

“Bien podemos llamarlos diamantes negros. Cada canasta es poder y civilización”.

—Ralph Waldo Emerson

Llámalo diamante negro. Llámalo canasta de poder. O llámalo carbón. Es uno de los recursos naturales más útiles que se encuentran en la tierra. Se compone de materia vegetal modificada por el calor, la presión, la actividad catalítica y la descomposición. Pero ¿cómo se originó la materia vegetal? La pregunta ha sido un punto de controversia por mucho tiempo. La

El Carbón: ¿Cómo se Originó?

Harold G.
Coffin

mayoría de los que han estudiado el carbón creen que es un derivado de la acumulación orgánica natural como las turberas, las marismas y los pantanos que fueron sepultados. Un grupo menor sugiere que la mayoría del carbón se desarrolló a partir de materia vegetal transportada de otras partes.

En el siglo XVIII y la primera parte del siglo XIX, los estudiosos de la tierra mayormente sostenían que el carbón provenía de materias vegetales sepultadas durante una catástrofe mayor (el diluvio de Noé). Estos señalaban evidencias sugiriendo

que la formación del carbón no se asemejaba a ningún proceso moderno y que las modernas marismas, pantanos y áreas similares no se pueden comparar con las vetas de carbón en extensión lateral, profundidad y composición.¹

¿Sepultura catastrófica o acumulación gradual?

Con el surgimiento del uniformismo,² los científicos comenzaron a explicar todo fenómeno geológico por medio de procesos observables. Charles Lyell, promotor del principio uniformista, visitó algunas de las regiones carboníferas en Europa y en Norteamérica.³ El y otros investigadores notaron la asociación que existe entre los árboles petrificados verticales con las vetas de carbón; argumentaban que el carbón no podía ser el producto de un sepultamiento durante una catástrofe mundial porque el crecimiento de los árboles asociados con los yacimientos de carbón requería demasiado tiempo (Figura 1). Dicha observación y la consiguiente argumentación fueron factores importantes en el cambio de opinión acerca del origen del carbón. Y de la teoría de una rápida acumulación y sepultamiento de residuos de plantas se cambió a la teoría de un proceso gradual de crecimiento, acumulación y sepultamiento.

Cualquier punto de vista que uno encuentre más convincente—sepultamiento catastrófico o acumulación gradual—depende en cierto modo del paradigma con el cual uno trata el tema. Ya que el autor y la mayoría de los lectores de este artículo sostienen una concepción del mundo influenciada por la Biblia, nos concentraremos más en las evidencias que apoyan el relato bíblico. Sin embargo, también se deben examinar algunos de los argumentos usados a favor del crecimiento y la acumulación gradual.

Se puede ver claramente que la mayoría del carbón se compone de materia vegetal como ser troncos de árboles, ramas, cortezas, hojas, agujas y residuos de plantas maceradas. Los carbones del período llamado Carbónico (generalmente las clases más duras) están compuestos por helechos, licopodios, equisetos y otras plantas no clasificadas junto con las que dan semillas (árboles de hojas perennes y de hojas caducas y plantas con flores). Los carbones más blandos (generalmente más arriba en la columna geológica) son mayormente el producto del sepultamiento de árboles de hojas caducas y de hojas perennes. Debido a que el carbón revela que está compuesto de restos de plantas, éstas deben haber crecido donde ahora está localizado el carbón (autóctono) o deben haber sido transportadas

a la ubicación actual de los yacimientos de carbón (alóctono).

Preguntas acerca de los yacimientos de carbón

Tal vez la primera pregunta obvia que uno podría hacer es: “¿Se asemeja un yacimiento de carbón a una turbera o un pantano sepultados?” Para responder a esta pregunta tenemos que saber algo acerca de las ciénagas y los pantanos. Una turbera se compone generalmente de un tipo especial de musgo (*Sphagnum*). Puede haber otras plantas asociadas con las ciénagas, pero la planta dominante es el musgo *Sphagnum*. Una marisma o pantano puede tener una mayor variedad de plantas —especialmente los tipos de plantas que prosperan en ambientes húmedos—. En el caso de las turberas, la respuesta a la pregunta mencionada arriba es un rotundo No, pues se ve claramente que la mayor parte del carbón no es turba sepultada.⁴ En el caso de una marisma o pantano la respuesta no es tan clara, especialmente para los carbones del período Carbónico. Muchos de los tipos de plantas encontradas en estos yacimientos de carbón se han extinguido.⁵ No podemos estar seguros de que ellas prefirieron un habitat de tierra pantanosa. El estudio de plantas actuales emparentadas indica que la mayoría de ellas no eran habitantes de los pantanos. Los carbones del Cretáceo al Eoceno, derivaron principalmente de árboles del bosque. Algunos árboles como el ciprés crecen mayormente en tierras pantanosas en la actualidad, pero muchos de los otros no podrían sobrevivir en un ambiente tal.

Otra pregunta obvia es: “¿Proveen los ambientes húmedos modernos un modelo adecuado para los grandes depósitos de carbón? A esta pregunta se puede dar una respuesta más definida que fue la usada por los primeros geólogos para apoyar su hipótesis del diluvio. Aunque unos pocos pantanos y marismas cubren grandes áreas, por ejemplo el Dismal Swamp de Virginia, Estados Unidos, muchas vetas de carbón son mucho más extensas. El yacimiento de Pittsburg cubre parte de los estados de Pennsylvania, Ohio, y West Virginia, Estados Unidos, un área de 5.000 kilómetros cuadrados y tiene un promedio de un poco más de dos metros de espesor. La cuenca de carbón de los montes Apalaches abarca alrededor de 180.000 kilómetros cuadrados. Se calcula que la cantidad de carbón que se podría extraer de allí llegaría a miles de millones de toneladas. Se ha calculado que el yacimiento de Power River, de Wyoming, en el mismo país, con sus 30.000 kilómetros cuadrados, contiene casi 22.000 millones de toneladas de carbón explotable. Y el valle

Latrobe, en Australia, puede proporcionar 70.000 millones de toneladas de carbón. La profundidad o espesor de los yacimientos de carbón es aun menos comparable con las acumulaciones orgánicas modernas.

Problemas de la teoría de acumulación

Bajo un examen más detallado, la teoría autóctona ofrece problemas. Algunos carbones contienen restos de animales, generalmente de animales marinos.⁶ Un ejemplo común es el *Spirorbis*, un pequeño gusano tubular espiral de menos de 5 mm de diámetro (Figura 2). La presencia de un gusano marino en yacimientos de turba o de pantanos que son considerados como autóctonos no encaja bien con la hipótesis uniformista. Para evitar este problema, se dice que los *Spirorbis* han vivido en un ambiente de agua dulce durante el período Carbónico aunque se lo encuentra comúnmente a través de la columna geológica y en los océanos modernos adheridos a corales, moluscos y algas marinas.⁷ Obviamente, un gusano marino mezclado con carbón es un argumento a favor de que el mar tuvo parte en la formación del carbón.

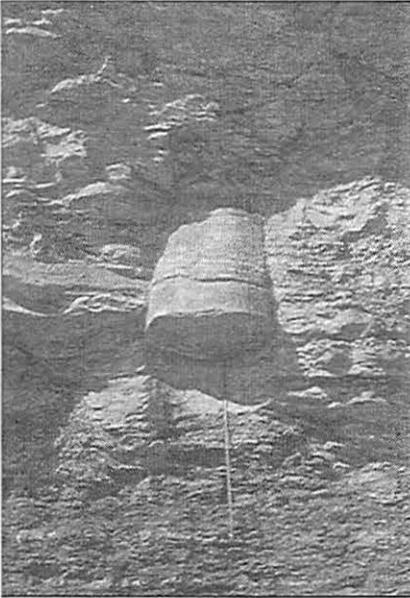
El carbón frecuentemente muestra una detallada preservación de los restos orgánicos originales. Si el carbón fuera un producto de las acumulaciones de plantas en ciénagas y marismas se esperaría notar algún grado de descomposición. A veces hay exquisitos fósiles de frondas de helechos y hojas ubicados directamente debajo de los sistemas radicales de árboles petrificados verticales (Figura 3). Si los árboles realmente hubieran crecido donde ahora están parados, cualquier resto orgánico como ser hojas o frondas de helechos se hubieran descompuesto durante el tiempo requerido para el crecimiento de los árboles y antes del sepultamiento y la petrificación.

Uno de los argumentos más fuertes a favor de que el carbón proviene de restos de plantas sepultadas en el lugar surge de las “raíces” (*Stigmara*) de los árboles petrificados verticales asociados con el carbón. Estos son gigantes lycopodios con troncos que miden un metro de diámetro y hasta 35 metros de altura. La *Stigmara*, generalmente de varios centímetros de diámetro y a veces muchos metros de largo, sostiene numerosas “raicillas” (apéndices)

que penetran en los sedimentos (Figura 4). En apariencia pueden asemejarse a un gigantesco cepillo para botellas. La irradiación de estos apéndices en los sedimentos es considerada como evidencia de que están en una posición de crecimiento.⁸

La controversia acerca de la naturaleza de las “raíces” de la *Stigmara* ha existido desde que comenzó el estudio del carbón; pero todavía no se ha arribado un consenso claro. Los modernos lycopodios (pequeñas plantas rastreras que raras veces tienen más de un metro de altura) tienen rizomas subterráneos rastreros con estructura similar a la de la *Stigmara* de los gigantes lycopodios. Pero si la *Stigmara* es un lycopodio son rizomas subterráneos rastreros, ¿dónde están las verdaderas raíces? No se ha encontrado nada con estos fósiles gigantes. Tal vez estas *Stigmarias* cumplían la función de raíces verdaderas como también de propagar más brotes.

Aunque superficialmente parecería que las *Stigmarias* con sus apéndices extendidos estuvieran en su posición de crecimiento, ciertos detalles sugieren otra cosa. Generalmente, las *Stigmarias* son piezas aisladas desconectadas de la base de cualquier árbol. Sin embargo, hasta estas piezas muestran apéndices que se extienden adentro de los sedimentos. Los troncos de los grandes lycopodios petrificados verticalmente son huecos y están llenos de sedimentos. Ocasionalmente, algunos trozos de *Stigmara* fueron arrastrados por el lodo y la arena que llenaron los tocones huecos.⁹ También en estos casos, los apéndices irradian hacia afuera de donde están adheridos a la *Stigmara* en hileras espirales. Aparentemente, los apéndices eran lo suficientemente duros como para prevenir el aplastamiento cuando fueron sepultados en el lodo y la arena. Tal vez los yacimientos de esquisto eran lodo en suspensión que transportaba los trozos de *Stigmara* con apéndices. O se asentaron las *Stigmarias* y apéndices junto con los sedimentos finos de una suspensión barrosa en el agua. Si los trozos dañados de *Stigmara* fueron

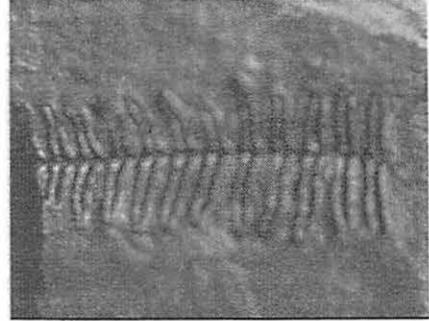


◀ **Figura 1: Un árbol de licopodio vertical en sedimentos que contienen carbón en Nueva Escocia, Canadá. Como escala se ha suspendido una cinta métrica debajo del árbol.**

▼ **Figura 2: Un gusano tubular *Spirorbis* fósil de sedimentos carbónicos.**



▼ **Figura 3: Una fronda de helecho fósil extraída de un estrato que yacía directamente debajo de la base de árboles petrificados verticales, expuesta en los acantilados de la costa del mar cerca de las Minas de Sydney, Nueva Escocia, Canadá.**



transportados por agua o por lodo, tendrían que mostrar un alineamiento siguiendo la corriente. Esta información ha llegado de dos sitios de Nueva Escocia, Canadá y de Holanda.¹⁰

Aunque el problema de la *Stigmaria* y los apéndices irradiantes no puede ser plenamente resuelto, un estudio de la misma apoya los argumentos a favor del transporte así como también a favor de la posición de crecimiento.

Transformación de restos vegetales en carbón

El proceso de la transformación de los restos vegetales en carbón ha sido de interés por muchos años. Algunos experimentos de laboratorio han tenido éxito en cambiar los tejidos de plantas a carbón en un año o menos.¹¹ A veces se encuentran troncos carbonizados que fueron usados en antiguas minas de carbón que han sido reabiertas en

tiempos modernos. Un importante y reciente descubrimiento ha sido el rol de la arcilla como catalizadora para el proceso de carbonización.¹² Si la arcilla era un ingrediente necesario para transformar la materia vegetal en carbón, un diluvio de alcance mundial explicaría mejor la fuente de la arcilla, que un ambiente húmedo uniformista.

Se estima que la cantidad de materia vegetal necesaria para producir un metro de carbón es de 5 a 20 metros, depende de la dureza del carbón. Pocas veces las actuales acumulaciones de restos vegetales (como en una turbera) son más profundas que 10 a 20 metros. De acuerdo con esta fórmula, una turbera de 20 metros de profundidad produciría de uno a cuatro metros de carbón. Pero muchas vetas de carbón son más gruesas que eso y es frecuente encontrar yacimientos de carbón que tienen 30 metros, y los hay de hasta de más de 100 metros de espesor. ¡Australia tiene uno de más de 240 metros de espesor! Es asombrosa la acumulación de 1.200 metros de espesor o más (5 x 240) de materia vegetal necesaria para producir depósitos de carbón tan gruesos, aun en un modelo de diluvio. Sin embargo, por raro que sea, resulta más fácil visualizar una acumulación catastrófica de restos de plantas en una cuenca que está hundiéndose que visualizar la formación de turberas *in situ* de tales dimensiones.

Con frecuencia, se observa que las capas sucesivas de carbón están separadas desde unos pocos centímetros hasta unos pocos metros de sedimentos. Si estos yacimientos fueran autóctonos, se requeriría el desarrollo sucesivo de turberas o marismas una encima de la otra a lo largo de varias eras. Los ambientes de turberas y marismas requieren condiciones especiales. Es irreal la repetición de tales condiciones vez tras vez para producir numerosas capas sucesivas de carbón en el mismo lugar (Figura 5). Los procesos geológicos que produjeron el sepultamiento de una capa de materia vegetal probablemente hubieran eliminado las condiciones necesarias para la producción de otra turbera en el mismo lugar.

En cambio, el repetido transporte y deposición de resaca o masa de restos vegetales flotantes y su subsecuente sepultamiento provee una explicación más razonable. Algunas investigaciones recientes sugieren que las mareas, con su diario subir y bajar del agua, podrían estar involucradas en el repetido transporte y deposición de restos de plantas en suspensión.¹³ Por ejemplo, en la cuenca de Indiana, he observado depósitos rítmicos (considerados como el resultado de la acción de las mareas) asociados con las características típicas de los sedimentos del Carbónico que contienen carbón. Sin embargo, las fluctuaciones diarias de las mareas depositarían lodo demasiado rápidamente como para permitir el crecimiento de plantas. Su presencia en

► **Figura 5: Un corte junto a la carretera expone varias vetas sucesivas de carbón cerca de Castlegate, Utah, Estados Unidos.**

▼ **Figura 4: Una *Stigmaria* (la línea casi diagonal que se extiende a través de la foto) es la fuente de numerosos apéndices que se extienden hacia arriba y abajo en esta vista transversal.**



tales depósitos requiere transporte. Las observaciones de árboles flotantes revelan que con suficiente tiempo y agua, muchos flotarán y se hundirán verticalmente.¹⁴

La mayoría de los geólogos especialistas en carbón no aceptan el sepultamiento catastrófico de restos de plantas y su subsecuente cambio a carbón. Sin embargo, la teoría dominante de las "turberas" presenta problemas que han permanecido sin respuesta por más de cien años. Un modelo del diluvio para la formación del carbón responde a algunos de estos problemas y provee una explicación científicamente razonable para el origen de las grandes cantidades de carbón que existen en el mundo entero. □

Harold G. Coffin (Ph.D., Univ. of Southern California) ha servido como profesor de biología en colegios del Canadá y los Estados Unidos, y como científico investigador en el Geoscience Research Institute, en Loma Linda, California. Ha escrito decenas de artículos y varios libros, incluyendo *Creation: Accident or Design?* (1969), *Earth Story* (1979), y *Origin by Design* (1983).

Notas

1. Nicolaus Steno (1630-1687) fue uno de los primeros en asignar origen diluvial a los fósiles y estratos sedimentarios. En su tiempo estas eran sugerencias nuevas. Otros notables geólogos diluviales que lo siguieron fueron John Woodward (1667-1727), y Jean-Andre Deluc (1727-1817).

2. La interpretación uniformista de la historia de la tierra establecida especialmente por James Hutton y Charles Lyell trata de aplicar al pasado los índices actuales de los procesos geológicos. Por ejemplo, se supone que el promedio de los índices de erosión y sedimentación observados actualmente son modelos satisfactorios para comprender procesos similares del pasado.
3. Charles Lyell, "On the Upright Fossil Trees Found at Different Levels in the Coal Strata of Cumberland, Nova Scotia", *Proc. Geol. Soc. London* 4 (1843), pp. 176-178.
4. Wilfrid Francis, *Coal, Its Formation and Composition* (London: Edward Arnold Publishers Ltd., 1961).
5. A. C. Seward, *Fossil Plants* (New York: Hafner Pub. Co., Inc., 1898-1919, 1963).
6. Sergius Mamay and Ellis L. Yochelson, "Occurrence and Significance of Marine Animal Remains in American Coal Balls", *U.S. Geol. Surv. Prof. Papers* 354-I (1961), pp. 193-224.
7. Harold G. Coffin, "A Paleoeological Misinterpretation", *Creation Res. Soc. Quart.* 5 (1968), p. 85. *Spirorbis* (Phylum Annelida) tiene una larva trocófora. Varios otros *filum* también tienen especies con larvas trocóforas. No se ha encontrado ninguna especie con larva trocófora en agua dulce.
8. W. E. Logan, "On the Character of the Beds of Clay Immediately Below the Coal Seams of S. Wales", *Proc. Geol. Soc. London* 3 (1842), pp. 275-277. Esta interesante nota escrita por Logan fue una de las primeras en señalar la abundancia de *Stigmaria* y apéndices en la arcilla debajo de las vetas de carbón. Logan propuso que esta arcilla era el suelo en el cual se originaron las plantas productoras de carbón y que la *Stigmaria* y los apéndices representaban raíces todavía in situ. La investigación posterior fracasa en apoyar que estas arcillas son suelos. Ver Leonard G. Schultz, "Petrology of Underclays", *Geol. Soc. Am. Bull.* 69 (1958), pp. 363-402.
9. Richard Brown, "Section of the Lower Coal-Measures of the Sydney Coalfield, in the Island of Cape Breton", *Quar. Jour. Geol. Soc. London*, 6 (1850), p. 127. Mientras investigaba en los yacimientos de carbón en Nueva Escocia, Canadá, yo también documenté dos ejemplos de trozos de *Stigmaria* dentro de tocones huecos. Ver Harold G. Coffin, "Research on the Classic Joggins Petrified Trees", *Creation Res. Soc. Annual* (1969), pp. 35-44.70.
10. N. A. Rupke, "Sedimentary Evidence for the Allocthonous Origin of *Stigmaria*, Carboniferous, Nova Scotia", *Geol. Soc. Am. Bull.* 80 (1969), pp. 2109-2114, W. F. M. Kimpe and A. A. Thiadens, "On the Occurrence of Coal Raft Above and Rhizome Inclusions in Seam Finefrau B. South Limbourg, Holland", *Proc. Third Inter. Cong. of Sedimentology*, Groningen Wageningen (1951), pp. 167-173.
11. John Larsen, "From Lignin to Coal in a Year", *Nature* 31 (March 28, 1985), p. 316.
12. R. Hayatsu, et al., "Artificial Coalification Study: Preparation and Characterization of Synthetic Macerals", *Organic Geochemistry* 6 (1984).
13. "Blame it on the Moon", *Scientific American*, February 1989, p. 18.
14. Harold G. Coffin, "The Puzzle of the Petrified Trees", *College and University Dialogue* 4:1 (1992), pp. 11-13, 30-31.