

Presentación

Queridos lectores y lectoras,

A propósito de tratar de modelar comportamientos específicos que se producen en los ríos Tinto y Odiel de la provincia de Huelva (suroeste de España), respecto del arrastre de metales diluidos al estuario de ambos ríos, he tenido ocasión de mantener unas charlas interminables, por apasionantes, con colegas de los Departamentos de Geología e Ingeniería de Minas de la Universidad de Huelva, así como con otros especialistas de universidades españolas y extranjeras.

El hecho que estábamos estudiando se conoce como drenaje ácido de mina (AMD, por sus siglas en inglés) y, probablemente, el ejemplo más conocido del mundo de este fenómeno es el río Tinto. Históricamente, se pensó que el color del río al que debe su nombre por su coloración oscura y rojiza, se debía a la actividad industrial en las minas de su cabecera desde hace miles de años, sin embargo, el color del río se debe a dos actores naturales que confluyen en él, una geología única y un proceso de oxidación bacteriana que empezó antes que el ser humano habitara sus orillas. La enorme cantidad de sulfuros metálicos, fundamentalmente pirita de hierro, que atraviesa el río, provoca la generación de ácido sulfúrico en su cauce, generando pH tan bajos (en torno a 2 de media) que literalmente diluyen los metales pesados que inundan sus aguas, principalmente cobre, plomo, arsénico, zinc, cadmio y manganeso. Esto podría llevar a pensar que el río está “muerto”, sin embargo, nada más lejos de la realidad, pues el río tiene una exuberante vida microbiana, compuesta por bacterias y arqueas que “comen” minerales. Usualmente se les denomina organismos extremófilos por las condiciones en las que viven; científicamente hablando, son quimiolitótrofas, es decir, están tan especializadas que producen su propio alimento utilizando energía química derivada de la oxidación de compuestos inorgánicos (azufre y hierro en este caso) en ecosistemas extremos sin luz. Estos microorganismos aceleran la oxidación del hierro, dándole a las aguas del río Tinto su color rojo intenso y ocre tan característico. El Centro de Astrobiología (CAB) del CSIC-INTA en España, junto con la NASA norteamericana, estudian asiduamente el río Tinto como modelo de posible vida extraterrestre, pues muestra vida en unas condiciones que podrían darse o haberse dado en Marte, por ejemplo.

Este fenómeno natural del río Tinto es artificial en el río Odiel, esto es, el AMD está causado por las escombreras, restos de actividad minera abandonados durante milenios por no poder extraer más ley al mineral. Cuando llueve, estas escombreras, llenas de sulfuros, provocan AMD, y los metales disueltos que lleva el río, cuando éste entra en su régimen mareal cerca del estuario, precipitan al fondo, pues el agua salada que entra del mar hace que de forma súbita se incremente el pH.

Bueno, pues en éstas estábamos, tratando de encontrar modelos de erosión por agentes climáticos, fundamentalmente lluvia, temperatura y viento, que permitiera explicar cómo a partir de las escombreras se llegaba a los metales pesados depositados en el estuario del río y aquí, confieso, que aprendí muchísimo. Un modelo de erosión pretende representar el efecto de agentes externos sobre el desgaste de las rocas y su transporte, desde la ruptura de la roca en trozos más pequeños hasta prácticamente desaparecer, pasando por una erosión diferencial si la roca tiene capas de diferente dureza, dando lugar a estructuras que parecen muchas veces esculpidas por el ser humano. Los modelos de erosión permiten a los científicos predecir qué cantidad de roca se pierde por año, algo que debe estar correlacionado con la naturaleza de la roca y las condiciones medioambientales del entorno en el que ésta se ubica. Para ello, se utilizan diferentes modelos matemáticos según el tipo de erosión: fluvial, abrasión eólica, pluvial, etc. Y justo aquí, surgió una apasionante controversia cuando en el seno de la discusión se cuestionó la precisión o no de los modelos de erosión o, al menos, hasta donde llegaba su validez. Si se consideraban precisos y los datos que los alimentaban (tipo de roca y condiciones medioambientales del entorno) eran ciertos, habían hechos históricos caracterizados por arqueólogos e historiadores, que no coincidían con la opinión de geólogos e ingenieros a tenor de los resultados arrojados por los modelos de erosión.

Inmediatamente surgió el que es, probablemente, uno de los enigmas más apasionantes de la arqueología actual, que es datar los monumentos del antiguo Egipto. La cronología oficial establece que las pirámides de Guiza (Keops, Kefrén y Micerino, las más famosas, aunque hay otras muchas) fueron construidas como criptas reales para los faraones a partir de 2.600 años a.C. Esto es, en torno a 4.600 años desde nuestros días. Sin embargo, hay científicos, fundamentalmente geólogos, probablemente los más expertos en el desgaste de las rocas por erosión, que discuten que el modelo de desgaste de la Gran Esfinge de Guiza se pueda explicar solo por la erosión causada por el viento y la arena. Las profundas fisuras y formas de erosión implican, necesariamente, lluvias intensas y prolongadas, lo cual se correspondería con un clima húmedo muy diferente al que tenía Egipto durante el reinado del faraón Keops y sus sucesores, cuando se construyeron los grandes monumentos egipcios. Si esto fuera cierto, la Esfinge sería mucho más antigua, el doble o más. Esto que se aplica a la Esfinge, es también de aplicación a la Gran Pirámide de Keops, donde tanto la pérdida de su cubierta caliza que la revestía originalmente como el desgaste de sus piedras, no se corresponde, según modelos de erosión, con la cronología oficial, datándose nuevamente a épocas mucho más antiguas. Afortunadamente, la inteligencia artificial nos está brindando la posibilidad de modelos mucho más precisos de erosión que esperemos nos saquen pronto de este enigma.

José Manuel Andújar
Presidente de CEA