

Serie / NOVA TERRA

**Evolución geodinámica del
Oroclinal Ibero Armórico**
Geología estructural, modelización
análoga y geocronología

Daniel Pastor Galán

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GEOLOGÍA “ISIDRO PARGA PONDAL”

A Coruña 2013

ISSN: 1131-3503
ISBN: 978-84-9749-548-6
Depósito Legal: C 655-2013
Imprime: Tórculo
A Coruña, 2013

Ilustración de cubierta: Anticlinal de Arbeyales, unidad de Somiedo (Zona Cantábrica), Asturias. El pliegue se reconoce en calizas devónicas de la formación Santa Lucía -Moniello. Estas rocas se plegaron durante la orogenia Varisca y justo después se todo el orógeno se volvió a plegar alrededor de un eje vertical formando el Oroclinal Ibero-Armoricano. Fotografía: Daniel Pastor Galán.

Maquetación: Daniel Pastor Galán.
Portada: Juan Ramón Vidal Romaní.

FICHA DE CATALOGACIÓN

PASTOR GALÁN, Daniel

Evolución geodinámica del Oroclinal Ibero Armoricano. Geología estructural, modelización análoga y geocronología/ Daniel Pastor Galán; [editor científico : Juan Ramón Vidal Romaní]. A Coruña: Universidade da Coruña, Instituto Universitario de Xeoloxía "Isidro Parga Pondal", 2013.

183 pp; 24 cm; 176 fig; Anexos. (Serie Nova Terra; 43)

Tesis Doctoral de la Universidad de Salamanca. Bibliografía: 157-180 pp. incluye índice, resumen , Abstract. Conclusiones en español e inglés.

ISBN: 978-84-9749-548-6 D.L.: C 655-2013
ISSN: 1131-3503

1. Variscico-Noroeste de Iberia-España 2. Geología estructural-Noroeste de Iberia-España 3. Oroclinal Ibero Armoricano-Noroeste de Iberia-España 4. Análisis de pliegues, modelización análoga-Noroeste de Iberia-España 5. Geocronología-Noroeste de Iberia-España 6. Europa

I. Vidal Romaní, Juan Ramón , ed. II. Universidade da Coruña, Instituto Universitario de Xeoloxía "Isidro Parga Pondal", ed. III. Tit. IV. (Serie : Nova Terra ; 43).

Esta publicación se ha realizado con papel procedente de una fuente gestionada responsablemente



Índice

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Concepto de oroclinal	5
1.2 Oroclinales a escala litosférica en el mundo	10
1.3 El oroclinal Ibero Armoricano	17
1.3.1 Marco geológico regional	19
1.3.2 Marco geológico local	21
1.3.3 Revisión histórica del oroclinal Ibero Armoricano	25
1.4 Objetivos y metodología	34
Capítulo 2: Análisis de diaclasas	37
2.1 Introducción	39
2.2 Métodos	42
2.3 Distribución de las diaclasas en el oroclinal cantábrico	45
2.4 Prueba del oroclinal	54
2.5 Discusión: cinemática del oroclinal Ibero Armoricano	56
Capítulo 3: Análisis de pliegues	61
3.1 Introducción	64
3.2 Metodología y procesamiento de datos	65
3.3 Descripción de los pliegues	67
3.4 Interpretación del patrón de interferencia	74
Capítulo 4: Modelización análoga	83
4.1 Introducción	84
4.2 Escalado de los modelos y métodos	85
4.2.1 Propiedades de los materiales análogos y escalado de los experimentos	85
4.2.2 Experimentos de plegamiento oroclinal	88
4.2.3 Experimentos de desprendimiento litosférico	93
4.2.4 Tomografía computerizada	94

4.3 Resultados	95
4.4 Limitaciones e interpretación de los resultados	101
4.5 Implicaciones de los resultados obtenidos en el oroclinal Ibero Armoricano	106
Capítulo 5: Geocronología	111
5.1 Muestreo	113
5.2 Metodología	114
5.3 Resultados	117
5.4 Discusión de las edades obtenidas	124
Capítulo 6: Evolución geodinámica del oroclinal Ibero Armoricano	133
6.1 Cinemática del oroclinal Ibero Armoricano	133
6.2 Dinámica litosférica del oroclinal Ibero Armoricano	134
6.3 Evolución tectónica y geodinámica del oroclinal Ibero Armoricano	138
Capítulo 7: Conclusions / Conclusiones	147
Capítulo 8: Referencias	157
Anexo D	183

Resumen

El oroclinal Ibero Armoricano se sitúa en la cadena Varisca del suroeste de Europa, que es un orógeno a escala continental -con dimensiones de 8000 km de largo y 1000 de ancho- que se formó como consecuencia de una colisión continental producida durante el Devónico y el Carbonífero. La deformación Varisca representa la clausura de entre dos y cuatro océanos situados entre los continentes de Laurentia, Báltica, Gondwana y varios microcontinentes durante la amalgamación de Pangea. El oroclinal Ibero Armoricano se caracteriza por presentar un patrón estructural con forma de arco de 180° que se puede seguir desde la península de Bretaña, a través del mar Cantábrico y el oeste de la península Ibérica, donde desaparece bajo el frente alpino del Sur de Iberia. Las interpretaciones más recientes consideran al oroclinal Ibero Armoricano parte de un sistema doble de oroclinales con forma de “S” que continúa hacia el sur de la península en el arco Centroibérico.

El oroclinal Ibero Armoricano ha sido objeto de muchos estudios, especialmente en su núcleo, que pretendían resolver la cinemática de su curvatura. De estos estudios se han desprendido varias hipótesis distintas para su formación: un arco primario procedente de un golfo Neoproterozoico, un arco progresivo resultado de la indentación de un bloque puntiagudo situado en Gondwana o Avalonia, una colisión no cilíndrica, un origen epidérmico basado en el cambio de la dirección de transporte de los mantos, una cizalla transcontinental y más recientemente un oroclinal verdadero formado por la rotación de un orógeno lineal alrededor de un eje vertical.

En esta tesis se ha estudiado la cinemática y dinámica del oroclinal Ibero Armoricano a través de la geología estructural, la modelización análoga y la geocronología de circones detríticos. De los datos presentados en este trabajo y publicados anteriormente se puede interpretar que el orógeno Varisco fue plegado alrededor de un eje vertical durante el Pensilvaniense superior en un proceso de 10 millones de años de duración. Las estructuras que se desarrollaron durante la formación del mismo, sugieren que el proceso de plegamiento se produjo debido a un cambio en el régimen de esfuerzos de este-oeste a norte-sur (en coordenadas actuales) lo que implicaría que el plegamiento se produjo por pandeo (*buckling*). Este proceso de plegamiento habría ocurrido a escala litosférica, que presumiblemente se deformó mediante el mecanismo de deformación longitudinal-tangencial. De acuerdo con la modelización análoga este plegamiento produciría una raíz litosférica bajo el núcleo del oroclinal producida posiblemente por plegamiento litosférico. Esta raíz habría dejado de ser estable gravitacionalmente en el límite Carbonífero-Pérmico, momento en el que comenzaría una inestabilidad tipo Rayleigh-Taylor que acabaría con el desprendimiento y hundimiento de la raíz litosférica en el manto astenosférico. Un proceso de desprendimiento litosférico como el descrito habría producido una inversión de la topografía como la que ha sido registrada en los circones detríticos.

Abstract

The Ibero-Armorican orocline is a central component of the Western European Variscan Belt, a complex continental-scale orogen (1000 km wide and 8000 km long) that formed through a series of protracted collisional events extending from ca.420 Ma to 320 Ma. Variscan deformation represents the closing of at least two – and possibly four – oceans between Laurentia, Baltica, Gondwana, and several micro-continents during the Paleozoic amalgamation of the Pangea supercontinent. The Ibero-Armorican orocline is characterized by the arcuate structural trend that traces an arc from Brittany across the Cantabrian Sea into western Iberia, where it is truncated by the Cenozoic Betic-Alpine front in southern Spain. New studies consider the Ibero-Armorican orocline as part of a coupled bend together with the southern Central-Iberian arc.

The Ibero-Armorican orocline is a curved orogenic system characterized by a 180° bend of the Variscan structural grain. The Ibero-Armorican orocline has been the object of many studies, especially at its core. The aforementioned studies have attempted to decipher the curved mountain belt kinematics, and a wealth of different hypotheses have been proposed: a primary arc inherited from a Neoproterozoic embayment; a progressive arc resulting from indentation of a point-shaped block situated either in Gondwana or in Avalonia, an oblique collision producing a non-cylindrical orogen, a thin-skinned orogen produced by a progressive change in the transport direction of the thrust units similar to a photographic iris, a large scale trans-continental shear zone, and more recently a true orocline formed by the rotation around a vertical axis of an originally linear orogen.

In this PhD thesis the kinematics and dynamics of the Ibero-Armorican orocline have been studied at a lithospheric scale through structural analysis, analogue modelling and detrital zircon geochronology. With the data presented in this thesis and all the previous data published, a plausible overall interpretation is that the Variscan orogen was folded around a vertical axis during the Pennsylvanian during a period that lasted about 10 m.y during the Late Pennsylvanian. The structures developed during the formation of Iberian-Armorican orocline buckling suggest that this process occurred due to a large change in the stress field from E-W to N-S (in present day coordinates), which implies that the folding of the orogen was produced by the mechanism of buckling. The buckling process affected the whole lithosphere, which would have been deformed by a dominant mechanism of longitudinal-tangential strain. According to the experimental analogue models, the root formed in the lithospheric-mantle beneath the core of oroclinal was probably caused by lithospheric folding. This root became gravitationally unstable at around the Carboniferous-Permian boundary. At that time it could begin to develop a Rayleigh-Taylor instability ending with the detachment and sinking of the lithospheric-mantle in the asthenospheric-mantle. This process of lithospheric-mantle detachment would have produced an inversion of the topography as recorded by the detrital zircons.