



Willy Ramos. *Caravel·la*, 2008. Sèrie «L'evolució del color». Aquarel·la, 32,5 x 47.

EL NATURALISTA GEÒLEG

ELS ESTUDIS GEOLÒGICS DE DARWIN

Francisco Pelayo

Naturalist and Geologist. Darwin's Geological Studies.

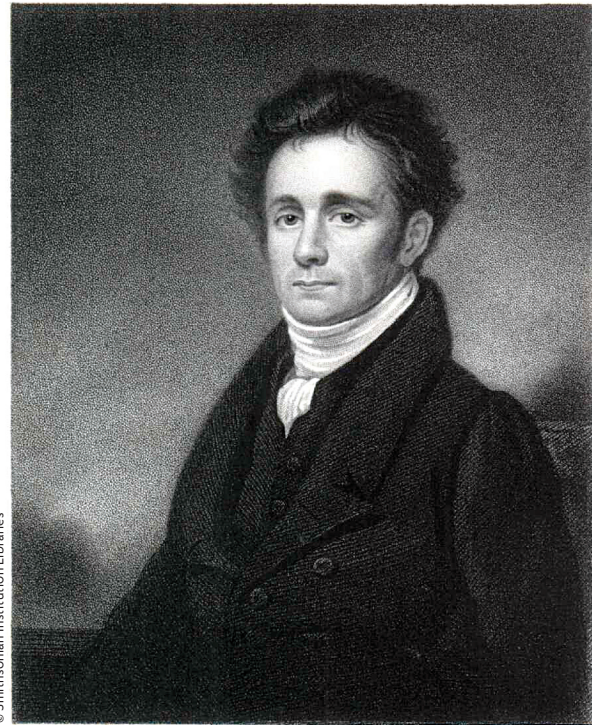
Charles Darwin was considered an expert geologist after his trip around the world on the *Beagle*; however, the subsequent success of his Theory of Evolution banished this side of the naturalist. This article looks at the main geological studies Darwin made and shows the esteem he held for Lyell's work.

La importància de la teoria de l'evolució sol relegar la rellevància que va tenir la geologia en l'obra científica de Darwin. Quan va arribar a Anglaterra després del seu viatge al voltant del món realitzat en el *Beagle* entre 1831 i 1836, va ser considerat com un expert geòleg, legitimant-se com a científic especialista en aquest camp durant les seues intervencions en la Geological Society de Londres i en els seus primers treballs acadèmics, on va quedar patent la seua rellevància com a naturalista de camp i teòric.

■ L'ENSINISTRAMENT DE DARWIN COM A GEÒLEG

Durant els dos cursos que va passar en la Universitat d'Edimburg, Darwin es va queixar de la tediosa docència que s'impartia en aquesta institució, sota l'esquema habitual d'avorrides lliçons magistrals. Especialment soporífer li va semblar el curs de geologia de Robert Jameson. L'efecte que li va produir el va determinar a no llegir mai més un llibre d'aquesta matèria, ni estudiar-la de cap manera, i això a pesar de la bona predisposició prèvia que tenia cap a l'estudi filosòfic d'aquesta ciència. Al marge dels valors pedagògics de les classes de Jameson, aquest geòleg havia ampliat estudis a Freiberg (Saxònia), on Abraham G. Werner ensenyava mineralogia i geognòsia en el marc d'una concepció geològica neptunista segons la qual en el seu origen el globus terraquí havia estat cobert per un oceà primordial, on es trobaven en suspensió els materials que després de sedimentar componien els actuals estrats terrestres.

Ja a Cambridge, John Henslow, professor de Botànica, el va persuadir perquè començara a estudiar geologia. El seu inici com a geòleg de camp va tenir lloc sota la direcció d'Adam Sedgwick, encarregat de la càtedra Woodward de Geologia a Cambridge, l'orientació ge-



Robert Jameson va ampliar estudis a Freiberg (Saxònia), on Abraham G. Werner ensenyava mineralogia i geognòsia en el marc d'una concepció geològica neptunista.

**«L'EFECTE QUE VA PRODUIR EN DARWIN
EL CURS DE GEOLOGIA DE JAMESON
EL VA DETERMINAR A NO LLEGIR MAI MÉS
UN LLIBRE D'AQUESTA MATÈRIA,
NI ESTUDIAR-LA DE CAP MANERA»**

DARWINIANA



MONOGRÀFIC



© Adam Sedgwick Collection

Adam Sedgwick era l'encarregat de la càtedra Woodward de Geologia a Cambridge durant l'època en què Darwin hi va estudiar. Va ser ell qui el va introduir en el treball de camp geològic.

ològica de la qual era catastrofista. El catastrofisme en geologia va ser postulat per Georges Cuvier, i atribuïa a grans catàstrofes geològiques esdevingudes en el passat el modelatge actual de la superfície terrestre.

Al començament d'agost de 1831, Sedgwick i Darwin van realitzar una excursió geològica pel nord de Gal·les. Va ser molt profitosa perquè Darwin s'ensinistrara en l'estudi geològic, ja que Sedgwick l'hi enviava perquè seguira una ruta paral·lela a la que ell realitzava, amb l'objectiu d'arreglar exemplars de roques i marcar en un mapa l'estratificació dels terrenys geològics. Després de retornar a casa, va rebre la carta de Henslow oferint-li l'oportunitat del viatge en el *Beagle*. Els objectius d'aquest viatge de circumnavegació eren completar els treballs hidrogràfics realitzats anteriorment per la marina britànica i dur a terme una sèrie de mesures cronomètriques. Tant l'almirallat com el capità Fitz-Roy eren conscients de les possibilitats científiques i econòmiques que podien proporcionar uns bons estudis geològics realitzats durant la travessia. Abans d'embarcar, Darwin va aconseguir el primer volum del llibre de Charles Lyell

Principis de Geologia, on s'exposaven els principis de la geologia actualista o uniformitaria. Henslow va aconsellar Darwin que llegira Lyell, però que procurara no creure-se'l, atesa la seua orientació geològica. A diferència dels catastrofistes, Lyell i la seua escola atribuïen només a les causes físiques i geològiques que actuaven en el present la inestabilitat històrica de l'escorça terrestre.

■ LA GEOLOGIA I PALEONTOLOGIA DURANT EL VIATGE EN EL «BEAGLE»

Des del començament del viatge, després de desembarcar a Porto-Praia, a São Tiago, a l'arxipèlag de Cap Verd, Darwin es va adonar de la superioritat del mètode geològic de Lyell. L'estudi geològic d'aquesta illa volcànica, que va acompanyar d'una breu descripció en el seu diari de viatge, va ser molt important per a refermar la seua adhesió a les idees geològiques actualistes. Va poder comprovar com eren d'encertats els supòsits de Lyell, en relació amb els moviments graduals del sòl, alçament i posterior subsidència que havia patit l'illa al llarg del temps.

Però el seu interès per aquesta ciència, els principis de la qual va aplicar a l'estudi de les formacions geològiques i restes paleontològiques de les costes sud-americanes, es va incrementar amb la lectura durant el seu viatge en el *Beagle* de l'obra de Lyell i del diari del viatge per Amèrica del Sud d'Alexandre von Humboldt. Per realitzar la seua labor com a geòleg, Darwin tot just va disposar d'un instrumental molt bàsic, com ara una lupa d'augment, una botella d'àcid per a mesurar l'alcalinitat, un goniòmetre, un imant o una canya de bufar per a mesurar la reacció a la calor. Durant el viatge Darwin va anar incrementat la seua solvència i experiència com a geòleg, realitzant, de manera meticulosa i metòdica, observacions i descripcions molt detallades d'estrats, arreglant exemplars de fòssils i mostres de roques, determinant les troballes, formulant hipòtesis i teories, etc., de manera que va anar configurant una identitat científica molt inclinada cap a la geologia.

Després de vorejar el cap d'Hornos i entrar en l'oceà Pacífic, Darwin va aprofitar l'estada a Valparaíso per a organitzar una expedició cap als Andes. Els resultats dels seus treballs de camp pel paisatge andí van ser molt fructífers des del punt de vista paleontològic. La troballa de petxines marines fòssils a 4.000 metres d'altura sobre

**«L'EXCURSIÓ GEOLÒGICA
AMB SEDGWICK VA SER
MOLT PROFITOSA PERQUÈ
DARWIN S'ENSINISTRARA EN
L'ESTUDI GEOLÒGIC I AL SEU
RETORN VA REBRE L'OFERTA
DEL VIATGE EN EL «BEAGLE»»**

el nivell del mar, i la presència de restes de coníferes fossilitzades a centenars de quilòmetres de distància de l'emplaçament actual de la platja li van confirmar la importància que tenia l'estudi dels canvis geològics del passat per a disposar d'una comprensió global de la inestabilitat històrica de l'escorça terrestre. Des de Valparaíso, Darwin va organitzar dues exploracions. Entre totes dues va poder apreciar els terribles efectes d'un terratrèmol. En la primera excursió va tornar a la regió andina, va travessar la serralada, la qual cosa li va permetre confirmar la seua hipòtesi de l'elevació gradual del sòl. En la segona es va dirigir cap al nord, al llarg de la costa xilena. Totes dues excursions van contribuir a augmentar el seu coneixement de la geologia sud-americana.

■ L'ORIGEN I LA FORMACIÓ DE LES ILLES DE CORALL

En arribar a les illes Cocos, a l'oceà Índic, Darwin va poder efectuar observacions i comprovacions sobre l'origen i formació dels atols i esculls coral·lins. En aquest punt, Darwin va refutar les idees geològiques de Lyell, qui havia sostingut que les illes de corall ubicades en mars càlids s'havien format assentant-se al voltant



© Cambridge University Library

John Henslow, professor de botànica a la Universitat de Cambridge, va ser qui va persuadir Darwin per estudiar geologia.

de cràters volcànics apagats, els quals havien patit un procés d'elevació fins a la superfície. Aquesta explicació de Lyell no acabava de convèncer Darwin, que pensava que els esculls de corall eren el resultat d'enfonsaments. Per a provar la seua hipòtesi va reunir dades que confirmaren les seues conjectures, va investigar la composició dels atols de corall mitjançant sondejos nombrosos i metòdics. Així va poder comprovar que l'escull de corall creixia a unes poques desenes de metres de profunditat. Per davall dels 40 metres només es trobaven coralls morts que formaven un gran esquelet calcari, que a vegades ocupava una gran extensió en les profunditats marines. Aquestes dades van servir perquè Darwin realitzara la seua proposta. Pensava que, després de formar-se la capa de corall sobre una illa volcànica, en una primera fase havia tingut lloc l'enfonsament lent de l'illa, que al seu torn havia provocat el creixement continu del corall al llarg d'una franja compresa entre la superfície i els 40 metres de profunditat. Comptat i debatut, a mesura que l'illa s'anava enfonsant augmentava l'escull coral·lí en incrementar-se els pòlips en la superfície, alhora que la part més profunda moria i acabava constituint una espècie de suport calcari. L'enfonsament, per tant, donava lloc als anells coral·lins formats per un creixement anul·lar entorn dels cràters originals, amb la típica estructura de l'atol que contemplava l'existència d'una llacuna en el seu interior.

Una implicació que es deduïa de l'estudi de les illes de corall era que el fons de l'oceà Pacífic patia un procés gradual d'enfonsament. Darwin va interpretar aquest fenomen geològic com una forma de compensar l'elevació de zones continentals, que ell havia tingut l'oportunitat de contemplar a Sud-amèrica, tant per la disposició dels estrats geològics en les cadenes muntanyoses com per l'efecte del terratrèmol que havia presenciat a Xile. D'aquesta manera, Darwin portava fins a les darreres conseqüències la geologia uniformitària de Lyell i proposava una hipòtesi d'un enfonsament gradual, bàsic per a formular una teoria general de l'equilibri dinàmic de l'escorça terrestre. Al mateix temps, aquesta inestabilitat històrica pròpia de l'escorça de la Terra implicava que havien canviat les condicions físiques del passat en què havien viscut els organismes sobre el globus terraquí. Semblava coherent pensar que aquestes mutacions geològiques del món físic inorgànic havien hagut d'afectar el desenvolupament i la diversitat del món orgànic

■ LEGITIMACIÓ COM A GEÒLEG

De tornada al món acadèmic anglès, Darwin va ser considerat com un geòleg expert. Les seues observaci-





Willy Ramos. *Abisal*, 2008. Sèrie «L'evolució del color». Aquarel·la, 56,5 x 38 cm.



Willy Ramos. *Porc espí*, 2008. Sèrie «L'evolució del color». Aquarel·la, 50 x 35 cm.

ons i treballs més rellevants sobre aspectes relacionats amb l'estudi de la Terra, que confirmaven els principis de la geologia actualista postulada per Lyell, serien exposats en la Geological Society of London i després publicats en les actes corresponents. Així, en els *Proceedings* i *Transactions* d'aquesta societat científica, per a la qual seria proposat i acceptat com a secretari, es publicarien entre 1836 i 1840 comunicacions seues sobre estudis geològics de les costes de Sud-amèrica, sobre l'elevació gradual de les costes de Xile, sobre els dipòsits de mamífers fòssils del Riu de la Plata, sobre les elevacions i subsidències dels oceans Pacífic i Índic deduïdes de l'estudi de les formacions de coralls, sobre les connexions entre fenòmens volcànics i els seus efectes en l'elevació dels continents, etc. En relació amb aquesta última teoria, Darwin va desenvolupar la seua síntesi tectònica global en l'article «On the connexion of certain volcanic phenomena, and on the formation of mountain-chains and volcanos, as the effects of continental elevations».

El resultat de les investigacions que va fer sobre els esculls de corall va aparèixer el 1842, en *The Structure and Distribution of Coral Reefs*. Dos anys després va eixir a la llum *Geological Observations on the Volcanic Islands visited during the Voyage of H.M.S. Beagle* i el 1846 va publicar la síntesi dels seus estudis i observacions geològiques en el llibre *Geological Observations of South America*.

Aquests primers treballs científics centrats en la geologia van ser un requisit metodològic previ, ja que, abans de plantejar-se qualsevol explicació basada en l'existència de canvis en el món orgànic, era necessari disposar d'un marc inorgànic adequat. I aquest no era un altre que una història de la Terra marcada per l'acció lenta i gradual, al llarg de milers i milions d'anys, dels mateixos fenòmens geològics que actuaven en el present.

Un reconeixement de la comunitat científica britànica a la seua activitat com a geòleg, adquirida durant els cinc anys que va durar el seu viatge al voltant del món, va ser la participació com a especialista en una obra col·lectiva, editada per John F. W. Herschell, *A Manual of Scientific Enquiry; Prepared for the use of Her Majesty's Navy: and Adapted for Travellers in General* (1849). A Darwin se li va demanar que redactara el capítol sobre geologia, que servira de model a tots els que havien d'ocupar-se

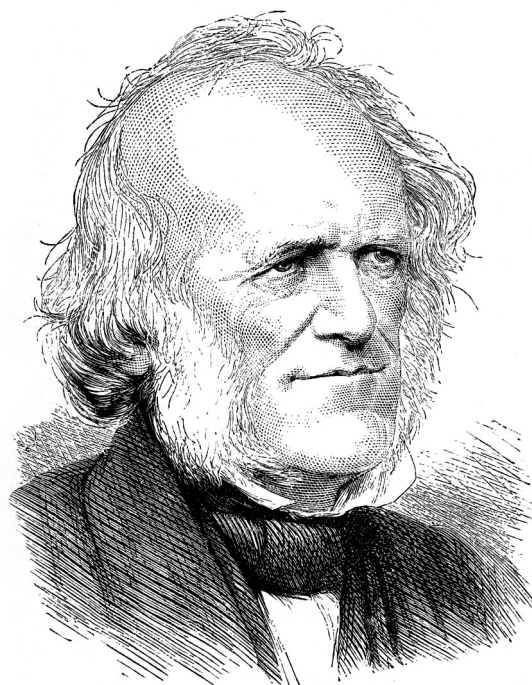
«DARWIN MANIFESTAVA QUE EL LECTOR DELS 'PRINCIPIS DE GEOLOGIA' QUE NO ADMETERA LA IMMENSA DURADA DELS TEMPS PASSATS HAVIA DE DEIXAR DE LLEGIR I TANCAR IMMEDIATAMENT EL SEU LLIBRE 'L'ORIGEN DE LES ESPÈCIES'»

d'aquesta ciència en viatges i expedicions navals. Va exposar una sèrie de directrius bàsiques, com ara observacions d'accidents geogràfics, mètode més adequat de recollecció de mostres, principals obres geològiques de referència, els instruments necessaris per al geòleg (martells, cisells, compasos, baròmetre de muntanya, clinòmetre per a determinar l'orientació espacial dels estrats rocosos, lents de butxaca amb tres vidres i nivells), etc.

■ LA GEOLOGIA EN «L'ORIGEN DE LES ESPÈCIES»

En les paraules inicials de la introducció a *L'origen de les espècies* Darwin va comentar la importància del coneixement geològic per a la seua activitat com a naturalista i per a plantejar la seua teoria de la descendència amb modificacions:

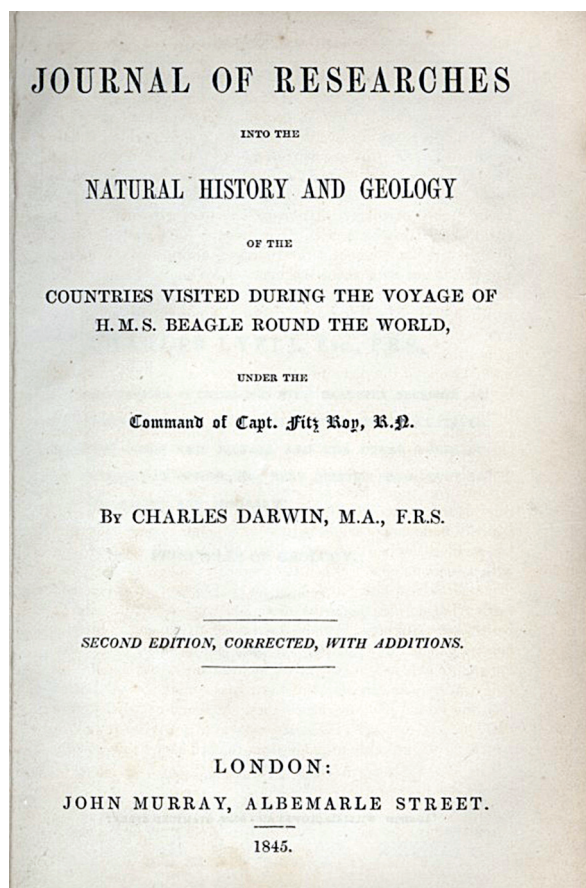
Estant a bord del *Beagle*, vaixell de guerra anglès, en qualitat de naturalista, em van impressionar molt certs fets en la distribució dels éssers orgànics que habiten Amèrica del Sud, i en les relacions geològiques dels actuals



© Cambridge University Library

Els treballs geològics de Charles Lyell van tenir una gran influència en Darwin. El llibre de Lyell *Principis de Geologia* va acompanyar el naturalista anglès durant el seu viatge en el *Beagle*.





Portada del *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the countries visited during the voyage of H. M. S. Beagle round the world*, 1845.

habitants d'aquell continent amb els ja passats. Aquests fets, com es veurà en els últims capítols d'aquest volum, pareixien fer alguna llum sobre l'origen de les espècies, misteri dels misteris, com ha estat anomenat per un dels nostres més grans filòsofs.

Darwin va dedicar dos capítols del seu llibre sobre l'origen de les espècies, «De la imperfecció dels registres geològics» i «Sobre la successió geològica dels organismes», a discutir les qüestions i problemes geològics i paleontològics més dèbils de la seua teoria de l'evolució. En efecte, la principal objecció que segons Darwin podia oposar-se a la seua teoria era que les formacions geològiques no mostraren l'existència d'una sèrie orgànica fòssil gradual que posara de manifest l'existència en el passat de formes intermèdies. L'explicació es devia, al seu parer, a l'extrema imperfecció del registre geològic. Per a ell, la causa més important de la deficiència del registre era que les diverses formacions geològiques estaven separades per immensos intervals de temps i no formaven una sèrie contínua. Aquesta in-

termitència de les formacions geològiques l'explicava Darwin a partir de les oscil·lacions del nivell del mar. Les dades geològiques que havia pogut reunir, deia Darwin, abonaven el fenomen de les oscil·lacions lentes del mar que afectaven grans àrees geogràfiques.

A més que no es trobaren restes fòssils de formes de transició, podia objectar-se que, perquè les variacions es pogueren efectuar tan lentament com postulava la teoria de Darwin, era necessari que el temps transcorregut haguera estat immens, solament això podia explicar un canvi orgànic tan gran. En aquest sentit, el deute de Darwin amb l'obra geològica uniformitària de Lyell quedava expressat quan manifestava que el lector dels *Principis de Geologia*—obra que considerava que havia provocat una revolució en les ciències naturals— que no admetera la immensa durada dels temps passats havia de deixar de llegir i tancar immediatament el seu llibre *L'origen de les espècies*.

Però també hi havia altres objeccions que podien argumentar-se contra la seua teoria de l'evolució, com l'aparició sobtada de grups d'espècies fòssils en les formacions geològiques i l'absència de fauna precambriana, que havia de ser nombrosa per a poder explicar la presència de les faunes fòssils posteriors en els estrats cronològicament més moderns.

Darwin, que no ignorava que la seua teoria de l'evolució es prestava a les mateixes objeccions que havien estat formulades contra la geologia actualista de Lyell, acabava el seu llibre sobre l'origen de les espècies afirmant que la selecció natural desterraria la creença en una creació continuada de nous éssers o de qualsevol modificació sobtada i gran en la seua estructura, igual com la geologia moderna havia desterrat idees com la de l'excavació d'una gran vall per una única onada diluviana, postulades per catastrofistes i diluivistes. Era una manera de vincular i accentuar l'estreta relació entre les dimensions històriques dels mons inorgànic i orgànic, posades de manifest per les noves orientacions geològiques i biològiques. ☺

BIBLIOGRAFIA

- HERBERT, S., 1986. «Darwin, geólogo». *Investigación y Ciencia*, 118: 80-87.
 HERBERT, S., 1991. «Charles Darwin as a Prospective Geological Author». *The British Journal for the History of Science*, 24 (2): 159-192.
 HERBERT, S., 2005. *Charles Darwin, geologist*. Cornell University Press. Nova York.
 RHODES, F. H. T., 1991. «Darwin's Search for a Theory of the Earth: Symmetry, Simplicity and Speculation». *The British Journal for the History of Science*, 24 (2): 193-229.
 SECORD, J., 1991. «The Discovery of a Vocation: Darwin's Early Geology». *The British Journal for the History of Science*, 24 (2): 133-157.

Francisco Pelayo. Grup d'Història Social i Cultural de la Ciència. Instituto de Historia (CSIC), Madrid.