

# La sonrisa del flamenco

---



**Drakontos**

Directores:

Josep Fontana y Gonzalo Pontón

La sonrisa del flamenco

# La sonrisa del flamenco

---

*Reflexiones sobre historia natural*

Stephen Jay Gould

**Crítica**  
Grijalbo Mondadori  
Barcelona

## El sexo, las drogas, los desastres y la extinción de los dinosaurios

La ciencia, en su definición más fundamental, es una forma fructífera de indagación, no una lista de atractivas conclusiones. Las conclusiones no son la esencia, sino la consecuencia.

Lo que más me disgusta de la imagen que se ofrece popularmente de la ciencia hace referencia a su incapacidad de separar las afirmaciones fascinantes de los métodos que utilizan los científicos para establecer los hechos de la naturaleza. Los periodistas, al igual que el público, disfrutan con las manifestaciones controvertidas y sorprendentes. Pero la ciencia es, básicamente, un modo de conocimiento: en las palabras particularmente aptas de P. B. Medawar, «el arte de lo soluble». Si el creciente acervo de escritores de divulgación científica se concentrara en *cómo* desarrollan y defienden los científicos esas fascinantes afirmaciones, harían la mayor contribución posible a la comprensión del público.

Consideremos tres ideas propuestas con toda seriedad para explicar ese misterio tan intrigante que supone la extinción de los dinosaurios. Dado que estos tres conceptos invocan los temas más fascinantes de nuestra cultura (el sexo, las drogas y la violencia) sin duda pertenecen a la categoría de afirmaciones fascinantes. Me gustaría mostrar por qué dos de ellas no son más que una especulación estúpida, mientras que la tercera representa el aspecto más grandioso y útil de la ciencia.

La ciencia funciona con proposiciones verificables. Si tras mucha recopilación y escrutinio de datos, la nueva información sigue respaldando una hipótesis, podemos aceptarla provisionalmente e ir ganando confianza en ella al ir acumulándose la evidencia en su favor. Nunca podremos estar seguros de que una hipótesis sea correcta, aunque sí podemos demostrar con confianza que está equivocada. Las mejores hipótesis científicas son también generosas y expansivas: sugieren implicaciones y extensiones que iluminan temas relacionados, e incluso distantes. Consideremos simplemente cómo la idea de la evolución ha incidido sobre prácticamente todos los campos intelectuales.

Las especulaciones inútiles, por otro lado, resultan restrictivas. No gene-

ran hipótesis verificables y no ofrecen mecanismo alguno para obtener evidencia en su contra. Nótese, por favor, que no hablo de verdad o falsedad. La especulación puede ser perfectamente cierta; con todo, si en principio no suministra base material para su reafirmación o su refutación, no hay nada que podamos hacer con ella. Nunca podrá pasar de ser una idea brillante. La especulación inútil se vuelve sobre sí misma, y no lleva a ninguna parte; la buena ciencia, que contiene tanto las semillas de su posible refutación como implicaciones para la búsqueda de más conocimientos, diferentes y verificables, tiene siempre los brazos abiertos. Pero basta de prédicas. Dedicuémonos a los dinosaurios y a las tres propuestas hechas para explicar su extinción:

1. El sexo: Los testículos funcionan sólo en un estrecho margen de temperaturas (los de los mamíferos son externos, protegidos por un saco escrotal, ya que la temperatura interior del cuerpo es demasiado alta para su funcionamiento correcto). Una subida de la temperatura en todo el globo al final del periodo Cretácico hizo que los testículos de los dinosaurios dejaran de funcionar y llevaron a su extinción por esterilización de los machos.

2. Las drogas: Las angiospermas (plantas con flor) evolucionaron por vez primera hacia finales del reino de los dinosaurios. Muchas de estas plantas contienen agentes psicoactivos, rehuidos hoy por los mamíferos, debido a su amargo sabor. Los dinosaurios no tenían ni modo de discernir su sabor amargo ni hígados lo suficientemente eficaces como para dosificar las sustancias. Murieron de sobredosis masivas.

3. Los desastres: Hace unos 65 millones de años, un gran cometa o asteroide chocó contra la Tierra, lanzando una nube de polvo a la atmósfera, bloqueando la luz solar y suprimiendo así la fotosíntesis, lo que hizo bajar tan drásticamente las temperaturas en todo el globo que tanto los dinosaurios como toda una hueste de criaturas diferentes se extinguieron.

Antes de analizar tan provocativos enunciados debemos establecer una regla básica que se viola a menudo en las propuestas que intentan explicar la desaparición de los dinosaurios. *La extinción de los dinosaurios no es un problema separado. Con demasiada frecuencia desgajamos acontecimientos específicos de su contexto más amplio y de los sistemas de causa y efecto. El dato fundamental acerca de la extinción de los dinosaurios es su sincronía con la desaparición de tantos otros grupos a lo largo de un amplio abanico de hábitats, de los terrestres a los marinos.*

La historia de la vida ha estado interrumpida por breves episodios de extinción en masa. Un análisis recientemente realizado por los paleontólogos Jack Sepkoski y Dave Raup, de la Universidad de Chicago, basado en la mejor y más exhaustiva tabulación de datos jamás realizada, muestra claramente que existen cinco episodios de mortandad en masa que destacan de

forma evidente por encima de las extinciones «de fondo» de las eras normales (cuando consideramos todas las extinciones en masa, tanto las grandes como las pequeñas, parecen ocurrir con arreglo a un ciclo regular de 26 millones de años, véase ensayo 30). La debacle del Cretácico, que se produjo hace 65 millones de años, y separa las eras Mesozoica y Cenozoica de nuestra escala temporal geológica, destaca prominentemente de entre las cinco. Prácticamente todo el plancton marino (criaturas flotantes unicelulares) murió de un modo repentino en términos geológicos; entre los invertebrados marinos pereció casi el 15 por 100 de todas las familias, incluyendo muchos grupos anteriormente dominantes, especialmente los ammonites (parientes de los calamares con una concha en espiral). En tierra, los dinosaurios desaparecieron tras más de 100 millones de años de dominio indisputado.

En este contexto, las especulaciones limitadas exclusivamente a los dinosaurios ignoran las dimensiones reales del fenómeno. Necesitamos una explicación coordinada para un sistema de acontecimientos que incluye la extinción de los dinosaurios como uno de sus componentes. Así pues, no tiene mucho sentido (aunque pueda alimentar nuestro deseo de ver en los mamíferos a los inevitables herederos de la Tierra) suponer que los dinosaurios desaparecieron porque los pequeños mamíferos se comían sus huevos (una especulación muy querida entre todas las especulaciones imposibles de verificar). Parece también muy probable que estas enormes bestias fueran afectadas por algún desastre de un modo específico, y que este desastre tuviera lugar justo en el momento en que una de las grandes extinciones de la Tierra se había iniciado por motivos completamente diferentes.

La teoría testicular, una de las teorías favoritas procedentes de la década de 1940, tiene sus raíces en un estudio interesante y totalmente respetable acerca de la tolerancia a la temperatura en el caimán norteamericano, publicado en el *Bulletin of the American Museum of Natural History* en 1946 por tres expertos en reptiles vivientes y fósiles: E. H. Colbert, mi primer profesor de paleontología; R. B. Cowles y C. M. Bogert.

La primera frase de su resumen revela unos propósitos que van más allá de los caimanes: «Este informe refleja un intento de inferir las reacciones de reptiles extintos, en especial los dinosaurios, ante las temperaturas elevadas, basándose en las reacciones observadas en el caimán moderno». Estudiaron, por termometría rectal, la temperatura corporal de los caimanes en condiciones cambiantes de enfriamiento y calentamiento. (Bueno, reconozcámoslo, no parece prudente intentar tomarle la temperatura a un caimán poniéndole el termómetro debajo de la lengua.) Las predicciones que estaban siendo comprobadas se remontaban a una teoría planteada inicialmente por Galileo en los años 1630: la desigual proporción entre superficie y volumen. Cuando un animal o cualquier otro objeto crece, siempre y cuando su forma no cambie, su superficie crece más lentamente que su volumen, ya que las superficies aumentan con arreglo al cuadrado de la longitud, mientras que los

volúmenes lo hacen en función de la longitud elevada al cubo. Por consiguiente, los animales pequeños tienen una relación superficie-volumen elevada, mientras que los animales grandes disponen de una superficie relativamente pequeña.

Entre los animales de sangre fría, que carecen de mecanismos fisiológicos para mantener una temperatura corporal constante, las criaturas de pequeño tamaño pasan grandes apuros para mantenerse calientes, debido a que pierden gran cantidad de calor a través de sus superficies relativamente grandes. Por el contrario, los grandes animales, con sus superficies relativamente pequeñas, pueden perder calor tan lentamente que, una vez calientes, pueden mantener una temperatura constante (a todos los efectos) frente a las fluctuaciones normales del clima. De hecho, la solución de la controversia acerca de «los dinosaurios de sangre caliente», que tan brillantemente iluminó el panorama hace unos cuantos años, puede ser simplemente que, si bien los grandes dinosaurios no poseían mecanismo fisiológico alguno para mantener una temperatura constante y, por consiguiente, no eran técnicamente animales de sangre caliente, su gran tamaño y su superficie relativamente pequeña les mantenían calientes.

Colbert, Cowles y Bogert compararon el ritmo de calentamiento de caimanes grandes y pequeños. Tal como estaba previsto, los pequeños se calentaban (y se enfriaban) más rápidamente. Al exponerlo a un sol cálido, un diminuto caimán de 50 gramos elevaba su temperatura en un grado Celsius cada minuto y medio, mientras que un caimán grande, doscientas sesenta veces mayor, con 13.000 gramos de peso, tardaba siete minutos y medio en aumentar su temperatura un grado. Extrapolando hasta un dinosaurio adulto de 10 toneladas, llegaron a la conclusión de que una subida de un grado en la temperatura corporal precisaría ochenta y seis horas. Si bien los grandes animales absorben el calor muy lentamente (a través de su superficie relativamente pequeña), también serán incapaces de disipar el exceso de calor acumulado cuando las temperaturas pasan de un determinado nivel favorable.

Los autores pasaban seguidamente a suponer que los grandes dinosaurios vivían en o cerca de su temperatura óptima. Cowles sugería que una subida global de la temperatura, inmediatamente anterior a la extinción del Cretácico, hizo que los dinosaurios se calentaran por encima de su tolerancia óptima y, al ser tan grandes, no pudieron disipar el exceso de calor. (En una puntualización extraordinariamente infrecuente dentro de un trabajo científico, Colbert y Bogert desautorizaban explícitamente esta extensión especulativa de su trabajo empírico sobre los caimanes.) Cowles concedía que este exceso de calor probablemente no fuera suficiente como para matar, ni siquiera poner nerviosas a las bestias, pero dado que los testículos a menudo funcionan sólo dentro de un estrecho margen de temperaturas, proponía que este incremento global podría haber esterilizado a todos los machos, produciendo la extinción por anticoncepción natural.

La teoría de la sobredosis ha sido respaldada recientemente por el psiquiatra de la UCLA Ronald K. Siegel. Siegel ha recolectado, según afirma, más de dos mil registros de animales que, cuando tienen acceso a ellas, se administran diversas drogas, desde un pelotazo de alcohol a dosis masivas de heroína. Los elefantes son capaces de engullir el equivalente de veinte cervezas de un tirón, pero les disgusta el alcohol en concentraciones superiores al 7 por 100. En un apartado un poco absurdo de especulación antropocéntrica, Siegel afirma que los «elefantes beben, tal vez, para olvidar... la angustia producida por la disminución de sus tierras y por la competencia por los alimentos».

Dado que las imaginaciones fértiles son capaces de aplicar casi cualquier idea nueva a la extinción de los dinosaurios, Siegel dio con el modo de hacerlo. Las plantas con flores no evolucionaron hasta finales del reinado de los dinosaurios. Estas plantas producían una serie de alcaloides (el principal grupo de agentes psicoactivos) aromáticos basados en aminoácidos. La mayor parte de los mamíferos son lo suficientemente «listos» como para evitar estos venenos potenciales. Los alcaloides no saben bien, eso es todo (son amargos) y, en todo caso, nosotros los mamíferos disponemos de hígados felizmente capaces de detoxificarlos. Pero, especula Siegel, tal vez los dinosaurios no pudieran ni percibir el gusto amargo, ni detoxificar las sustancias una vez ingeridas. Recientemente, ante los miembros de la American Psychological Association, dijo: «No estoy sugiriendo que todos los dinosaurios murieran de sobredosis de drogas vegetales, pero, sin duda, este fue un factor a tener en cuenta». Argumentaba también que la muerte por sobredosis podría ayudar a explicar por qué tantos fósiles de dinosaurios aparecen en posiciones contorsionadas. (Nada de entrar suavemente en esa larga noche.)

Las catástrofes de origen extraterrestre tienen un largo historial en la literatura popular acerca de las extinciones, pero el tema revivió de nuevo en 1979, tras un largo paréntesis, cuando el equipo padre-hijo, físico-biólogo, de Luis y Walter Álvarez propuso que hace 65 millones de años un asteroide de unos 10 kilómetros de diámetro chocó contra la Tierra (desde entonces han sido los cometas, más que los asteroides, los que han ido obteniendo los favores de los especialistas por los motivos esbozados en el ensayo 30. La buena ciencia se corrige).

La fuerza de una colisión así sería inmensa, mayor con mucho que el megatonelaje de todas las armas nucleares del mundo (véase ensayo 29). Al intentar reconstruir un escenario capaz de explicar la muerte simultánea de los dinosaurios en tierra y la de tantas criaturas marinas, los Álvarez proponían que una nube de polvo gigantesca, generada por las partículas arrojadas a la atmósfera por el impacto, oscurecería de tal modo la Tierra que interrumpiría la fotosíntesis y las temperaturas descenderían bruscamente. (Ira, ira contra la muerte de la luz.) El plancton fotosintético oceánico, compuesto por unicelulares, con ciclos biológicos que se miden por semanas,

perecería de inmediato, pero las plantas terrestres podrían sobrevivir por medio de sus semillas en estado latente (las plantas terrestres no se vieron muy afectadas por la extinción del Cretácico, y toda teoría adecuada debe explicar este curioso esquema de supervivencia diferencial). Los dinosaurios habrían muerto de hambre y frío; los pequeños mamíferos de sangre caliente, con unos requerimientos alimentarios más modestos y una mayor regulación de la temperatura corporal, habrían conseguido salir del apuro. «Que los bastardos se congelen en la oscuridad», como decían las pegatinas de los coches de nuestros chauvinistas vecinos de los estados soleados hace varios años, durante la crisis invernal de petróleo en el Noreste.

Las tres teorías, la disfunción testicular, la sobredosis de productos psicoactivos y el impacto del asteroide, atraen grandemente nuestra atención. Como fenomenología pura ocuparían casi el mismo puesto en cualquier lista de fascinación primigenia. Con todo, una de ellas representa a la ciencia, las otras a la especulación restrictiva e inverificable. El criterio adecuado está en la evidencia y la metodología; debemos buscar detrás de la peculiar fascinación ejercida por ciertas afirmaciones.

¿De qué modo podríamos decidir si la hipótesis del sobrecalentamiento testicular es verdadera o falsa? Tendríamos que saber cosas que el registro fósil no nos cuenta. ¿Qué temperaturas eran las óptimas para los dinosaurios? ¿Podían evitar la absorción de un exceso de calor manteniéndose en la sombra o en el interior de cuevas? ¿A qué temperatura dejaban de funcionar sus testículos? ¿Fueron alguna vez los climas de finales del Cretácico lo suficientemente calurosos para llevar las temperaturas internas de los dinosaurios hasta un punto próximo a este techo? Los testículos no se fosilizan, y aunque lo hicieran, ¿cómo íbamos a inferir su tolerancia a las temperaturas? En pocas palabras, la hipótesis de Cowles no es más que una intrigante especulación que no lleva a ninguna parte. La manifestación más condenatoria en su contra apareció en la conclusión del trabajo de Colbert, Cowles y Bogert, cuando admitían: «Resulta difícil plantear razonamientos concretos en contra de esta hipótesis». Mi afirmación puede parecer paradójica: ¿acaso las hipótesis no son buenas precisamente cuando no se pueden concebir argumentos para refutarlas? Todo lo contrario. Simplemente serán imposibles de verificar e inútiles.

La teoría de la sobredosis de Siegel tiene aún menos a su favor. Al menos Cowles extrapoló sus conclusiones a partir de datos perfectamente correctos acerca de los caimanes. Y tampoco violó completamente la principal línea maestra de situar la extinción de los dinosaurios en el contexto de una extinción en masa, ya que una subida de la temperatura podría ser una causa básica de una catástrofe generalizada, que habría producido en los dinosaurios una disfunción testicular, llevándoles a la extinción, y afectando de otro modo a grupos diferentes. Pero la especulación de Siegel ni siquiera puede explicar por aproximación la extinción de los ammonites o del planc-

ton oceánico (las diatomeas fabrican su propia comida a partir de la luz solar, no mueren de sobredosis de productos químicos procedentes de las plantas). Es simplemente una especulación gratuita para atraer la atención. Es imposible de comprobar, ya que ¿cómo podemos saber lo que podían saborear los dinosaurios y lo que eran capaces de hacer sus hígados?

Ni siquiera en su propio contexto tiene sentido la hipótesis. Las angiospermas estaban en plena floración diez millones de años antes de que los dinosaurios pasaran a mejor vida. ¿Por qué tardaron tanto en morir? En cuanto a los dolores de una muerte por sobredosis supuestamente registrada en las contorsiones de los fósiles, lamento decir (más bien me alegra decirlo en bien de los dinosaurios) que los conocimientos de Siegel sobre geología deben ser un tanto deficientes: los músculos se contraen tras la muerte, y los estratos geológicos se elevan y descienden tras su enterramiento con los movimientos de la corteza terrestre, razones más que suficientes para distorsionar el aspecto prístino de un fósil.

La teoría del impacto, por otro lado, tiene una sólida base en la evidencia. Puede ser verificada, puede extenderse, refinarse y, en caso de que esté equivocada, refutarse. Los Álvarez no se limitaron a construir una hipótesis sorprendente para consumo público. Propusieron su hipótesis tras laboriosos estudios geoquímicos con Frank Asaro y Helen Michel, que habían revelado un incremento masivo de la proporción de iridio en las rocas depositadas en el momento justo de la extinción. El iridio, un metal raro del grupo del platino, está prácticamente ausente de las rocas indígenas de la corteza terrestre; la mayor parte de nuestro iridio nos llega en objetos extraterrestres que chocan con la Tierra.

La hipótesis de los Álvarez dio fruto inmediatamente. Basada originalmente en evidencias procedentes de dos localidades europeas, hizo que los geólogos de todo el mundo examinaran otros sedimentos de la misma edad. Encontraron un contenido anormalmente alto de iridio en todas partes, desde las rocas continentales del oeste de los Estados Unidos, hasta las muestras de fondos abisales procedentes del Atlántico Sur.

Cowles propuso su hipótesis testicular a mediados de la década de 1940. ¿Qué ha sido de ella desde entonces? Nada, porque los científicos no pueden hacer nada con ella. La hipótesis no puede pasar de ser un curioso apéndice añadido a un sólido estudio sobre los caimanes. La propuesta de la sobredosis de Siegel obtendrá también unos cuantos comentarios de prensa y caerá en el olvido. El asteroide de los Álvarez pertenece a una categoría distinta, y buena parte de los comentarios populares han pasado por alto esta distinción esencial, concentrándose en el impacto y sus resultados, y olvidando lo que realmente es importante para un científico: el iridio. Si uno se limita a hablar de asteroides, polvo y oscuridad, no hace más que contar un cuento que no es especialmente mejor o más entretenido que la fritura de

testículos o los viajes terminales. Lo que cuenta es el iridio (la fuente de evidencia verificable), y es lo que forja la distinción crucial entre especulación y ciencia.

El movimiento, por decirlo de alguna manera, se demuestra andando. La hipótesis de Cowles no ha generado nada en treinta y cinco años. Desde que fue propuesta en 1979, la hipótesis de los Álvarez ha dado lugar a cientos de estudios, una gran conferencia y una serie de publicaciones relacionadas con ella. Los geólogos están exaltados. Andan buscando iridio en otras fronteras de extinción. Cada semana es testigo de un nuevo detalle en la prensa científica. Sigue acumulándose evidencia de que el iridio del Cretácico representa un impacto extraterrestre y no un vulcanismo indígena. Al revisar este ensayo en noviembre de 1984 (este párrafo estará pasado de fecha cuando se publique el libro), los nuevos datos incluyen «marcajes» químicos de otros isótopos que indican un origen extraterrestre, esférulas de cristal de un tipo y tamaño que sólo se produce por impacto y no por erupciones volcánicas, y variedades de sílice de alta presión que sólo podrían haberse formado (en la medida en la que nos es posible saberlo) bajo el choque tremendo del impacto.

El punto que deseo resaltar es este: cualquiera que sea el resultado final (sospecho que será positivo), la hipótesis de los Álvarez es excitante, y es ciencia fructífera porque genera verificaciones, nos da cosas que hacer y se expande. Nos lo estamos pasando bien, batallando de aquí para allá, moviéndonos hacia una solución y extendiendo la hipótesis más allá de su alcance original (véase el ensayo 30 para algunas extensiones realmente maravillosas).

Como un simple ejemplo de las inesperadas y distantes fertilizaciones cruzadas que engendra la buena ciencia, la hipótesis de los Álvarez ha supuesto una importante contribución a un tema que ha mantenido en suspenso la atención pública durante los últimos meses: el llamado invierno nuclear (véase el siguiente ensayo). En una conferencia celebrada en abril de 1982, Luis Álvarez calculó la energía que un asteroide de 10 kilómetros liberaría en el impacto. Comparó esa explosión con un intercambio nuclear pleno y dejó entrever que una guerra atómica podría tener unas consecuencias similares.

Esta cuestión de que el impacto llevaría a la formación de nubes de polvo gigantescas supuso una importante aportación a la decisión de Carl Sagan y un grupo de colegas de modelar las consecuencias climáticas de un holocausto nuclear. Un intercambio nuclear total probablemente generaría el mismo tipo de nube de polvo y oscurecimiento que tal vez eliminaría a los dinosaurios. Las temperaturas descenderían rápidamente y la agricultura podría resultar imposible. Evitar una guerra nuclear es fundamentalmente un imperativo ético y político, pero debemos conocer las consecuencias posibles

para poder hacer juicios firmes. Me siento gratificado por un enlace final que une disciplinas y preocupaciones comunes; otro criterio, dicho sea de paso, de la ciencia en su mejor expresión.<sup>13</sup> Conocer el fenómeno que hizo posible nuestra evolución exterminando a los dinosaurios, anteriormente dominantes, dejando el camino libre para la evolución de los grandes mamíferos, incluyéndonos a nosotros, podría de hecho ayudarnos a impedir que nos unamos a esas magníficas bestias, con sus posturas contorsionadas, en los estratos de la Tierra.

13. Esta conexión tan retorcida me divierte hasta tal punto que rompo mis propias reglas estrictas acerca de la eliminación de redundancias en estos ensayos poniendo fin, tanto a éste como al siguiente, con esta incitación a la meditación y a la acción.