Les transicions: des del naixement de la vida als orígens del llenguatge

CRISTINA JUNYENT

En la història de la vida hi ha hagut moments clau de canvi, que han afavorit l'augment de la complexitat i la diversitat dels sistemes biològics. Són les anomenades grans transicions evolutives. Van implicar processos com ara noves formes d'emmagatzemar i transmetre informació o innovacions en la manera com els organismes cooperen i interactuen. La noció de transició evolutiva major va ser cristal·litzada pels biòlegs John Maynard Smith i Eörs Szathmáry, al seu llibre de 1995 *The Major Transitions in Evolution*, tot i que noa venia de nou. Segons Maynard Smith i Szathmáry, les grans transicions evolutives van ser vuit moments clau per l'augment de complexitat de la vida, que es va organitzar en estructures cada cop més sofisticades.

La primera gran transició va tenir lloc ara fa uns 3,8 milers de milions d'anys. Les primeres manifestacions de la vida eren molècules aïllades, com les d'RNA, capaces d'emmagatzemar informació genètica i replicar-se per multiplicar-se, i catalitzar alhora reaccions químiques essencials per a la vida. Aleshores els va resultar més eficient aïllar-se del medi per una membrana, i va diferenciar-se el medi intern del medi extern. Així, dins un entorn protegit i estable la replicació era afavorida i es reduïa el risc d'interferència per altres molècules. Aquesta **protocèl·lula** va establir les bases de la vida com la coneixem.

La segona gran transició va ser una integració; quan les molècules que es replicaven, independents unes d'altres dins la protocèl·lula, van acoblar-se en una estructura única. És a dir, que els gens —portadors de les instruccions per a fer els organismes— es van integrar en **protocromosomes**. No només es coordinava la replicació del material genètic, sinó que va evitar la competència entre gens dins la mateixa cèl·lula i va establir les bases per al desenvolupament de genomes més complexos.

La tercera transició va diferenciar les funcions les molècules que duen la informació genètica de les executores. Fins aleshores l'RNA emmagatzemava la informació i alhora exercia de catalitzador per afavorir les reaccions cel·lulars. El suport principal de la informació genètica va passar a ser el **DNA**, gràcies a la seva major estabilitat química; alhora que les **proteïnes**, més versàtils, es van convertir en les principals catalitzadores de reaccions químiques. L'**RNA** va mantenir el paper d'intermediari entre la gran molècula de DNA i les àgils proteïnes, i encara és el material genètic d'alguns virus, com el sars-cov-2.

La quarta transició va tornar a organitzar les cèl·lules. Dins la gran diversitat cel·lular d'aleshores, unes cèl·lules van engolir a altres amb diferents especialitats. Aleshores van aparèixer les cèl·lules compartimentades, amb orgànuls delimitats per membranes com el nucli i els mitocondris, estructures altament eficients que compleixen funcions concretes com ara la regulació dels processos cel·lulars o la generació d'energia. Tècnicament se'n diu que, gràcies a l'**endosimbiosi**, algunes cèl·lules **procariotes** van ser absorbides per formar-ne d'**eucariotes.** Tanmateix, procariotes encara en resten, moltíssimes; tots els bacteris i les arquees.

La cinquena transició va ser l'aparició de la **reproducció sexual.** Alguns éssers vius van deixar de reproduir-se mitjançant clons asexuals per formar poblacions sexuals amb intercanvi genètic. És un gran avantatge evolutiu, perquè incrementa la diversitat genètica, millora l'adaptabilitat a entorns canviants i redueix l'acumulació de mutacions perjudicials. És a dir, augmentava les probabilitats de supervivència. Els processos mitjançant els quals s'arriba a la reproducció sexual són la meiosi —la reducció de cromosomes a la meitat per unir-se després amb els de l'altre progenitor— i la recombinació genètica. Alguns organismes, com les plantes mantenen les dues menes de reproducció; clonació —esqueixos, estolons—, d'una banda, i flors i llavors, de l'altra. Fins al punt que es considerava impúdic el terme, que a l'edat moderna no era ben vist que les dones estudiessin les flors.

La sisena transició va tornar a ser cellular: una línia evolutiva va dur a la formació d'éssers vius que van donar lloc a **éssers pluricel·lulars**, que després donarien lloc a animals, plantes, fongs i algues. La cooperació entre cèl·lules per formar organismes multicel·lulars va permetre el desenvolupament de teixits especialitzats, i aquesta distribució del treball cel·lular va obrir la porta a organismes més grans i amb estructures i funcions més complexes. Tanmateix, segueixen existint éssers unicel·lulars, com els llevats.

La setena transició va augmentar la complexitat quan es van agrupar organismes: individus solitaris es van coordinar en **colònies** amb castes no reproductores. Algunes espècies —formigues, abelles i tèrmits— van evolucionar cap a una vida en grup amb divisió de rols. Això va millorar l'eficiència i la supervivència de l'espècie, amb la coordinació d'individus reproductius i treballadors.

Finalment, la vuitena transició va comportar una complexitat social a través d'una comunicació altament específica. Crear i transmetre unitats d'informació —mems—millora l'eficiència del grup. Els grans creadors de mems han estat les societats de primats, entre les que ens hi trobem. En el nostre cas, el llenguatge articulat ha permès una evolució sociocultural que transmet informació en la mateixa i entre generacions. Amb l'evolució d'eines, l'agricultura i la tecnologia, han accelerat el progrés de l'espècie humana i han multiplicat la seva adaptabilitat i impacte al planeta.

Aquestes vuit transicions de Maynard Smith i Szathmáry cap a la complexitat, segons alguns autors queden fora els virus com a catalitzadors principals de les transicions evolutives per permetre la formació d'estructures complexes. Altres autors opinen que han quedat fora la simetria bilateral i la cefalització, que agrupa els òrgans sensorials al cap, prop del cervell. O la capacitat simplificadora dels bacteris que han desenvolupat plasmidis, unitats moleculars de DNA aïllades del cromosoma, que poden transmetre informació de manera horitzontal entre bacteris. Aquest és el cas, per exemple, de la resistència als antibiòtics, un dels grans reptes a què ens enfrontem.