

## CATASTROFISMO Y ACTUALISMO EN ESPAÑA

FRANCISCO PELAYO LOPEZ

### RESUMEN

*La revisión metodológica del debate actualismo-catastrofismo propuesta por Hooykaas (1970) ha evidenciado la importancia de actualizar las coordenadas en que se movieron, durante la mayor parte del siglo XIX, los científicos españoles al abordar el problema de conocer la historia de la Tierra, las modificaciones de su corteza y el modo de aparición de las especies en el tiempo.*

*En España no existe ningún trabajo sobre las concepciones actualistas y catastrofistas. Los historiadores de la ciencia han tendido a simplificar este tema, considerando que la traducción de los Elementos de Geología de Lyell en 1847 por Ezquerro del Bayo marcó la introducción del actualismo en España, desechándose desde ese momento el sistema catastrofista.*

### ABSTRACT

*The methodological review of the Actualism-Catastrophism debate suggested by Hooykaas (1970) has proved the importance of re-considering the context in which Spanish scientists worked, for most part of the 19th century, on facing the question of getting to know the Earth's history, the changes on its surface and the way species appear in time.*

*There is no work in Spain on actualist and catastrophist views. Historians of science have often tended to simplify this subject by considering that Ezquerro del Bayo's translation of Lyell's Elements of Geology in 1847 meant the introduction of Actualism in Spain and the rejection of the catastrophist system since that moment. The question, however, at least as regards Paleontology, was much mo-*

*Sin embargo, al menos en lo que respecta a la Paleontología, la cuestión fue mucho más compleja, y así se puede apreciar en las obras de los principales geólogos españoles de 1830 a 1870: Casiano del Prado, Amar de la Torre, Vilanova y Piera, Luxán y Ezquerro del Bayo.*

*re complex, and so it can be observed in the writings of the main Spanish geologists between 1830 and 1870, such as Casiano del Prado, Amar de la Torre, Vilanova y Piera, Luxán and Ezquerro del Bayo.*

Palabras clave: Catastrofismo, actualismo, uniformitarismo, paleontología, evolución.

## Introducción

La importancia que el sistema geológico uniformitario<sup>1</sup> de Charles Lyell ejerció en la concepción del *On the Origin of Species* de Darwin ha llevado de una manera casi general a simplificar el debate que sobre la historia de la Tierra y del mundo animal se llevó a cabo en Europa durante gran parte del siglo XIX. Algunos autores como Hooykaas (1959, 1970) y Cannon (1960) han expuesto cómo, por el contrario, existió una complejidad de métodos y sistemas respecto a dicha cuestión. Hooykaas ha analizado la problemática metodológica de geólogos y paleontólogos franceses, ingleses y alemanes; por su parte Cannon incide sobre el contexto científico británico en el que Darwin desarrolló su labor.

Aunque existieron geólogos británicos que se adhirieron al catastrofismo como Sedgwick o Buckland, lo cierto es que los partidarios de las posturas más extremas de este sistema fueron científicos continentales, más concretamente franceses, como Cuvier y D'Orbigny. Los catastrofistas opinaban que en el pasado la Tierra se había visto sacudida por violentos y grandes cataclismos cuyas señales se detectaban en el paso de un estrato a otro y cuya explicación no podía hacerse recurriendo sólo a las causas físicas y geológicas que operan en la actualidad. Para la mayoría de los catastrofistas estos cataclismos generales habían ocasionado la extinción de los organismos existentes en ese momento, produciéndose a continuación de cada una de ellas una nueva creación de especies más complejas

orgánicamente que las existentes anteriormente. Sin embargo existieron catastrofistas partidarios de explicar la nueva población de animales por medio de migraciones. El desarrollo gradual en la complicación orgánica de las especies fósiles a medida que se acercaban a los tiempos modernos llevaba a los catastrofistas a defender la existencia de un progresionismo en el registro fósil.

El uniformitarismo preconizado por Hutton y Lyell suponía que en todas las épocas habían actuado las mismas causas geológicas, con la misma intensidad, que operan en el presente. Respecto a la Paleontología y para ser coherente con su sistema Lyell rechazaba que el registro paleontológico mostrara una tendencia hacia un desarrollo gradual progresivo. Además Lyell no aceptaba que los fósiles de especies tropicales que se encontraban fueran una prueba del enfriamiento gradual de la Tierra, hecho éste que también estaría en contradicción con una uniformidad permanente de la situación geológica. El uniformitarismo sería un sistema que carecería prácticamente de representantes teóricos fuera de Gran Bretaña. Así, en una fecha tan tardía como 1869 T.H. Huxley diría del uniformitarismo: "... es eminentemente una doctrina británica, y aún hoy ha hecho comparativamente pocos progresos en el continente europeo"<sup>2</sup>.

Entre estas dos posiciones, catastrofismo y uniformitarismo, se encontraban otras intermedias. Así Elie de Beaumont, geólogo francés, al exponer su sistema de levantamiento de cordilleras, que tendría una gran aceptación en España, admitiría que aunque en el pasado actuaron las mismas causas que operan hoy ocurrieron una serie de brotes discontinuos de gran energía en medio de períodos de calma los cuales determinaron la elevación de las cordilleras. Por eso se le puede considerar un catastrofista en cuanto al sistema pero un actualista en cuanto al método. Asimismo, otros autores consideraban que en el pasado la mayor energía existente en la Tierra, ocasionada por la acción del calor interno cuando la corteza terrestre tenía poco grosor al no estar totalmente solidificada, había dado lugar que ocurriesen fenómenos de gran intensidad, los cuales se habían dejado de producir debido al descenso gradual de la temperatura de la Tierra producto del aumento de espesor de la corteza a medida que ésta se solidificaba. Partiendo de esta concepción, un actualismo no catastrofista sería el representado por H.G. Bronn. Bronn, en un artículo premiado por la Academia de Ciencias de París y traducido al castellano en 1859<sup>3</sup>, consideraba al lento enfriamiento de la Tierra como una causa de cambio en faunas y floras terrestres. A diferencia de los progresionistas Bronn

no creía que hubiesen existido períodos especiales de creación sino que ésta se realizaba en todo momento dependiendo de las circunstancias exteriores. Sus trabajos le llevaron a emitir la creencia en una “ley de desarrollo progresivo” inherente al mundo orgánico.

España, durante la primera mitad del siglo XIX, será visitada por geólogos de diferentes países europeos con el fin de estudiar la historia geológica de la Península. En este sentido destacarán las relaciones con la Geología francesa, cuya concepción catastrofista influirá de manera predominante entre los geólogos y paleontólogos españoles de este período. De aquí que, aún destacando la traducción de los *Elementos de Geología* de Lyell por Ezquerza del Bayo en 1847, lo cierto es que en la historia de la Geología española se ha tendido a simplificar la cuestión actualismo-catastrofismo, ya que se ha considerado que esta traducción de la obra de Lyell y la consiguiente introducción del actualismo en Geología supuso el total abandono de la concepción catastrofista en España. Sin embargo, un análisis más profundo de los trabajos publicados por autores españoles revelan una situación metodológica más compleja y una adhesión en Paleontología prácticamente unánime al progresionismo de las especies que propugnaba el catastrofismo.

Un factor a tener en cuenta en este análisis es que la mayoría de los trabajos dedicados al estudio de las ciencias geológicas y paleontológicas durante el período de las regencias y el reinado de Isabel II pertenecieron a ingenieros de minas. Por ello, para conocer cuales fueron las corrientes metodológicas relacionadas con la historia de la Tierra y el modo de aparecer las especies en el tiempo es preciso hacer hincapié en la parte teórica de las publicaciones de autores relacionados con la Escuela Especial de Ingenieros de Minas.

### **Los sistemas catastrofista y actualista en los textos de enseñanza de la Escuela de Minas.**

La Escuela Especial de Ingenieros de Minas, creada por R.D. el 13 de abril de 1835, es la institución fundamental a la que hay que referirse si se quiere conocer el nivel de aplicación práctica que alcanzaron la Geología y la Paleontología españolas durante la mayor parte del siglo XIX. Por

ello para determinar en que medida influyeron los sistemas actualista y catastrofista en el grado de conocimiento teórico de los ingenieros de minas hay que remitirse necesariamente a las obras de texto que se utilizaron en esta escuela para la enseñanza de la Geología y la Paleontología.

En el *Anuario estadístico de la escuela especial de ingenieros de minas* (1878) Justo Egozcue Cía proporciona los datos suficientes para poder saber quiénes fueron y qué textos utilizaron los profesores de Geología y Paleontología en la Escuela de Minas desde 1836 hasta 1868.

En el inicio de las clases, en 1836, de la asignatura de Geognosia (aún no se llamaba Geología) se encargaría Rafael Amar de la Torre. Sus clases estarían basadas, en opinión de Egozcue, en la geognosia werneriana y en la obra del geólogo H.T. de la Bèche en lo que respecta a la cronología de las rocas<sup>4</sup>. El traductor francés del *A Geological manual* (1831) de De la Bèche, Brochant de Villiers, incluiría un resumen de las *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe* de Elie de Beaumont, siendo este apéndice el probable vehículo de difusión de las ideas de Beaumont entre los ingenieros de minas. En el último curso que explicó Amar de la Torre, 1847-48, aprovechó en gran parte la traducción de los *Elementos de Geología* de Lyell por Ezquerria del Bayo<sup>5</sup>.

El 9 de noviembre de 1845, por Real Orden, se crearía la asignatura de Paleontología encargándosele su enseñanza también a Amar de la Torre.

Desde 1849 a 1852 la enseñanza de la Paleontología en la escuela preparatoria para las de Caminos, Minas y Arquitectura, creada en 1848, correría a cargo de Felipe Naranjo y Garza. Naranjo se guiaría por las obras de los catastrofistas D'Orbigny y Pictet<sup>6</sup>. En la misma fecha, 1852, Ramón Pellico y Paniagua sería el encargado de la enseñanza de la Geología. Pellico adoptaría los *Elementos de Geología* de Lyell como obra de texto en la escuela.

A partir del curso 1857-58 la Geología estaría a cargo de Policarpo Cía (1817-1867), quien al año siguiente se encargaría también de la Paleontología. Según Egozcue (1878), "las fuentes a donde en primer término acudiría para componer sus lecciones, eran los Principios y los Elementos de Geología de Lyell, el Arte de observar de H. de la Bèche, la Historia de los progresos de esa ciencia por d'Archiac y los Elementos de Omalius

d'Halley<sup>77</sup>. En los *Eléments de Géologie* (1831) y más tarde en el *Précis élémentaire de Géologie* (1843) el geólogo belga J.J. D'Omalius D'Halley (1783-1875) exponía una hipótesis sobre el cambio sucesivo de las especies en oposición a la doctrina más ampliamente aceptada de la renovación de faunas y floras en diferentes creaciones.

Dos años después, en 1861, será Matías Menéndez de Luarca (1828-1866) el encargado de ambas asignaturas. Su texto básico será el *Cours élémentaire de Paleontologie et de Geologie stratigraphiques* (1849) de D'Orbigny.

Por la prematura muerte de Menéndez de Luarca, en abril de 1866 se haría cargo de la enseñanza de ambas ciencias Luis Barinaga. A partir de octubre de ese año sería Justo Egozcue y Cía (1833-1900) quien estaría a cargo de dichas asignaturas. Egozcue, en su *Tratado de Paleontología* (1868), obra de texto en la asignatura de este nombre, daba una gran importancia a los trabajos de Cuvier y Pictet. A juicio de Egozcue, Cuvier, habiéndose apercebido de las diferencias entre las especies fósiles y actuales, había establecido su división apoyándose en el grado de perfección de las especies. Esto concordaba con las ideas de los naturalistas modernos sobre el perfeccionamiento gradual de los organismos a lo largo de las edades geológicas. El hecho de que hubiera aumentado la variedad de especies en las diferentes clases no suponía, según Egozcue, más que un cierto desarrollo progresivo, como se deducía al observar que los primeros animales que aparecieron habían sido los que menos complicación orgánica tenían, y que entre los vertebrados existía un orden que iba desde los reptiles hasta los mamíferos<sup>8</sup>.

Egozcue afirmaba que aún admitiendo la ley del perfeccionamiento gradual de las especies había que seguir realizando observaciones y recopilando datos para no caer en generalizaciones precipitadas, ni aceptar algunas teorías, como la transformista, "que tienen la ventaja de hacer la ciencia más interesante, llamando la atención sobre sus puntos más vitales" y a las que era "preciso estar siempre dispuestos a modificarlas por el estudio de los hechos, no olvidando que en las ciencias de la observación, y más cuando a la paleontología y a la geología puede dársele el nombre de muy modernas, esas teorías no pueden ser sino provisionales y variables"<sup>9</sup>.

Una primera lectura de estos datos lleva a la conclusión de que la aceptación del actualismo en la escuela de minas, realizada a partir de la traducción de los *Elementos de Geología* de Lyell por Ezquerria del Bayo en 1847, no iba a significar en lo que se refiere a la Paleontología el total y definitivo rechazo del sistema catastrofista. La influencia que tuvieron en España las obras de los paleontólogos franceses, predominantemente catastrofistas, reflejo de la amplia influencia que ejercería la geología del país vecino sobre la española, sería una circunstancia importante en el mantenimiento de la concepción catastrofista en Paleontología.

### **El método en la interpretación de la historia de la Tierra y de los animales entre los científicos españoles**

Al estudiar las ideas que sobre la historia de la Tierra y de los animales emitieron los científicos españoles, se encuentran dos tipos de concepciones. Una *no actualista*, que sostiene que las causas que obraron en el pasado y las que actúan en el presente difieren en naturaleza y en energía. El sistema a que esta concepción da lugar es el catastrofismo tradicional (Cuvier). La otra concepción es *actualista* y daba lugar a tres sistemas: el catastrofismo actualista (Elie de Beaumont), el actualismo no catastrofista (Bronn) y el actualismo estricto o uniformitarismo (Lyell).

#### **1. El catastrofismo**

##### *a. Casiano del Prado*

La síntesis del sistema catastrofista la va a exponer por primera vez el ingeniero de minas Casiano del Prado (1797-1866)<sup>10</sup>. Nacido en Santiago de Compostela, de joven, a los veinte años, sería detenido por la Inquisición acusado de leer libros prohibidos. En sus viajes a París y Londres conocería a los geólogos Du Verneil, Murchison, Pictet, Barrande, etc.

En defensa de la libre disertación sobre la Geología, materia incluida en la ley de imprenta, decreto 4 enero 1834, publicó un pequeño folleto titulado *Vindicación de la Geología* (1835). En él Casiano del Prado sostendría que todos los geólogos reconocían la existencia del diluvio que “de-

ja(ba) ver por todas partes indicios de sus estragos”<sup>11</sup>. Sin embargo, para él esta catastrofe sólo era una de las que habían producido sobre el globo terrestre los efectos tan impresionantes que se apreciaban en su relieve. Además los geólogos “convenían en que fue un milagro... todas las dificultades queda(ba)n así salvadas”<sup>12</sup>.

Prado pensaba que aunque la edad de la Tierra debía rozar con la inmensidad, en consonancia con “la majestad de la Naturaleza”, esto no significaba que “la Geología siguiera el vestigio de los siglos hasta el infinito”<sup>13</sup>, clara alusión en contra del uniformismo de Hutton.

Casiano del Prado se mostraría firme partidario del catastrofismo teorizado por Cuvier y en base a ello sustentaba la opinión de que habían existido varias creaciones sucesivas de faunas que se renovaron unas a otras “y unos animales no ocuparon la superficie del globo, sino para cederla a otros totalmente diferentes”<sup>14</sup>. Para Prado, los restos fósiles vegetales y animales demostraban que la distribución geográfica de las especies había cambiado a lo largo del tiempo, ya que “muchas de las (especies) que actualmente viven sólo en el ecuador dejan ver rastros suyos hacia los polos”<sup>15</sup>. De esta diferencia de habitat deducía una variación en el clima actual en relación al de tiempos antiguos, en los que cabría esperar temperaturas más altas, más uniformes y, quizás, el mismo clima en todas las regiones de la Tierra<sup>16</sup>. Treinta años después, en 1866, su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales trataba precisamente sobre la mayor temperatura de épocas pasadas<sup>17</sup>.

En opinión de Prado, en el pasado debieron de existir mayores variaciones en la acción de las leyes de la naturaleza. Prescindiendo de la posible influencia del clima más cálido las condiciones de los seres vivos en el pasado habían sido distintas en las diferentes edades:

“... pues en el presente la vida es como una fuerza igual e invariable, incapaz de producir, según parece, no digo un vegetal o un animal diverso de los que ofrece el globo, pero ni aún de modificar, trocar o dislocar el menor de sus órganos, no siendo muy accidentalmente, cuando en las anteriores había en la creación otra energía, supuesto que podían aparecer otras especies, y que en las formas se manifestaba un desarrollo prodigioso...”<sup>18</sup>.

Su creencia en que la energía de los fenómenos naturales del pasado había sido de índole diferente a la actual incluía sus planteamientos dentro de los del catastrofismo tradicional. Sin embargo más adelante, en su *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid* (1864), matiza-



ría esta aceptación. En esta obra Prado sostendría que la creación sucesiva de las especies estaba regulada por una ley biológica que había actuado en el pasado y que probablemente, aunque no se supiese con certeza, también lo hacía en la actualidad:

“Lo que sabemos es que hubo un tiempo en que la Tierra carecía de vegetales y animales; que desaparecieron todos diferentes veces, siendo sustituidos por otros en la sucesión de las épocas geológicas, mediante una ley biológica que no alcanzamos a comprender, sin que tampoco hayamos observado ningún hecho concreto que nos pudiese poner en camino de llegar a su explicación, y sin que sepamos que ejerza ahora, como muy probablemente sucede, pero que estamos seguros se ejerció anteriormente; y a pesar de su inmensa complicación siempre en medio de las más admirables armonías”<sup>19</sup>.

Prado pensaba que la aparición sucesiva de los seres con un nivel de organización cada vez más complicado se debía a un plan cuyo desarrollo era desconocido en el presente y que lo más probable era que lo fuese para siempre:

“Menos podemos explicar el que sucesivamente se hayan ido presentando seres de una organización más y más complicada realizándose en esto un plan cuyas evoluciones, algún tanto irregulares para nuestra comprensión, no han podido y probablemente no podrán nunca descubrirse tampoco”<sup>20</sup>.

En su discurso de entrada como académico en 1866, sus tesis no iban a cambiar sensiblemente: la renovación de las faunas y floras afectadas en el pasado por efectos cataclísmicos de corta duración se había realizado mediante creaciones sucesivas basadas en el mismo plan de composición. Las variaciones en la temperatura por las que había pasado la Tierra desde su primitivo estado de fluido ígneo, deducidas del modo en que apareció y se desarrolló la vida en el globo terrestre, habían contribuido posteriormente a diversificar las especies en la superficie de la tierra<sup>21</sup>.

#### b. *Rafael Amar de la Torre*

Ingeniero 1º de minas y vocal secretario de la Dirección general del ramo, Amar de la Torre (1802-1874) iba a desarrollar su trabajo fundamentalmente como profesor de Geología y Paleontología en la Escuela de Minas.

En un artículo de 1841 sobre las impresiones de pisadas de animales fósiles<sup>22</sup>, Amar expondría sus opiniones acerca de los cambios acaecidos a lo largo de la historia de la Tierra sobre el mundo animal. Según él, la

superficie de la Tierra mostraba las huellas inequívocas de las alteraciones por las que aquélla había pasado y que aún continuaban ocurriendo de manera casi insensible a la vista:

“Es imposible desconocer que la superficie de la tierra ha sufrido no pocas alteraciones y que las sufre aún, casi imperceptiblemente, a nuestra vista”<sup>23</sup>.

Amar consideraba que estas alteraciones se hacían tanto por el arrastre y acumulaciones, desmoronamientos y denudaciones graduales, como por devastaciones ocasionadas por la acción de volcanes y terremotos<sup>24</sup>.

En su opinión, la energía de las causas que habían actuado a lo largo del tiempo había disminuido. En la actualidad no ocurrían en la Tierra los grandes cataclismos que la habían asolado en épocas pasadas. Esta mayor energía de las fuerzas geológicas en el pasado había ocasionado cambios en el suelo, en el clima, etc. La extinción de animales y vegetales repetidas veces después de cada catástrofe había sido seguida de una repoblación de seres convenientemente modificados y adaptados a las nuevas condiciones del medio. Una vez que se llegó al equilibrio ente las fuerzas físicas y geológicas *terminó* de operar la *fuerza de creación*, continuando sólo la de reproducción:

“La acción enérgica de las causas que produjeron estos cambios se ha ido debilitando con el transcurso de los siglos y en el día sólo nos ofrece un simulacro de los grandes cataclismos que sufrió nuestro globo en sus primeros períodos. La tierra, como todo lo creado, tuvo por consiguiente su época de juventud o de desarrollo durante la cual las fuerzas terrestres lucharon entre sí con una energía espantosa; estos combates produjeron cambios extraordinarios en nuestro planeta que modificaron la naturaleza del suelo, del clima y de las producciones, los seres del reino animal y vegetal que la poblaron en aquella época turbulenta y transitoria fueron sepultados repetidas veces entre las ruinas de este suntuoso edificio de la naturaleza, pero la fuerza de creación estaba en toda su energía, la población extinguida por una catástrofe era reemplazada por otra bajo modificaciones convenientes a las nuevas circunstancias del suelo y del clima. Llegada la época de madurez o de tranquilidad, y equilibradas las fuerzas terrestres cesó la de creación subsistiendo únicamente la de reproducción, que conserva poblada la tierra con las especies animales y vegetales del mundo actual”<sup>25</sup>.

Casiano del Padro y Amar de la Torre, por tanto, encontraban que para explicar la sucesión de las especies en el tiempo había que remitirse a una mayor energía en la actuación de las causas que habían operado en el pasado, hecho éste que habría ocasionado una situación diferente a la actual. Así para ellos habían existido determinadas fuerzas, como la de

creación, que no actuaban en el presente. Esta diferencia en el modo de obrar de las leyes naturales en el pasado, que suponía la utilización de un método de interpretación *no actualista*, llevaba a estos autores a una aceptación implícita del sistema catastrofista.

## 2. Catastrofismo actualista

En este apartado se considera principalmente a los geólogos que utilizaron en sus explicaciones el sistema de levantamiento de montañas de Elie de Beaumont. En España la primera aplicación de este sistema se debe al ingeniero de minas francés Pierre Guillaume Le Play (1806-1882), quien en su obra *Observations sur l'histoire naturelle et sur la richesse minérale de l'Espagne* (París, 1834) tratará de explicar las revoluciones del suelo de la península basándose en el sistema geológico de Elie de Beaumont<sup>26</sup>.

El sistema de Beaumont tendrá gran aceptación en España. Será expuesto en textos de Historia Natural como los de Yañez y Girona (1845)<sup>27</sup>, Joaquín Avendaño (1846)<sup>28</sup>, Alejandro Martínez (1848)<sup>29</sup> y Benito García de los Santos (1857)<sup>30</sup>, en obras divulgativas, Benavides (1848)<sup>31</sup>, en revistas como "El mentor de las familias" (1849-51)<sup>32</sup> y en enciclopedias como la de Francisco de Paula Mellado<sup>33</sup>.

Entre los ingenieros de minas habría división de opiniones en relación a este sistema. Algunos como Casiano del Prado no se mostraron en principio partidarios de él. Así, en la *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid* (1864), diría: "Por mi parte confieso que en ella (teoría de los levantamientos), durante mucho tiempo, no he visto más que oscuridad y confusión"<sup>34</sup>. Por otro lado Joaquín Ezquerro del Bayo, en un artículo de 1841 sobre la geología de la Sierra de Moncayo<sup>35</sup>, haría mención de la dificultad de su aplicación en España:

"La descripción geográfica de las cordilleras, como que no tienen otra base que el relieve natural o desigualdades del terreno, no suele muchas veces estar en armonía con la constitución geognóstica de dichos terrenos. Esto se ve más particularmente en España, cuyo terreno ha sido sublevado en distintas épocas y en diferentes direcciones, resultando por consiguiente un entrelazamiento de cordilleras que no es fácil desembrillar, y mucho menos cuando escasea tanto el número de observadores. La teoría de M. Elie de Beaumont sobre la edad relativa de las montañas no hallaría tal vez mucha corroboración si se estudia bien el relieve de nuestra península"<sup>36</sup>.

Partidarios de este sistema geológico serían Amalio Maestre (1812-1872), catedrático de Historia Natural en la Universidad de Oviedo durante 1849 y 1850 y profesor de Metalurgia en la Escuela de Minas en el período 1850-1859 y, sobre todo, Federico Botella y Hornos (1822-1899). Botella estudiaría con Elie de Beaumont en la Escuela de Minas de París y esto influiría decisivamente en sus concepciones geológicas. En su *Descripción física y geológica de las provincias de Murcia y Albacete* (1868) trataría de aplicar el sistema de levantamientos a la orografía española:

“Revoluciones diversas en tiempo, extensión y entidad, turbando la calma de la acción sedimentaria, dividieron sucesivamente su superficie en montañas, valles y llanuras, bajo las leyes de un orden general; y como ya en cada período he tratado de determinar los ejes respectivos de los levantamientos, ahora para completar este trabajo y facilitar el enlace de los fenómenos aquí acaecidos con los análogos de Europa, transcribiré a continuación el cuadro de los sistemas de montañas, que sirvan de base a la admirable teoría de Mr. Elie de Beaumont...”<sup>37</sup>.

El cuadro, con treinta y ocho levantamientos, se encuentra referido al Mont Blanc, León, Badajoz, Madrid, Huesca y Murcia y aparece acompañado por un mapa donde consta la dirección de tales levantamientos.

Entre los autores relacionados con la Universidad Francisco Caballero y Barba (1826-1863), profesor auxiliar de Ciencias Naturales en el Instituto de Noviciado, en su discurso emitido en 1850 al recibir la investidura de doctor en Ciencias Naturales por la Universidad de Madrid que trataba sobre las posibles causas del diluvio<sup>38</sup>, encontraba que la hipótesis de los levantamientos era la que más se ajustaba a una explicación del diluvio. También consideraba que en el pasado debió de haber una mayor energía y períodos alternativos de revoluciones y catástrofes por un lado y de calma por otro. Pero será principalmente Vilanova y Piera quien haga una exposición más elaborada y compleja del sistema de levantamiento y su relación con la extinción sucesiva de las especies tal y como aparecían en el registro fósil.

#### *Juan Vilanova y Piera*

Nacido en Valencia, Vilanova y Piera (1821-1893)<sup>39</sup> obtendría en la Universidad de esta ciudad la licenciatura en Ciencias. Tras seguir un curso en la Escuela de Minas de Freiberg, al volver a España obtendría en 1852 la cátedra de Geología y Paleontología en la Universidad de Madrid, que

ejergería hasta 1873. El desdoblamiento de la cátedra en ese año convertiría a Vilanova en el primer catedrático de Paleontología.

La producción literaria de Vilanova sería intensa a partir de 1870, participando en la polémica sobre el darwinismo<sup>40</sup> desde una posición en la que, utilizando argumentos paleontológicos, intentaría rebatir la teoría evolucionista abogando por el mantenimiento de la supuesta armonía entre las ciencias naturales y la religión. De todas formas, ya años antes, con la publicación en 1860-61 de los tres volúmenes del *Manuel de Geología aplicada a la agricultura*<sup>41</sup>, obra premiada por la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en 1858, Vilanova había comenzado a manifestar sus opiniones.

En el *Manuel de Geología* Vilanova expondrá la relación que a su juicio existía entre la Estratigrafía y la Paleontología. Para ello partía de la base de que la existencia de los fósiles se encontraba ligada a los grandes hechos geológicos ocurridos a lo largo de la historia de la Tierra. Esta explicación venía influenciada, como él mismo reconoce, por las ideas del paleontólogo francés Joachim Barrande (1799-1833), que estudiaría las faunas silúricas y devónicas de algunas regiones de España<sup>42</sup>. Gillispie (1970) ha señalado que Barrande nunca abandonaría la concepción cuveriana de la constancia de las especies ni su concepto de "colonia" o conjunto de fauna más moderna que el estrato donde se hallaba, causada en su opinión por migraciones.

Según Vilanova, ya Cuvier tras crear la Paleontología había expuesto la necesidad de recurrir a una serie de cataclismos universales que explicaran la extinción completa de las faunas y floras y, aunque algunos autores habían atribuido tales hechos al cambio del eje terrestre, al choque de un cometa, etc., lo cierto era que sólo se había logrado una explicación fundada en los datos recogidos con la teoría de los levantamientos de Elie de Beaumont. Con él, en opinión de Vilanova, se había establecido la Estratigrafía como ciencia.

Vilanova consideraba que el hallazgo de los mismos fósiles limitado a profundidades determinadas parecía probar que "en épocas diferentes la superficie terrestre, según las condiciones biológicas reinantes, fue habitada por especies de animales y de plantas más diferentes entre sí que las que pueblan hoy los países antípodas, y que las coexistentes en las zonas

árticas, templada y tropical; o que desde la primera aparición de la vida en el globo su historia se reduce a la creación de formas orgánicas nuevas, y a la destrucción de las preexistentes”<sup>43</sup>.

A juicio de Vilanova, a lo largo de la historia de la Tierra se habían ido sucediendo cuatro grupos faunísticos, lo que coincidía, aunque con alguna variante, con las cuatro creaciones sucesivas admitidas por Cuvier<sup>44</sup>.

En relación al reino vegetal Vilanova consideraba que también se podía establecer tres o cuatro grupos que corresponderían a grandes y sucesivas creaciones y a otros tantos períodos de la historia de la Tierra.

Vilanova pensaba que las especies habían vivido desde su creación hasta su extinción de manera continuada. La aparición y extinción de las especies de una misma localidad o lugares cercanos había sido de manera simultánea, ocasionadas por las mismas causas físicas tales como los cambios de temperatura, levantamientos, mezcla de sustancias extrañas en las aguas del mar, etc.<sup>45</sup> Más adelante comenta que a medida que las especies fósiles se iban encontrando más cerca de la superficie se parecían más a las actuales, ofreciendo una mayor variedad en la organización y una complicación orgánica superior. En su opinión, algunos autores deducían de esto la existencia de una “ley de perfeccionamiento gradual de los seres”, pero para él esto no tenía ninguna base, ya que la perfección sólo afectaba a los grandes grupos del reino animal<sup>46</sup>.

De la comparación de la fauna y la flora de las distintas edades geológicas Vilanova infería que debió producirse una disminución de la temperatura a lo largo de la historia de la Tierra. Sin embargo, este enfriamiento en su opinión no había sido uniforme y gradual sino que habían ocurrido oscilaciones e irregularidades importantes<sup>47</sup>.

Las causas de la extinción de las distintas especies había sido para él de índole físico y orgánico. Los efectos habían sido bruscos y repentinos en su forma de obrar, como lo probaba la armonía entre la fauna, la flora y el terreno donde se hallaban<sup>48</sup>. En una nota a pie de página Vilanova menciona que D’Orbigny sólo reconocía como causa de la extinción de las veintisiete faunas que admitía a lo largo de la historia de la Tierra, la perturbación ocasionada por los levantamientos, que el paleontólogo francés consideraba universales. Vilanova por su parte creía que las causas físicas podían reducirse a cuatro:

“1ª. Un aumento o disminución brusca e instantánea de la temperatura que pudo cambiar completamente las condiciones de la vida en el globo. 2ª. La mezcla instantánea de materias extrañas en las aguas en cuyo seno vivían aquellos seres, fenómeno bastante natural, si se atiende a la naturaleza subterránea de la causa que pudo determinarla. 3ª. Un cambio en la naturaleza o composición del agua de los mares y de los lagos. 4ª. Una diferencia notable, por levantamiento o hundimiento en el nivel de las aguas, causa muy poderosa, puesto que los seres, como dijimos a su tiempo, viven en horizontes determinados por la relación que existe entre su organismo y la presión que experimentan.

La mayor parte de estos cambios de condiciones han sido a no dudarlo, producidos por la aparición pronta en el fondo del Océano de cordilleras de montañas, operación que pudo ser preparada por un levantamiento lento y sucesivo”<sup>49</sup>.

Vilanova, por tanto, opinaba que una acción geológica lenta y continua podía originar un fenómeno catastrófico de efectos bruscos y repentinos. De todas formas pensaba que esta causa por sí sola no podía explicar la extinción sucesiva de todas las especies representadas en el registro fósil. Como la extensión geográfica de los levantamientos era más reducida que el área de distribución de las faunas y floras, era preciso recurrir a otra causa que él consideraba de tipo orgánico. Esta causa orgánica debía haber ocasionado la extinción de las especies en razón de un pretendido “germen de la muerte” que “la especie como el individuo llevan en sí, en virtud de la ley eterna de que todo lo creado ha de perecer”<sup>50</sup>.

Si respecto a la extinción de las especies Vilanova se mostraba como un catastrofista de método actualista, con cautela y eclecticismo abordaba el tema de la aparición de las especies. Existían en su opinión tres hipótesis que intentaban explicar este hecho: la primera, que Vilanova denomina de la traslación de las faunas locales, suponía que los cataclismos que habían extinguido las especies habían sido sólo parciales, ocurriendo tras cada inundación una repoblación de la tierra que quedó en seco por los animales que habitaban en países cercanos. Esta hipótesis, según Vilanova, estaba en contradicción con la armonía que existía entre fauna y flora y el terreno donde se hallaban aquellas; la segunda hipótesis, o de la creación única, explicaba la aparición de nuevas especies por la transformación lenta y gradual de las especies primitivas debido a las variaciones del aire atmosférico, de la temperatura, de la humedad y de otros agentes naturales. Pero para admitirla había que suponer, en su opinión, la existencia en épocas pasadas de causas de diferente naturaleza que las actuales, lo cual no era para él “ni exacto ni racional”. La tercera era la de las creaciones sucesivas o, como decía Pictet, de la independencia de las faunas, que admitía la intervención de un poder creador al comienzo de

cada época geológica. A pesar de que según su opinión esta hipótesis no podía someterse a la contrastación científica, limitándose a demostrar la insuficiencia de las otras, Vilanova se referirá a las creaciones sucesivas de las especies cuando al final del libro se ocupe de la pretendida concordancia entre el Génesis y las Ciencias Naturales.

Las conclusiones a las que llegaba Vilanova, aplicables también a la sucesión del reino vegetal, eran que:

“los animales de las diversas faunas geológicas no proceden por generación directa de las especies que les precedieron sino que son independientes las unas de las otras”<sup>51</sup>.

Tanto Vilanova como el resto de los catastrofistas actualistas recurrían a efectos universales de carácter violento y súbito, lo que implicaba considerar una mayor energía en la actuación de las causas pasadas, supuesto básico del *catastrofismo*. Sin embargo atribuyendo a la acción continua y lenta de causas físicas y geológicas de naturaleza igual a las del presente tales efectos catastróficos, estos autores utilizaban en la elaboración de sus explicaciones un método de concepción *actualista*.

### 3. Actualismo no catastrofista

#### *Francisco de Luxan*

Las *Lecciones de Geología* (1841) de Francisco de Luxán (1798-1867) será un texto básico para conocer el estado de conocimiento de la geología española antes de la traducción de la obra de Lyell.

Luxan realizaría estudios en la carrera militar, donde alcanzaría el grado de Mariscal de Campo en 1863. Miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, sería nombrado en 1849 presidente de la Comisión de la carta geológica de Madrid<sup>52</sup>.

En las *Lecciones de Geología* Luxán expondrá que los fósiles que se hallaban en las primeras capas geológicas exigían la presencia en pasadas épocas de un clima tropical y de una mayor cantidad de ácido carbónico en la atmósfera. En su opinión, los tres reinos de la naturaleza estaban enlazados y formaban una *serie* que iba de lo simple a lo complejo. Los seres vivos de más bajo nivel de organización, los zoofitos y los musgos, en-



laces entre minerales, animales y vegetales, eran los únicos que se conservaban tal y como se encontraban en los primeros tiempos de la vida orgánica. Esto era debido a que su organización les había permitido adaptarse a los *cambios del medio* y resistir las revoluciones por las que había pasado la Tierra a lo largo de su historia<sup>53</sup>. Para Luxán, los trabajos de Cuvier, Lyell y Conybeare habían completado los vacíos que se encontraban en la escala orgánica, cuyo desarrollo hasta el estado presente lo intentaban explicar según él tres escuelas diferentes. La primera de esta escuela o sistema era la bíblica, que hacía coincidir los fenómenos geológicos con lo reseñado en los libros sagrados.

La segunda escuela también se basaba, en su opinión, en la marcha de lo simple a lo compuesto, al igual que se recogía en el Génesis. Suponía que Dios había creado el Universo y las fuerzas geológicas que actuaban sobre la Tierra. La organización general había aumentado de manera gradual, “perfeccionándose sucesivamente motivada por los esfuerzos de los animales dirigidos a llenar los impulsos activos o lentos de los agentes exteriores e interiores”<sup>54</sup>. Aunque no lo manifiesta Luxán se refiere al sistema de Lamarck.

La tercera escuela que Luxán considera es la inglesa o de Lyell. Basada para él en la aplicación de las leyes actuales relativas al calor, humedad, fluido eléctrico, explicaba el desarrollo orgánico por la diferente distribución de los mares y las tierras, lo que había cambiado la calidad y los efectos de los climas<sup>55</sup>. Luxán, aunque encontraba dificultades para aceptar plenamente cualquiera de los tres sistemas, pensaba que el sistema actualista, sólo podía ser utilizado para explicar ciertos fenómenos<sup>56</sup>. Sin embargo convenía que las fuerzas físicas que habían actuado en el pasado debían ser iguales que las del presente, ya que la suposición de que hubieran podido cambiar en determinadas épocas no estaba de acuerdo con el supremo poder y grandeza del Creador. Además, según Luxán, las capas de contacto o de paso de un terreno a otro tenían géneros de transición, lo que probaba que no se habían verificado cambios bruscos y repentinos en la escala de la creación<sup>57</sup>.

Pero Luxán parecía mostrarse más partidario de la explicación ofrecida por el geólogo francés Boué. Ami Boué (1794-1881), fundador de la Sociedad Geológica de Francia y polemizador con Cuvier y Elie de Beaumont, pensaba que aunque las fuerzas que actuaban sobre la Tierra ha-

bían sido las mismas en todas las épocas, las circunstancias de calor, humedad, luz, fluido eléctrico etc., que se dieron en cada momento habían sido diferentes. Esto había originado que en cada época se desarrollasen distintas clases de animales<sup>58</sup>. Esta explicación la encontraba Luxán “más conforme con la inmensidad del Ser Supremo, cuya fuerza creatiz ilimitada por el tiempo se modifica con las circunstancias accesorias”<sup>59</sup>.

A Luxán, dentro de su eclecticismo, se le puede considerar como un *actualista no catastrofista*. Aceptaba que las causas físicas que habían obrado en todas las épocas eran las mismas; lo que había sido diferente eran las *circunstancias* del medio. Esta diferencia entre las épocas pasadas con relación a la actual y su aceptación de una escala en el registro fósil aleja la concepción de Luxán del uniformismo de Lyell, ya que éste requería una uniformidad en las condiciones de todos los períodos por los que había pasado la Tierra tanto en el mundo inorgánico como en el orgánico.

#### 4. Actualismo estricto o uniformitarismo

##### *Joaquín Ezquerria del Bayo*

Nacido en Ferrol, Ezquerria del Bayo (1793-1857) entró, a la muerte de su padre en combate, como paje en la corte de Carlos IV, exiliándose en 1810 a Francia junto con el secretario de José Bonaparte<sup>60</sup>. Comisionado en 1830 por Fausto Elhuyar para que ampliara estudios en el extranjero, pasó cinco años en la Escuela de Minas de Freiberg. Fue miembro fundador, en 1847, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Ezquerria del Bayo traduciría en 1847 los *Elementos de Geología* de Lyell. Esta traducción la justificaría, dentro de la necesidad de que en castellano hubiera un tratado de Geología, aduciendo tres razones:

“1º. Porque aún cuando se haya escrito mucho sobre geología en todas las lenguas europeas, en ninguna de ellas hay otro tratado que merezca en realidad el título de Elementos si no es el presente. 2º. Porque el Sr. Lyell ha arreglado... una nueva teoría de la historia de la tierra, por medio de la cual se ponen perfectamente en claro cuasi todos los fenómenos que antes eran oscuros e incomprensibles. 3º. Porque toda la nomenclatura que Lyell ha introducido en la ciencia, tanto la nuevamente establecida por él mismo, como la que ha prohijado de otros autores, ha merecido la aceptación general de los geólogos, que la han recibido sin siquiera modificarla”<sup>61</sup>.

A juicio de Ezquerro, Lyell, desarrollando una idea anterior, había revolucionado las ciencias geológicas. El solo recurso de la acción de las causas actuales, operando desde hacía muchísimo tiempo, era suficiente para explicar con sencillez los fenómenos que estudiaba la Geología:

“Ya no hay necesidad de recurrir a la suposición de grandes cataclismos, ni de períodos de muerte y aniquilación repentina de cuanto existía sobre la superficie de la tierra; cuasi la totalidad de los fenómenos que se observan en la corteza de nuestro globo, tanto con respecto al trastorno de las rocas que la constituyen, como con respecto a los restos de seres organizados que en ellas hay encerrados, se explican muy bien por la marcha natural de las mismas causas que están obrando en la actualidad; lo mismo que pasa ahora ha estado pasando hace muchísimo tiempo.”<sup>62</sup>

Dentro de la historia de la Paleontología Ezquerro desempeña asimismo un destacado papel. En su *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la península*, publicado en las memorias de la Academia de Ciencias entre 1850 y 1857, Ezquerro del Bayo expondría el primer catálogo de fósiles realizados en España, compuesto por más de cuatrocientas especies. En la datación estratigráfica de los terrenos sedimentarios donde se encontraban los fósiles, Ezquerro utilizaría la nomenclatura y clasificación de Lyell. Según Ezquerro, el esquema de clasificar los terrenos comenzando por los más modernos e ir en sentido descendente era el más lógico porque iba de lo conocido a lo desconocido. Esta era la razón, en su opinión, por lo que lo adoptaban la mayoría de los geólogos:

“Observemos, dicen (los geólogos), el aspecto que presenta la superficie actual de nuestro globo, veamos los trastornos y alteraciones que experimenta con los terremotos, conmociones, sublevaciones, hundimientos y denudaciones que la agitan actualmente o que ha llegado a nuestra noticia haberle agitado en los tiempos históricos; estudiemos las transformaciones, los terrenos y la manera o maneras como se van formando sucesivamente otros nuevos y entonces nada más fácil ni más sencillo que deducir, o digámoslo así adivinar, lo que debe haber sucedido antes de los tiempos históricos desde que Dios creó el mundo.”<sup>63</sup>

Al afirmar que la historia de la Tierra se podía reconstruir considerando que las causas geológicas que actuaron en el pasado eran iguales tanto en naturaleza como en energía a las causas que operan en la actualidad, Lyell se basaba en un método uniformitario. El sistema al que éste daba lugar y que requería la uniformidad total de los fenómenos geológicos era el uniformitarismo. Ezquerro del Bayo, traduciendo y aplicando las ideas de Lyell, representará en España la posición más estricta de las concepciones actualistas: el *uniformitarismo*.

Para concluir, se puede considerar que en España, en el período anterior al debate sobre el darwinismo, no existió una confrontación directa entre el actualismo y el catastrofismo. La permanencia del catastrofismo en Paleontología estuvo determinada, como ya se ha dicho anteriormente, por la influencia francesa en esta disciplina. Pero también influiría el que desde un punto de vista metodológico el aumento de la complicación orgánica de las faunas fósiles a medida que iban siendo más modernas no podía ser explicado mediante la aplicación de un uniformismo geológico estricto. Por el contrario, el progresionismo de las especies propugnado por el catastrofismo paleontológico, al ajustarse más a los hechos, ofrecía una explicación que en relación al método era bastante satisfactoria, y que además era posible armonizar más fácilmente con el relato bíblico de la creación.

## NOTAS

1 Es preciso hacer una distinción entre los términos *uniformitarismo* y *actualismo*. El uniformitarismo hace referencia a que los cambios ocurridos en el pasado en la corteza terrestre fueron ocasionados por causas de igual naturaleza e intensidad que las que actúan en el presente. Por actualismo se entiende el que las causas del presente son las mismas que operaron en todas las épocas, sin hacer mención de la energía con la que actuaron. Por tanto, un método actualista puede dar lugar a un sistema catastrofista.

2 HUXLEY, T.H. (1869), Presidential address, *The Quarterly Journal of the Proceedings of the Geological Society of London*, 25, p. xlii.

3 BRONN, H.G. (1859), Trabajos sobre las leyes que rigieron o presidieron al mundo orgánico al tiempo de formarse la corteza terrestre, *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.

4 *Anuario estadístico de la escuela especial de ingenieros de minas*, 1878, p. 356.

5 *Ibidem*. p. 357.

6 *Ibidem*. p. 358.

7 *Ibidem*. p. 359.

8 EGOZCUE Y CIA, J. (1868), *Tratado de Paleontología*, Madrid, p. 147.

9 *Ibidem*. p. 165.

10. Para la biografía de Casiano del Prado véase: *Revista Minera*, XVII, 1866, p. 449-453 y 486-490; *El Museo Universal*, VII, 1866, p. 259-261 y ECHARRI, A., (1980), Contribución al estudio de la Escuela Geológica-Minera Española del siglo XIX: Datos bibliográficos de Casiano del Prado (1797-1866), en *Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, p. 229-239.

11 PRADO, C. (1835), *Vindicación de la Geología*, Madrid. p. 22-23.

12 *Ibidem*. p. 20.

13 *Ibidem*. p. 6.

14 *Ibidem*. p. 4-5.

15 *Ibidem*. p. 9.

- 16 Ibidem. p. 10.
- 17 PRADO, C., (1866), *Sobre la temperatura por la que la tierra ha pasado en la sucesión de tiempos geológicos*, Madrid.
- 18 PRADO, C., (1835), *Vindicación de la Geología*, Madrid, p. 10.
- 19 PRADO, C., (1864), *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*, Madrid, p. 195.
- 20 Ibidem. p. 195.
- 21 PRADO, *Sobre la temperatura...*, p. 6.
- 22 AMAR DE LA TORRE, R., (1841), Noticia acerca de las impresiones de pisadas de animales en las rocas de varios países, *Anales de Minas*, II, p. 218-222.
- 23 Ibidem. p. 219.
- 24 Ibidem. p. 219.
- 25 Ibidem. p. 219-220.
- 26 LE PLAY, P.G.F. (1834), *Observations sur l'histoire naturelle et sur la richesse minière de l'Espagne*, Paris, p. 202-214.
- 27 YAÑEZ Y GIRONA, A., (1845), *Lecciones de Historia Natural*, 2ª ed.
- 28 AVENDAÑO, J., (1846), *Manual completo de instrucción primaria elemental y superior*, Madrid.
- 29 MARTINEZ, A., (1848), *Nociones elementales de Historia Natural*, Albacete.
- 30 GARCIA DE LOS SANTOS, B., (1849), *Manual de Historia Natural*, Madrid.
- 31 BENAVIDES, F., (1848), Geología, estructura y fenómenos del globo terráqueo, *Instrucción para el pueblo. Cien tratados*, I, p. 481-512.
- 32 Del levantamiento de las montañas, *El Mentor de las Familias*, 1850, p. 174-177 y 207-209.
- 33 *Enciclopedia Moderna o Diccionario Universal*, 1851-55.
- 34 PRADO, *Descripción física...*, p. 110.
- 35 EZQUERRA DEL BAYO, J. (1841), Observaciones geognósticas y mineras sobre la Sierra de Moncayo, *Anales de Minas*, II, p. 71-92.
- 36 Ibidem. p. 75.
- 37 BOTELLA Y HORNOS, F. (1868), *Descripción física y geológica de las provincias de Murcia y Albacete*, Madrid, p. 40.
- 38 Algunos datos sobre Caballero se pueden encontrar en los Archivos de la Universidad Central en San Bernardo, signatura D-623.
- 39 Para la biografía de Vilanova véase las Actas de la S.E.H.N., XX, 1893, p. 132-137 y LOPEZ PIÑERO, GLICK, NAVARRO y PORTELA, (1983), *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*, Madrid, Península.
- 40 PELAYO, F. (en prensa), *La Paleontología: Un argumento para rebatir al darwinismo en el intento de armonizar Ciencias Naturales y Religión* y SEQUEIROS, L. (en prensa), *Impacto del darwinismo en la Paleontología española. Juan Vilanova y Piera (1821-1893)*, comunicaciones presentadas en el II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias.
- 41 En la Gaceta del 3 de agosto de 1855 se publicó el Real decreto de 31 de julio por el que se abría concurso público para adjudicar un premio de 20.000 reales al autor del mejor anual de geología aplicado a la agricultura y a las artes industriales. El premio fue ganado en 1858 por Vilanova.
- 42 *Bulletin Société Geologique de France*, XII, 1855.
- 43 VILANOVA Y PIERA, J., (1860-61), *Manual de Geología aplicada a la agricultura*, Madrid, p. 154.

- 44 Ibidem. p. 155.  
 45 Ibidem. p. 158-159.  
 46 Ibidem. p. 163.  
 47 Ibidem. p. 165.  
 48 Ibidem. p. 166-167.  
 49 Ibidem. p. 167.  
 50 Ibidem. p. 167.  
 51 Ibidem. p. 169.  
 52 Véase LOPEZ PIÑERO... *Diccionario Histórico...*, I, p. 554.  
 53 LUXAN, F. (1841), *Lecciones de Geología*, Madrid, p. 105.  
 54 Ibidem. p. 106.  
 55 Ibidem. p. 106-107.  
 56 Ibidem. p. 107.  
 57 Ibidem. p. 107.  
 58 Ibidem. p. 107.  
 59 Ibidem. p. 108.  
 60 Para la biografía de Ezquerria del Bayo véase *Revista Minera*, X, 1859, p. 552-558.  
 61 LYELL, Ch., (1847), *Elementos de Geología*, Madrid, advertencia del traductor, V-VI.  
 62 Ibidem., VI.  
 63 EZQUERRA DEL BAYO, J., (1855), Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid*, I, 3ª parte, p. 162.

## BIBLIOGRAFIA

- CANNON, W.F., (1960), The uniformitarian-catastrophist Debate, *Isis*, LI, 38-55.  
 HOOYKAAS, R., (1957), The parallel between the history of the earth and the history of the animal world, *Arch. int. d'hist. des sci.*, X, 3-18.  
 HOOYKAAS, R., (1970), Catastrophism in geology, its scientific character in relation to actualism and uniformitarianism, *Mededelingen der Koninklike Nederlandse Akademie van wetenschappen*, AFD Letter Kunde, Nieuwe Reeks-Deel 33-No 7.  
 HOOYKAAS, R., (1970), *Continuité et discontinuité en géologie et biologie*, Paris, Seuil.  
 KING HUBBERT, N., (1967), *Critique of the Principle of Uniformity, in Uniformity and Simplicity*, ALBRITTON (ed.), Geol. Soc. Amer. Sp. Paper, 89.  
 MORELLO, N., (1979), *La macchina della Terra. Teorie geologiche dal seicento all'ottocento*, Torino, Loescher.  
 RUDWICK, M.J.S., (1967), A critique of uniformitarian geology: a letter from W.D. Conybeare to Charles Lyell, 1841. *Proc. Am. Phil. Soc.*, CXI, 272-287.  
 RUSE, M., (1979), *The Darwinian Revolution*, Chicago University. (edición española *La revolución darwinista*, Madrid, Alianza).  
 SIMPSON, G.G., (1970), *Uniformitarianism. An Inquiry into Principle, theory and Method in Geohistory and Biohistory*, in *Essays in Evolution and Genetics in Honor of Theodosius Dobzhansky*, New York, 43-96.  
 TOULMIN, S., GOODFIELD, J. (1965), *The Discovery of Time*, London (edición española *El descubrimiento del tiempo*, Buenos Aire, Paidós, 1968).