. Cuando se lleva a cabo la separación de los organismos, ya se ha producido la división del núcleo, con todo lo que ello conlleva.

Tecamebas

Aparte de las amebas desnudas como la de las imágenes anteriores, hay también las *tecamebas*, como esta *Diffflugia*, que viven protegidas por un estuche formado por proteínas que ellas mismas fabrican y que a veces ornamentan con otros materiales recogidos del entorno.



Consigue tu Dino-Lite a:



Las *tecamebas* despliegan los pseudópodos tanto para alimentarse como para desplazarse. Bacterias, algas, flagelados, diatomeas y ciliados forman parte de su alimentación.



Choque de un rotífero con una *tecameba*.



Encuentro de dos *tecamebas*.

En cuanto a la reproducción, las *tecamebas* con tecas delgadas se dividen de manera longitudinal. En los casos de tecas gruesas, la ameba sale fuera, se divide y termina formando una nueva teca.

Ciliados

Los *ciliados* son microorganismos unicelulares, de muchos géneros y especies, con formas y tamaños muy diferentes. Están recubiertos de cilios, aunque a veces estos rodean el cuerpo celular sólo de manera parcial. Utilizan los cilios tanto para moverse como para conseguir el alimento, formando una corriente que lo dirige hacia el interior.

En el interior se forman las llamadas vacuolas digestivas que, mediante unas enzimas, digieren la toma y absorben el alimento, y vuelven al exterior los restos que no pueden aprovechar.



Spathidium,⁴ con vacuolas bien visibles.



Spathidium girando alrededor de una *tecameba*.

⁴Agradecemos la determinación hecha por Antonio Guillén, del *Proyecto Agua*, según el cual el ejemplar de las imágenes “es del género *Spathidium*, parece del grupo *Spathidium amphoriforme*”. I añade: “se trata de un género que se encuentra en continua revisión desde hace unos cuantos años y al que se están incorporando nuevas especies producto de nuevos hallazgos.”

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
 www.enfoca.cat



Como en el que ya se ha mencionado al hablar de las amebas, hay también las vacuolas pulsátiles. Hay que tener presente que la membrana de estos microorganismos es semipermeable. El agua va entrando y, si no se regulara la cantidad, el organismo acabaría explotando. En las siguientes imágenes se puede ver la explosión de un ciliado. La membrana cede y el contenido se esparce por el exterior.



Explosión de un ciliado.

Otros ciliados que se han encontrado en la misma muestra son *Blepharisma* y *Colpoda*.



Blepharisma



Colpoda, con forma de riñón.

En los *ciliados* se produce la división celular. La separación progresiva de los organismos resultantes se da cuando ya se ha llevado a cabo la división del núcleo. Antes de separarse definitivamente, los dos individuos se mueven de manera conjunta. Una vez escindidos, cada uno emprende la propia vida al margen del organismo del que se acaba de separar.

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat



Diatomeas

Las *diatomeas*, también llamadas algas amarillas, son organismos unicelulares con las paredes recubiertas de ácido silícico. Hay especies que se pueden encontrar formando colonias. Como algas que son, realizan la función clorofílica. Pero el pigmento verde queda camuflado por la ficoxantina, que les confiere el color amarillo característico.

Se habla de *diatomeas* céntricas y de *diatomeas* penadas. Las céntricas tienen forma redonda o poligonal. Las penadas son alargadas. Estas últimas se desplazan gracias a un sistema que les permite reptar por el sustrato. Lo hacen a través del llamado "rafe" que, como si se tratara de una grieta, deja sobresalir unas fibras que se contraen rítmicamente y permiten el movimiento del organismo.



Con el ir y venir, esta diatomea parece navegar entre arrecifes. En realidad, sería más correcto decir que se desplaza reptando sobre el sustrato.

El ácido silícico confiere dureza a las dos tecas que protegen el organismo. Como en una pequeña caja, la parte superior es un poco más grande que la inferior. Empleando un vocabulario más apropiado, podemos decir que la teca superior (*epiteca*) sobresale de la inferior (*hipoteca*), que es más pequeña.

Esto es importante en la reproducción, que inicialmente se lleva a cabo por división celular. En estos casos, cada una de las dos tecas se convierte en teca superior (*epiteca*) del individuo resultante. Se generan nuevas tecas inferiores (*hipotecas*), que en cada división se van convirtiendo en más pequeñas. Un mecanismo para evitar este empequeñecimiento progresivo consiste en pasar del sistema de reproducción por bipartición, a la reproducción sexual.

Esta cajita que constituyen las *diatomeas* puede mostrar las caras superior e inferior (*valvas*), o bien las caras laterales (*pleuras*).



Visión valvar y pleural de una *diatomea*.

Consigue tu Dino-Lite a:





Visión valvar de una *diatomea* mientras atraviesa, de izquierda a derecha, el campo visual.

Tardígrados

Los *tardígrados* son organismos pluricelulares que se encuentran sobre todo en la película de agua que rodea el musgo y los líquenes. Mantienen el mismo número de células durante toda su vida, pero mudan entre cuatro y seis veces. Es fácil poder ver e identificar sus exuvias.



Tardígrado y exuvia de tardígrado.

Tienen cuatro pares de patas, terminadas en garras. Estas garras, que les posibilitan agarrarse y avanzar en los sustratos, los dificultan en cambio la movilidad sobre la superficie lisa del portaobjetos. Es un aspecto a tener en cuenta, ya que la dificultad en el desplazamiento facilita su observación.

Destacan por su gran capacidad de resistencia. Ante la falta de agua se encapsulan y disminuyen al máximo su metabolismo. Pueden estar años en este tipo de estado en el que quedan como una

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat



especie de barriles arrugados e inmóviles. El retorno a condiciones favorables es para ellos también una vuelta a la actividad vital.

Según consta en una página web de la NASA⁵, responsable del envío de tardígrados al espacio en un transbordador, son capaces de sobrevivir durante décadas sin alimento y sin agua, pueden aguantar temperaturas cercanas al cero absoluto y hacer frente a elevadas exposiciones de radiactividad. Según esta fuente, la posibilidad de reparar su propio ADN tiene que ver también con esta capacidad de supervivencia.

En cuanto a la alimentación, perforan con su estilete las hojas de musgo o de algas y succionan su contenido.

Se reproducen por huevos y lo pueden hacer en un proceso de reproducción sexual, o bien por partenogénesis.

Nematodos

Los *nematodos* son organismos pluricelulares con un número de células constante durante toda su vida. Mudan la cutícula que les rodea, pero se les desprende a tiras. Por tanto, no podemos encontrar la exuvia entera.

La alimentación es muy variada. Hay especies parásitas. Los *nematodos* que encontramos en forma libre pueden digerir *detritus*, *algas*, *bacterias*, *rotíferos* e incluso otros *nematodos* más pequeños que ellos mismos. Tienen la boca adaptada para succionar, prensar o triturar. Disponen de sistema nervioso, con un cerebro que está situado alrededor de la faringe.

La diferenciación de sexos es muy marcada. Las hembras son más grandes que los machos y se mueven de manera más lenta y suave.



Nematodo hembra, con una pequeña tecameba cerca de la cola.

⁵ <https://apod.nasa.gov/apod/ap130306.html>

Consigue tu Dino-Lite a:





Nematode macho. Con sus rápidos movimientos crea formas geométricas bien atrevidas.

En contraste con esta variedad de movimientos, los *nematodos* responden a la falta de agua con una inmovilidad total, de la que se recuperan cuando encuentran las condiciones que les permiten volver a su actividad.

Rotíferos

Los *rotíferos* son organismos pluricelulares, pero con un máximo de un millar de células. Tienen tres secciones diferenciadas: la cefálica, la torácica y la pedia. Disponen de un ganglio cerebral encima del que hay dos ojos dorsales. Dos ojos más están en posición frontal. A pesar del bajo número de células, tienen sistema nervioso y disponen de musculatura. Tienen también órganos renales que expulsan el exceso de agua del organismo.

No mudan. La cubierta que los rodea les permite estirarse y encogerse, replegarse fácilmente sus coronas de cilios y, cuando las condiciones son desfavorables, encapsularse. Cuando las condiciones vuelven a ser favorables, desarrollan el pie, que actúa como órgano de dirección y también de fijación. Después acaban de salir del encapsulamiento desplegando el resto del organismo.



Rotífero saliendo de su encapsulamiento.

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat



Es fácil observarlos con el pie fijado y captando el alimento por el extremo opuesto moviéndose de manera radial. Cuando se desplazan, pueden aprovechar la capacidad de encogerse y estirarse que tiene su organismo, o bien utilizar las coronas de cilios como hélice de propulsión, avanzando así de manera muy rápida.



Los *rotíferos* obtienen el alimento en un proceso de filtrado y de trituración. La corriente formada por las coronas de cilios dirige el agua hacia la boca. El alimento es triturado por el *mástax*, órgano en el que desembocan unas glándulas salivales. Resulta muy fácil de ver la actuación de este aparato, con una especie de latido rítmico que le permite ir triturando el alimento.

La reproducción se hace por partenogénesis, con presencia de fases sexuales condicionadas por factores ambientales.



A MODO DE CLAUSURA

A pesar de las dificultades que antes se apuntaban de cara a la determinación y conocimiento de los microorganismos, podemos hablar en cambio de la gran facilidad de poder disponer de muestras de cara a su estudio. Charcos, balsas, estanques, lagos ... Y, a nivel doméstico, cualquier recipiente donde se haya podido acumular un poco de agua de riego o bien de lluvia. Por otra parte -y es el caso de este pequeño trabajo-, podemos contar con pequeñas alfombras de musgo que esconden un montón de vida en el agua que recubre sus tejidos.

No siempre se tiene al alcance una buena alfombra de musgo para poder coger sólo una pequeña muestra (procurando siempre no dañar el conjunto). Sin embargo, a base de observar, se acaban encontrando pequeñas muestras a veces en los lugares más insospechados, ya sea en una pared de piedra, entre las juntas de las baldosas de una terraza o tal vez en el plato de una torrecilla.

Cuando el musgo se congela y el agua que la rodea deja de estar en estado líquido, muchos microorganismos son capaces de sobrevivir. Lo mismo ocurre cuando el musgo se seca y desaparece la capa de agua superficial donde viven estos microorganismos. En ambas situaciones su capacidad de resistencia se pone a prueba.

Desde este pequeño trabajo queremos animar a profesores y alumnos a observar y estudiar las estrategias que son capaces de desplegar los microorganismos para poder hacer frente a condiciones ambientales extremas. Condiciones en las que, para muchos otros seres, la vida sería imposible.

Consigue tu Dino-Lite a:

ENFOCA
www.enfoca.cat

