

L'art de la vida

Els ratpenats, tot i ser criatures petites, són capaços d'emetre sons tan intensos que, si la nostra oïda estigués dissenyada per captar les freqüències ultrasòniques, ens sonarien com un Boeing enlairant-se o com l'altaveu d'un concert de *heavy metal*. Utilitzen el seu *sonar* –com el dels submarins però en versió natural– per guiar-se i per localitzar preses, i com que la intensitat del so disminueix amb la distància que recorre, necessiten emetre un soroll molt potent per poder sentir l'eco rebotat del cos d'una presa. La seva tecnologia biològica és tan precisa que pot detectar un àpat a sis metres de distància i distingir entre la llisor d'un escarabat i el vol confús d'una papallona.

Posem que un dia la presa és una arna. L'arna té les seves pròpies respostes evolutives a l'atac del ratpenat. Per exemple, té orelles que li permeten sentir-lo aletejant per allà. Però resulta que als àcars els encanta viure a les orelles de les arnes. Ara bé, si els àcars bloquegen les orelles de l'arna, l'arna no pot sentir el ratpenat, i si l'arna és devorada, l'àcar també. Què fan els àcars? En defensa pròpia, només *okupen* una de les orelles de l'arna perquè pugui tenir l'altra lliure. El primer que arriba tria orella i deixa un rastre químic perquè els propers sàpiguen a quina orella han d'anar. I ho saben.

Exquisit, increïble. Hi ha infinites maneres d'il·lustrar la sofisticació que ha assolit la vida després de milions d'anys d'evolució. Les formigues tallafulles, per exemple, no volen les fulles per menjar-se-les sinó per alimentar i criar els fongs que els agrada menjar. Els domestiquen des de fa 50 milions d'anys, i per tant tenen el dret de ser distingides com les primeres grangeres de la història de la biologia. Podríem seguir. L'ull és un artefacte natural d'alta tecnologia. Etcètera, etcètera.

Qualsevol ésser viu és una màquina molt més complexa i refinada que res del que hagi pogut produir mai la intel·ligència humana. Fins i tot una cèl·lula, que és la unitat mínima

A partir d'una primera cèl·lula, l'evolució ha creat les màquines tecnològicament més sofisticades i fascinants de la Terra. La biologia és la ciència que estudia totes les formes d'aquest miracle natural: la vida. Ara, una exposició del Centre de Regulació Genètica mostra les imatges amb les quals treballen els seus investigadors. Unes imatges que revelen l'immens valor artístic i creatiu dels éssers vius.

de vida, és un intricat engranatge de sistemes i processos que en gran part sabem descriure però que ni de bon tros comprenem.

Les cèl·lules són fàbriques microscòpiques. Els treballadors del sistema són les proteïnes, cadenes de complexes substàncies químiques que col·laboren per crear màquines espectaculars i increïbles estructures, com ara l'esquelet intern, que manté la cèl·lula junta. També hi ha proteïnes transportadores que utilitzen l'esquelet com a autopista per repartir menjar o substàncies químiques allà on es necessitin. Les cèl·lules també tenen una mena de sistema

digestiu que serveix per poder reciclar, ja que ruixa amb àcid els elements que ja no serveixen per dividir-los en compostos més simples que es puguin reutilitzar. Per proveir d'energia tota aquesta dura activitat, les cèl·lules també tenen les seves pròpies plantes energètiques: els mitocondris. A dins, hi ha turbines que giren a mil revolucions per minut recarregant milions de petites bateries químiques. Tot el que fem, ho fem amb l'energia que es produeix als nostres mitocondris.

Les cèl·lules no sols tenen la potència per fer feina sinó que també saben perfectament quines feines han de fer. Al nucli hi ha la direcció d'aquesta civilització microscòpica. És on hi ha l'ADN, en el qual figuren les instruccions precises –codificades en gens– per formar unes determinades proteïnes. El funcionament de la cèl·lula i les característiques fisiològiques d'un individu depenen d'aquest manual d'instruccions que defineix quines proteïnes cal crear. Una cèl·lula produeix milers de proteïnes cada minut per poder mantenir-se viva. I el cos pot fer dos milions de tipus diferents de proteïnes, codificades en uns vint-mil gens.

Els milions de cèl·lules que ens conformen estan fent totes aquestes feines ara mateix i sempre. Soles, sense haver de connectar-se al corrent. Nosaltres només hem d'ingerir menjar, aigua i oxigen, que elles fan tota la resta.

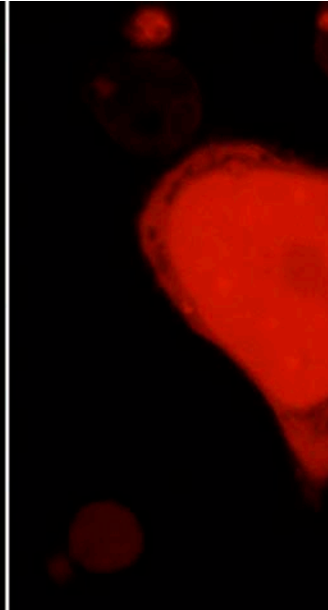
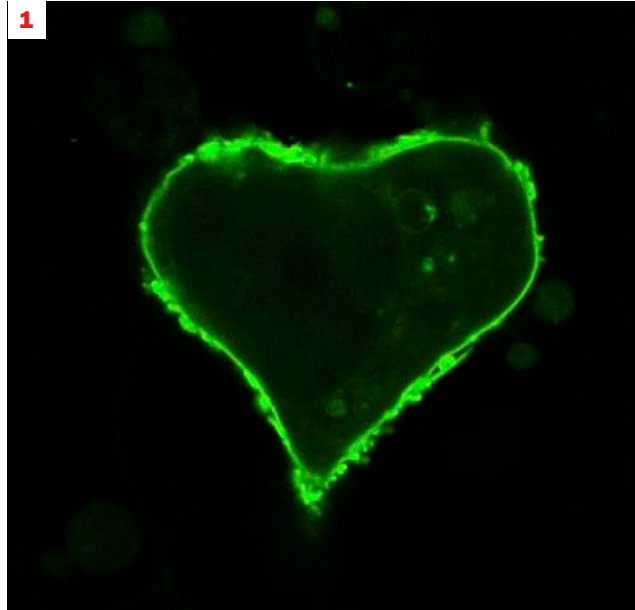
Com es va crear la primera espurna de vida? El procés lineal "ADN fa ARN fa proteïna" és conegut com el dogma central de la biologia cel·lular. És comú en les cèl·lules de tots els éssers vius, dels bacteris als humans passant pels insectes i les plantes. A més, el llenguatge genètic de l'ADN és el mateix. I no només el llenguatge: els éssers vius també comparteixen una gran part dels seus gens, que serien si fa no fa les frases concretes construïdes amb l'idioma genètic. El genoma humà és sorprenentment similar al d'una mosca, i si som tan diferents és perquè durant el desenvolupament de l'embrió, els gens que donen les instruccions s'apaguen i s'encenen en moments i amb intensitats diferents. De fet, en estat embrionari, els vertebrats tenen un aspecte molt similar. Totes aquestes característiques fona-

mentals comunes fan que la majoria de científics sostinguin que tots els éssers vius tenen un avantpassat comú: la primera cèl·lula.

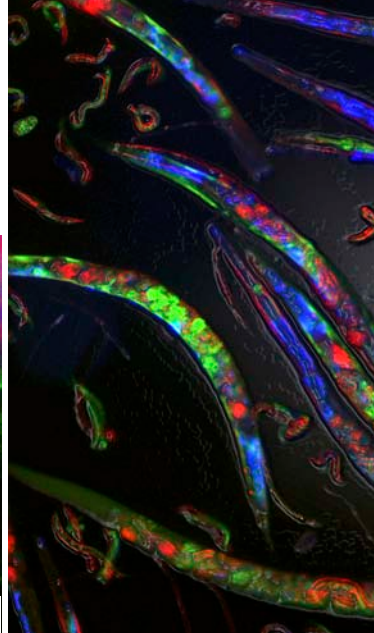
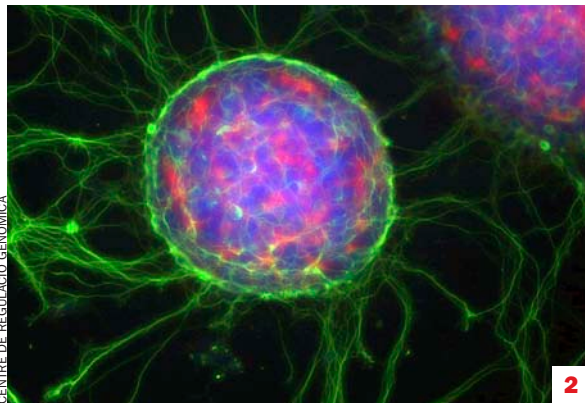
Charles Darwin no podia tenir coneixements genètics, però va observar i estudiar profundament molts éssers vius i va veure que compartien molts trets bàsics. A *L'origen de les espècies* no només proposa la teoria de l'evolució per dir que els humans vénen dels simis sinó que en l'últim capítol també proposa la idea que tota forma de vida té un avantpassat comú: "Puc deduir, per analogia, que probablement tots els éssers vius que mai hagin existit a la Terra descendeixen d'una sola forma primordial, en la qual la vida va ser engendrada pel Creador".

Tot i que en el seu llibre revolucionari Darwin atribuïa la primera espurna de vida al Totpoderós, l'any 1937 –vint anys abans de publicar-lo– va escriure en una de les seves llibretes aquesta frase: "La relació íntima entre els fenòmens vitals amb la química i les seves lleis fa concebible la idea d'una generació espontània". I ja al 1871, en una carta famosa enviada al seu amic Joseph D. Hooker, botànic i explorador anglès, Darwin imagina "una petita bassa amb tot tipus d'amoníac i sals fosfòriques, llum, calor, electricitat etc." on es pogués "formar químicament un compost de proteïnes preparades per experimentar canvis encara més complexos". És a dir, contempla la possibilitat que l'espurna de la vida s'encengués amb un còctel químic.

Però com? No va ser fins el 1953 que es va aconseguir una pista empírica. Va ser gràcies a l'experiment Miller-Urey, que buscava posar a prova una teoria proposada als anys 20 que deia que les condicions de la Terra primitiva van afavorir reaccions químiques entre compostos simples fent que evolucionessin cap a molècules més complexes. Stanley Miller i Harold Urey van cuinar al laboratori un caldo de cultiu que consistia en una barreja de gasos que hi havia a l'atmosfera primitiva (hidrogen, metà, amoníac i vapor d'aigua), tancats en un recipient, a 80 graus i sotmesos a descàrregues elèctriques constants. El resultat va ser sorprenent, un dels més importants de la història de la biologia. Una part del carboni que hi havia al sistema s'havia



1. Imatge real d'una cèl·lula. Tots els éssers vius tenim alguna cosa en comú: partim d'una sola cèl·lula. La cèl·lula és el nostre cor. Autor: Phil Sanders. **2.** Un grup de cèl·lules ganglionars de la retina d'un ratolí. En verd s'aprecien els àxons neuronals, en blau els nuclis cel·lulars i en vermell exclusivament els nuclis de les neurones. Autor: Esteban Rozen. **3.** Exemplars adults d'un tipus de cuc amb els seus embrions a dins. Els embrions han estat sotmesos a reprogramació cel·lular per desenvolupar-se com a cèl·lules musculars. Autor: Adam Klosin.



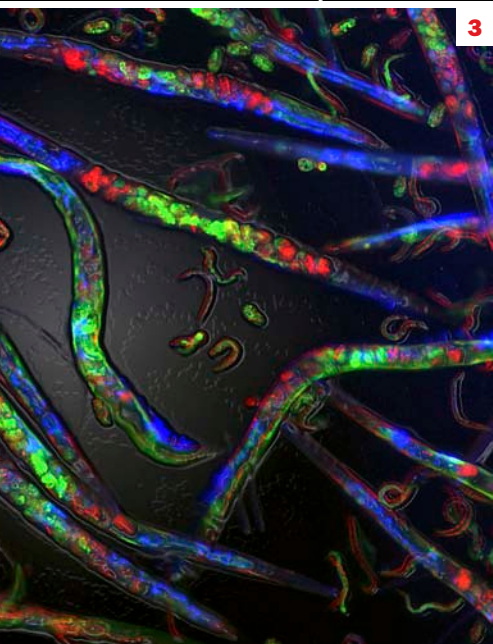
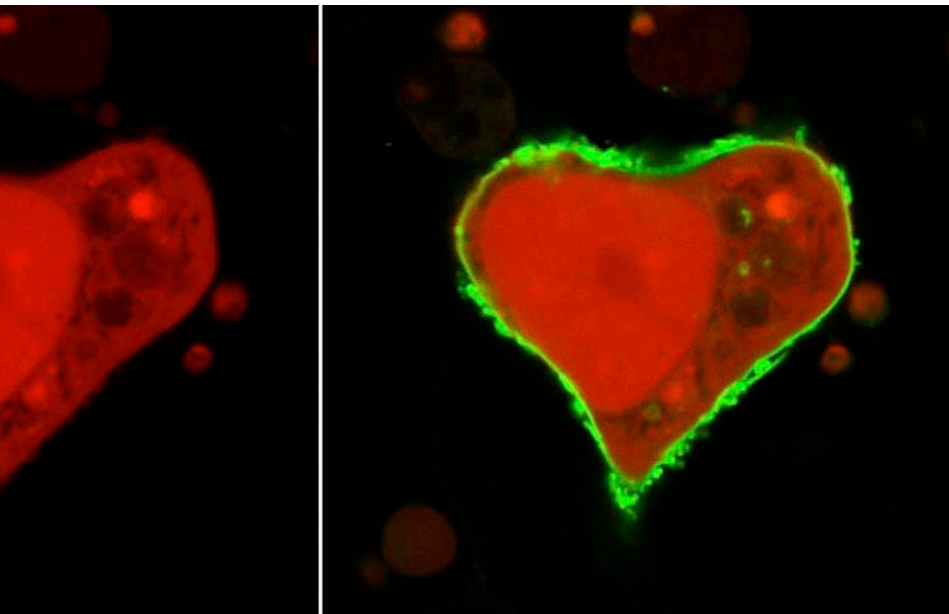
CENTRE DE REGULACIÓ GENÒMICA

convertit en compostos orgànics i, el més revelador, una part s'havia sintetitzat per formar aminoàcids, que són les unitats que componen les proteïnes i que es troben en tots els éssers vius. Això volia dir que amb els ingredients i l'ambient adequats, la matèria inorgànica es podia transformar en orgànica. No es va trobar cap rastre de les bases nitrogenades que conformen l'ADN, però l'any 2008, en un meteorit caigut a Austràlia als anys 60, van trobar uns compostos anomenats nucleobases que, fusionats amb molècules de sucre, representen els blocs de construcció més bàsics de l'ADN i de l'ARN. Per tant, a la Terra antiga s'haguessin

pogut crear proteïnes i haurien pogut arribar de l'espai les peces més simples dels àcids nucleics.

Encara queden, però, moltes preguntes per resoldre. Com es va poder crear la membrana que va aglutinar totes les parts de la primera cèl·lula? Per crear una proteïna s'han d'ajuntar molts aminoàcids en un ordre molt específic: com ho va fer la cèl·lula? Com es van codificar els gens de l'ADN? Hi ha un llarg etcètera d'interrogants.

Però passés el que passés, segons creu la major part de la comunitat científica, va passar un sol cop. A partir d'aquesta única i solitària oportunitat, la selecció natural ha anat triant durant



3

CENTRE DE REGULACIÓ GENÒMICA

milions d'anys les mutacions –que son casuals i arbitràries– i els trets genètics més capaços de sobreviure, i és així com la vida s'ha anat diversificant i refinant-se fins a arribar a oferir centenars de milers d'espècies incommensurablement sofisticades i complexes.

De minicervells i reprogramació cel·lular. A Barcelona hi ha un centre internacional que es concentra a comprendre la complexitat de la vida, del genoma a la cèl·lula fins a un organisme complet i la seva relació amb l'entorn. És el Centre de Recerca Genòmica (CRG), que combina la biologia, la química, la física i la

medicina per estudiar el vell i bell misteri de la vida. Hem parlat amb el seu director, Luis Serrano, i ens ha explicat les línies d'investigació del centre. El Departament de Bioinformàtica i genòmica, per exemple, s'ocupa de l'anàlisi i la comparació del genoma a través de programes informàtics. De fet, és una nova branca de la biologia sorgida arran de la revolució genètica, que genera una quantitat ingent d'informació que només pot ser processada amb potentíssims ordinadors. Al CRG també s'estudia la cèl·lula per entendre millor com funciona, així com la biologia del desenvolupament, que estudia el procés que segueix un zigot per convertir-se en un individu. Com ja hem dit, l'estadi embrionari és clau per entendre com poden desenvolupar-se éssers tan diferents a partir d'un genoma tan similar.

Quan els científics comencen a jugar amb els gens, la cosa es posa francament exòtica. Cal explicar primer que cada cèl·lula forma part d'un col·lectiu de cèl·lules especialitzades, són com una població amb una mateixa identitat. Així, n'hi ha algunes que *parlen* fetge i d'altres que *parlen* pulmons. També hi ha les famoses cèl·lules mare, a partir de les quals poden néixer totes les altres cèl·lules concretes. Doncs bé, Serrano ens explica que una de les activitats que duen a terme al CRG i que s'està treballant molt en el món de la genètica és la reprogramació cel·lular. Això vol dir que els científics

són capaços de reprogramar un cèl·lula de pell perquè passi a ser una cèl·lula mare i que, després, aquesta passi a crear cèl·lules del ronyó, del cor o del múscul. Aquest joc diví és el que en un futur permetrà crear òrgans complets al laboratori o regenerar qualsevol tipus de teixit malmenat. Serrano ens explica que a partir de cèl·lules tractades *in vitro*, ja s'han aconseguit crear alguns miniòrgans o organoides. Per exemple, un equip de científics japonesos va aconseguir crear un ull quasi complet a partir de cèl·lules mare de l'embrió d'un ratolí. I fins i tot s'han pogut *fabricar* minicervells o minironyons que han assolit característiques molt similars a les que tenen aquests òrgans a les nou setmanes de gestació.

L'enginyeria genètica permet unes filigranes futuristes, però la veritat és que és una ciència incipient que encara ha d'explotar amb molta més força durant les properes dècades.

Quan la ciència i l'art es troben.

El CRG ha organitzat una exposició que mostra imatges fetes pels investigadors del centre. Les fotografies que il·lustren aquest reportatge formen part d'aquesta exposició visualment espectacular, organitzada amb l'objectiu de compartir no només la recerca que es fa al centre sinó també la singularitat de les imatges amb les quals treballen els seus científics. Aquest combinat de colors no és producte del Photoshop, sinó que s'aconsegueix amb diferents tècniques que són científicament molt útils. Per exemple, s'agafen gens fluorescents de diferents colors que existeixen de manera natural i s'uneixen amb un gen de la cèl·lula que es vol estudiar. Aquests gens híbrids s'expressen a través de les proteïnes que regeixen, que passen a veure's de diferents colors. Això és molt útil per saber on i de quina manera s'expressen els diferents gens, però també és un goig per a la vista. L'exposició, titulada "Tree of Life. La complexitat de la vida: de la cèl·lula a l'organisme viu", es podrà veure fins el 12 d'octubre al Palau Robert de Barcelona. Si poden, no se la perdin. L'art i la ciència es fonen per explicar que la vida és l'expressió màxima de la creativitat i la bellesa.

Astrid Bierge