

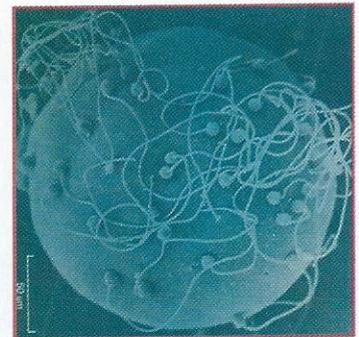
# DIFERENCIACION CELULAR

Miguel Rubio Godoy

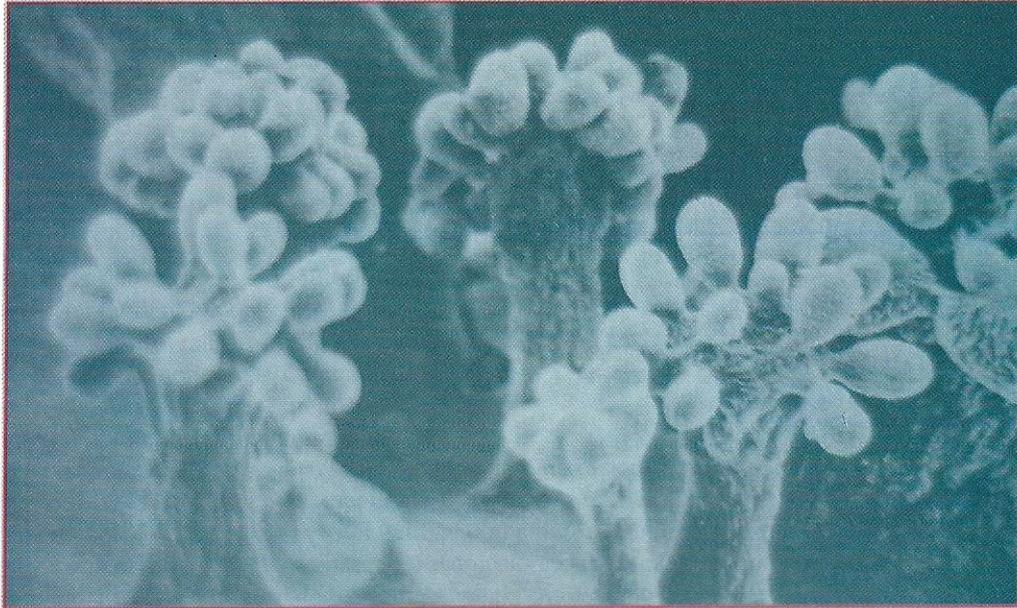
Los ornitólogos observan y piensan en las aves con gran cariño y dedicación. En el resto de las personas, los pájaros –sin que esto implique un albur–, tal vez despierten sentimientos de simpatía o admiración, pero difícilmente dedicarán parte importante de sus cavilaciones a pensar en estos seres. Claro está que si el ave en cuestión es una cigüeña, entonces incesantemente rondará nuestros pensamientos. Si en las entrañas de una mujer se han fundido un óvulo y un espermatozoide, habrá de nuevo, por irrepetible ocasión, comenzado una nueva vida. La fascinación humana por este acto de creación, de perpetuación de nuestra temporal existencia, ha dado lugar a infinidad de indagaciones y explicaciones al respecto. Interpretaciones mitológico/religiosas hay tantas como creencias diferentes existen. La ciencia, por su parte, ha develado datos fundamentales acerca de los protagonistas y de su papel durante este decisivo acontecimiento.

En el múltiple concierto de la fecundación, obviamente los gametos (óvulos y espermatozoides) son los solistas. Como tales, logran que la velada sea todo un éxito reproductivo en su caso. De la fusión de dos gametos surge una célula primordial, única, conteniendo en su ADN (ácido desoxirribonucleico) la información genética de ambos progenitores para crear totalmente un ser. Al irse dividiendo, de manera paulatina, las células resultantes irán dando origen a distintas estructuras morfológicas (que justifican la existencia de los morfo-mitólogos...), y tras los consabidos nueve meses, a un crío completo. Todo esto ya lo saben incluso los alumnos de 5o. grado de primaria, ¿a qué viene a cuento ahora? Lo asombroso de todo el asunto es que a partir de una sola célula madre individual broten millones de células hijas diferentes y con una función particular cada una. A este proceso, del cual no se puede decir a ciencia cierta que fluya de lo sencillo a lo complicado, sino acaso lo opuesto, se le llama diferenciación celular. Esta rama de las ciencias biológicas constituye uno de los mayores retos intelectuales aún por resolver. Su estudio, consecuentemente, implica varias de las preguntas más apasionantes del quehacer científico: ¿acaso toda la información para formar un nuevo ser está contenida únicamente en el genoma?, ¿de ser así, qué determina cuándo y qué parte de esta información genética se expresa?, ¿qué es lo que le confiere a la célula su capacidad de medir el transcurso del tiempo?, ¿cómo se van estableciendo las relaciones de interdependencia de las células de un ser multicelular?, etcétera.

Desde luego todos los seres animales pasan durante su desarrollo, llamado ontogenia, por un proceso de diferenciación celular. Pero el tener ánimo no es indispensable para poder diferenciarse. Las plantas, a pesar de no tener alma,



Micrografía electrónica de un huevo de almeja cubierto de espermatozoides



Cuerpos fructíferos de la myxobacteria *Chondromyces crocatus*

en el sentido clásico, también atraviesan por una etapa de diferenciación celular durante su crecimiento. Se sobreentiende que los organismos multicelulares, como un animal o una planta, que surgen de un óvulo fecundado, deban diferenciarse para dar lugar a los distintos tipos celulares que los componen.

¿Qué ocurre con los seres unicelulares? Microorganismos unicelulares los hay de dos tipos; procariontes y eucariontes, así llamados por carecer o presentar un núcleo celular, respectivamente. Las bacterias, que son procariontes y por lo tanto menos complejas que los eucariontes, se reproducen por bipartición. Normalmente originan dos células hijas iguales a partir de una sola célula madre. Sin embargo, en condiciones adversas, como durante la escasez de nutrientes o de oxígeno para respirar, algunas bacterias son capaces de diferenciarse: al dividirse dan origen a dos células diferentes entre sí. Algunas, como la *Bacillus*, generan una espora en su interior; otras, como la *Caulobacter*, una célula sedentaria con un tallo y otra que nada ágilmente propulsada por un flagelo; un tercer tipo, como la *Streptomyces*, forma enormes colonias organizadas en estructuras subterráneas y aéreas.

Si las bacterias tienen representantes capaces de diferenciarse, los eucariontes unicelulares —como era de esperarse— también cuentan con varios exponentes del arte de la diferenciación. Los ejemplos de seres aptos para diferenciarse en este grupo son más abundantes, pero sólo citaré dos hongos que han hecho de nuestra estancia en este planeta un suceso más agradable; *Saccharomyces cerevisiae* y *Ustilago maydis*. Tras estos rimbombantes apelativos se esconden los microorganismos responsables de la fermentación alcohóli-

ca y de que “suba” el pan; el primero, mejor conocido como levadura, y el segundo, de que en el maíz o el teosinte aparezca el delicioso huitlacoche. A pesar de que ambos son hongos unicelulares, que generalmente se reproducen por gemación asexual, exhiben muchos de los procesos cruciales para el desarrollo de los organismos multicelulares, como son la especialización celular y el establecimiento de interacciones de una célula a otra.

El indispensable aliado microbiológico de Baco —la levadura—, al igual que las bacterias, inicia su proceso de diferenciación al censar condiciones adversas. Dos tipos de levaduras genéticamente diferentes se atraen mediante feromonas (cualquier parecido a la situación humana no es pura coincidencia), y como si fuesen óvulo y espermatozoide se fusionan para originar esporas que los perpetuarán a ambos a pesar de la mala racha. El proveedor de manjares desde épocas precolombinas, el huitlacoche, por lo general prolifera de modo unicelular y gema sin causar daño alguno a la planta que lo alberga. También en su caso existen dos subtipos de hongos genéticamente diferentes en comunicación recíproca. Pero el asunto es más complejo, pues parece ser que éstos también interactúan con la planta en que se hallan. El resultado de esta múltiple interacción, que apenas y a penas comienza a desenmarañarse, es que el hongo se diferencia en un ser morfológicamente distinto, y además patógeno; lo que inmisericordemente deglutimos en distintas presentaciones son tumores vegetales, inducidos por este microbio.

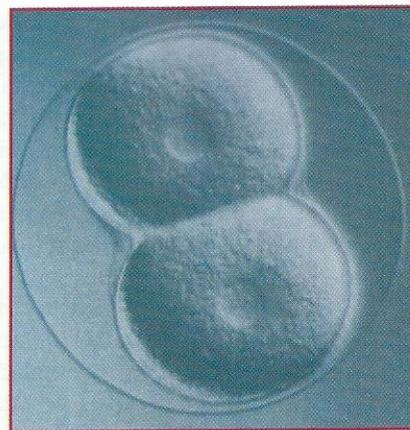
Al buscar seres que no sólo se diferenciaron como respuesta a condiciones adversas, sino como medio normal de reproducción, se hallaron a los volvocales. Estos

microorganismos eucariontes son capaces de nadar aislados mediante un par de flagelos, pero también tienen la capacidad de agregarse en colonias de cuatro, 16 o hasta 128 células, embebidas en una matriz gelatinosa, y de dividirse organizadamente. En el género *Volvox*, esta división organizada de microbios crea células reproductivas a partir de células somáticas. Los gametos resultantes son femeninos, grandes y obviamente con bellas curvas, y masculinos, pequeños y móviles. *Volvox* es el ejemplo más sencillo de diferenciación sexual; presenta diferentes vías de desarrollo celular para generar los óvulos y espermatozoides necesarios para su reproducción.

Aquí llegamos a un punto de unión entre la filosofía y la biología: la asociación que existe entre el sexo y la muerte. Tanto las bacterias y los eucariontes unicelulares que se reproducen asexualmente son potencialmente inmortales. De una célula nacen dos, de esas dos, cuatro, ocho, *ad infinitum*. Siempre queda una parte física de los padres en sus descendientes. Filosóficamente se puede vislumbrar ahí cierta capacidad de nunca viajar a Mictlán. Con *Volvox*, tan pronto aparece la sexualidad, también aparece la muerte. En cuanto este organismo tiene progenie, cumplió su papel evolutivo y muere. Es el primer ejemplo en el reino animal en el que el precio del sexo es la muerte natural. ¿Vale la pena pagar este precio? Aunque no nos sea dado abstenernos del sexo para no ir cimentando el edificio sin horizontes de la muerte, sí es una pregunta que el ser humano se ha formulado desde tiempos inmemoriales. El espíritu humano siempre ha estado expuesto a la conminante decisión entre una vida “espiritual” y una “animal”. Sin embargo, desde la santa hasta el voluptuoso, se puede hallar un hilo conductor, un aspirar común. El ambiguo deseo de zanjar el abismo de nuestra discontinuidad es algo que preocupa por igual a los adictos a las tómporas que a las temperaturas. Se persigue restablecer la perdida y añorada continuidad mediante la dedicación a lo ascético o la unión de los gametos, pero, al fin y al cabo, se anhela la misma meta. Cada quien resuelve, a partir de su propia muerte, la manera de perpetuarse. El empuje vital por buscar nuestra trascendencia supera cualquier convicción.

Al retomar el hilo biológico, dejarse llevar por un sano existencialismo es una buena manera de despreocuparse de nuestra temporalidad. Es mejor atesorar los episodios de nuestra existencia que indagar en demasía sobre el cómo se muere. Nuestro nacimiento, ese

episodio al que todos atribuimos con mucho retraso la importancia que merece, es la culminación individual de uno de los experimentos más audaces de la evolución: la creación de seres multicelulares. El surgimiento de seres multicelulares cada vez más complejos, o filogenia, se explica mediante la teoría de la evolución. Sin embargo, hasta ahora hay pocas explicaciones para la ontogenia, o surgimiento de seres multicelulares a partir de células individuales. El estudio de la diferenciación celular de organismos menos complejos que nosotros nos brinda la oportunidad de comprender cómo surgieron los entes pluricelulares y algunos procesos clave en nuestro propio génesis. Después de todo, si queremos abarcar el funcionamiento de seres compuestos por millones de células, primero tenemos que saber de todo lo que es capaz una sola célula. ☼



Segmentación de un huevo de erizo de mar fecundado

Miguel Rubio Godoy nació en México DF en 1968, en medio de los brinco olímpicos y estudiantiles de la época. Forma parte de la generación Cousteau, pues de pequeño gozó infinidad con las películas del mar del comandante francés y también del acuanauta mexicano Ramón Bravo. Incluso llegó a pensar en convertirse en biólogo marino, pero por una u otra causa acabó estudiando la licenciatura en Investigación Biomédica Básica en la UNAM. Ahora se escapa de la ciudad a la menor provocación para ir a bucear por ahí, y piensa hacer un posgrado en Microbiología o Inmunología. El presente artículo obtuvo el tercer lugar en el primer concurso de divulgación escrita en temas de frontera, organizado por la Samedicyt, el Conacyt y la UNAM.