



# Equacions que expliquen el passat

Joaquim Fort és professor de Física a la UdG i ha desenvolupat unes equacions que expliquen com avançava l'agricultura al neolític. L'arqueologia ens diu que aquesta penetració va ser molt lenta a partir de les restes recollides, però és amb les matemàtiques que investigadors com Fort poden establir models d'aplicació general.

Fa deu anys el doctor Joaquim Fort va trobar, a la revista *Nature*, un article en què s'explicava la relació entre l'existència de l'agricultura i el nombre de llengües que es parlaven en un territori. En el text es defensava que allà on havia arribat l'agricultura el nombre de llengües era sensiblement menor que als llocs en què aquesta no havia fet acte de presència. El paradigma era Nova Guinea, una illa sense agricultura en què es parlaven milers de llengües. L'interès per la qüestió va dur Fort fins a Luigi Cavalli-Sforza, que uns anys abans havia desenvolupat unes equacions que volien modelitzar el progrés de l'agricultura i la genètica de poblacions humanes al món. L'investigador

gironí es va adonar que aquelles fórmules es podien refinar per respondre millor a les dades que els arqueòlegs anaven mostrant del procés pel qual els homes del neolític van substituir els caçadors recol·lectors que els precedien.

## La fórmula de Fort

Els arqueòlegs havien demostrat que el progrés de l'agricultura avançava a raó d'un quilòmetre per any, però els resultats que obtenien els que aplicaven les equacions de Cavalli-Sforza sense més divergien sensiblement. L'aportació de Fort va consistir a utilitzar noves equacions que tenien en compte un

L'aportació de Joaquim Fort va consisteix a utilitzar noves equacions que tenien en compte un *retard programat*, del tipus que s'utilitzava amb èxit per simular l'extensió dels incendis forestals o les epidèmies.

*retard programat*, del tipus que s'utilitzava amb èxit per simular l'extensió dels incendis forestals o les epidèmies. En termes de migració humana, la introducció d'un factor de retard programat reflectia el fet que, de manera general, els descendents dels pagesos que emigraven haurien hagut de créixer fins a esdevenir adults abans que, ells mateixos, es dispersessin en una nova migració. La conseqüència d'adoptar el model del retard programat va ser que, per primer cop, els resultats de les equacions coincidien amb les evidències arqueològiques. La investigació va ser publicada al *Physical Review Letters* del 1999 i el columnista d'un diari holandès, que va fer-se ressò de la notícia, es preguntava per què una informació d'aquesta mena no s'havia donat a conèixer també en una revista d'arqueologia. Fort va contestar en aquell moment que "les nostres pàgines farcides d'integrals i de desenvolupaments de sèries haurien estat amablement rebutjades, la qual cosa és, de fet, comprensible".

#### Un altre gir, encara

En aquell mateix article, però, el periodista recollia l'opinió d'un arqueòleg de Princeton, Peter Bogucki, que demanava no exagerar la importància dels models globals de difusió en arqueologia perquè "tampoc no podien explicar si l'agricultura es va estendre per l'avenç dels agricultors o per l'assimilació de la tecnologia per part dels caçadors recol·lectors". Han passat uns quants anys i, en certa manera, aquest estiu de 2008 Fort ha fet un altre gir al seu treball per acostar-se, una mica més, a la resolució d'aquest problema. Amb la publicació d'un article a la revista de la *Deutsche Physikalische Gesellschaft*, ha donat a conèixer unes noves equacions que tenen en compte la dinàmica de la interacció entre ambdós grups, la dels agricultors i la dels caçadors recol·lectors. En primer terme, l'investigador de la UdG ha desenvolupat el conjunt d'equacions que analitzen la dinàmica de la interacció entre els uns i els altres. La conseqüència ha estat que s'ha aconseguit adaptar la velocitat dels fronts d'expansió quan un grup envaeix un espai ocupat prèviament per un altre. S'han comprovat els resultats per mitjà de simulacions numèriques de la dispersió-reproducció, dutes a terme pel doctor Joaquim Pérez-Losada. En segon lloc, ha presentat una

Els models desenvolupats poden preveure l'efecte que una generació ha de madurar abans d'emprendre una nova migració i també que allà on es desplacen és possible que hagin de conviure amb altres éssers humans.

nova equació que, per primer cop, té presents la coexistència temporal entre invasors i envaïts. Això satisfà millor les simulacions i fa possible estimar el valor del paràmetre de la interacció entre els que hi arriben i els que ja hi eren. Tenim, doncs, que els models de Fort poden preveure l'efecte que una generació ha de madurar abans d'emprendre una nova migració i també que allà on es desplacen és possible que hagin de conviure amb altres éssers humans.

#### Modelitzar la realitat: un projecte europeu

Les equacions desenvolupades per Joaquim Fort s'emmarquen en un projecte de recerca europeu en el qual participen especialistes de set països diferents. Es tracta d'una mirada multidisciplinària en què treballen arqueòlegs, lingüistes, matemàtics i físics. L'objectiu és adaptar els models existents, que són molt generals, a realitats regionals per tal de descriure millor el progrés del neolític a les diferents àrees del continent. Per assolir-ho treballen amb bases de dades cada cop més acurades i es tenen en compte aspectes com les característiques del terreny, per arribar a entendre com incideixen els diferents factors en la dispersió del fenomen de l'agricultura. Hi ha un objectiu més ambiciós encara, que consisteix a explicar o analitzar si la diversitat cultural europea té arrels a la prehistòria.

#### Uns models amb diverses aplicacions

El desenvolupament d'aquestes equacions matemàtiques no sols és útil per a les migracions del neolític. Precisament, el perfeccionament del model ha de permetre obtenir dades més fiables en altres situacions en les quals es donin migracions o invasions, tant d'humans com d'animals i, més enllà, ha de ser beneficiós per conèixer millor l'evolució en l'espai de qualsevol població d'organismes vius. Per exemple, Fort va explicar la velocitat de les infeccions víriques en un altre article publicat al *Physical Review Letters* l'any 2002. El desenvolupament d'aquesta mena d'equacions portarà cap a un avenç de la modelització en disciplines com les ciències socials i la història. Només és qüestió de temps i de disposar de dades de qualitat.