

# Tiempos de desborde

por [Marcelo Rubinstein](#) para [Ciencia Hoy](#) el 01/08/2014. Publicado en [Número 139](#).

Por primera vez en la historia de la humanidad el número de personas con sobrepeso en el mundo superó al de los desnutridos. Los cambios de hábitos, la abundancia y la calidad de los alimentos que consumimos y los factores genéticos se identifican como principales causales. ¿Pero qué pasa en nuestro cerebro?

Un mediodía de primavera en 2011 almorcé con Pasko Rakic, un neurocientífico genial de la Universidad de Yale, en ocasión de su llegada a la Argentina invitado a participar del congreso anual de la Sociedad Argentina de Investigación en Neurociencia. Cuando le comenté los temas de investigación en mi laboratorio me dijo: ‘Yo no sé por qué dan plata para investigaciones en obesidad. Sabemos la causa: la gente come demasiado. Y sabemos la cura: la gente solo tiene que comer menos’. Y sin más, rápidamente, pasó a otro tema. La anécdota revela que hasta encumbrados expertos en el cerebro humano están convencidos de que recuperar un peso normal es un objetivo alcanzable a fuerza de voluntad. Claro, Rakic es un estudioso de la corteza cerebral y tal vez sobrevalore nuestra capacidad de control consciente sobre las áreas del cerebro que regulan el balance energético y la conducta alimentaria. La realidad muestra, sin embargo, que no existe una solución simple para esta pandemia que sigue aumentando a punto tal que, por primera vez en la historia, el número de personas con sobrepeso en el mundo supera al de malnutridas. La obesidad es una condición en la cual se acumula un exceso de grasa corporal que afecta la salud porque induce un estado inflamatorio generalizado y aumenta el riesgo de contraer diabetes de tipo 2, hipertensión, enfermedad coronaria, accidentes cerebrovasculares, ciertos tipos de cáncer e hipoxia inducida por apnea del sueño. Además de aumentar la morbilidad, la obesidad extrema deteriora la calidad de vida porque dificulta la movilidad en espacios públicos y disminuye la autoestima.

## La gestación del ambiente obesogénico y el efecto boomerang

Está claro que los factores que llevaron en pocas décadas a conformar una pandemia de 3 mil millones de personas con sobrepeso, de los cuales 700 millones son obesos, son culturales y no consecuencia de agentes infecciosos, mutagénicos o tóxicos. Desde su origen hace unos 180.000 años el Homo sapiens mantuvo su eficiencia alimentaria mediante la caza y la recolección de animales y vegetales, y solo en los últimos diez mil años comenzó a modificar el modo de producción de alimentos con la domesticación de cultivos y ganado. Las innovaciones tecnológicas desarrolladas durante la Revolución Industrial en los siglos XVIII y XIX trajeron algunas mejoras en la agricultura, pero fue recién a partir de la Segunda Guerra Mundial cuando el modo de producción industrial de alimentos se aceleró de manera incremental a tal punto que los alimentos procesados, disponibles en abundancia y relativo bajo costo, modificaron definitivamente la relación que buena parte de la población mundial mantiene con la comida. El paisaje agrícola-ganadero actual es muy diferente al de pocas décadas atrás. Los animales viven hacinados y sin posibilidad de moverse al tiempo que reciben hormonas, antibióticos y vacunas y se alimentan con comida procesada mientras que la ‘revolución verde’

de la mano de las semillas transgénicas, herbicidas y fertilizantes aumentó notablemente los rindes de las cosechas. Estas mejoras productivas y una capacidad logística automatizada permiten procesar volúmenes enormes de alimentos en establecimientos industriales con tecnología moderna que son luego distribuidos en los centros urbanos. El uso desmedido de conservantes y de envases sofisticados y el mantenimiento de la cadena de frío desde el origen hasta heladeras y freezers hogareños alejan tanto los riesgos de intoxicación como la posibilidad de comer alimentos frescos y auténticos, al mismo tiempo que crece la oferta de alimentos procesados con marcas comerciales de fantasía (por ejemplo, Kesitas, Chizitos, Chikenitos), que remiten veladamente a alimentos primarios pero que no se sabe muy bien qué contienen dentro de sus envases atractivos. Las estrategias productivas y comerciales de los grandes conglomerados industriales lograron reducir significativamente el costo relativo de estos alimentos procesados y aumentar al mismo tiempo su valor hedónico y energético con el agregado de grasas, sal y azúcares, especialmente jarabe de maíz rico en fructosa. Experimentos realizados con ratas de laboratorio alimentadas con una dieta balanceada de cereales demuestran que estas cambian radicalmente su conducta alimentaria cuando se les da la opción de una comida con alto valor hedónico que contiene salchicha, queso y chocolate.

El consumo de esta dieta hipercalórica induce en pocos días el desarrollo de obesidad. Los azúcares y las sales presentes en los alimentos activan receptores gustativos linguales que envían señales a centros del cerebro donde producen sensaciones de placer. El acoplamiento funcional de este circuito virtuoso aporta ventajas adaptativas evidentes, porque la ingesta de alimentos ricos en azúcares y sales permite la reposición de calorías y electrolitos vitales. No sorprende, entonces, que la enorme disponibilidad de alimentos baratos con alto contenido calórico y de sal que vemos actualmente en galletitas, facturas, papas fritas, hamburguesas, pizzas, golosinas y bebidas gaseosas se haya instalado tan rápidamente en la cima de las preferencias populares, desplazando a productos primarios tradicionales cuyo valor nutritivo es superior por aportar más proteínas, vitaminas y minerales. Paralelamente, la proliferación de redes de transporte público de pasajeros, del automóvil y de una multiplicidad de aparatos electrodomésticos redujo el gasto calórico diario de la población urbana. El hiperconsumo de pseudoalimentos con escaso valor nutritivo y una menor actividad física conforman un cóctel poderoso que desplazó la ecuación energética de casi la mitad de la población mundial con la retención innecesariamente elevada de energía química en los enlaces de carbono de triglicéridos almacenados en el tejido adiposo. Las opiniones acerca de si la pandemia de obesidad se debe principalmente a un aumento en la ingesta calórica o a una disminución del gasto energético están divididas, aunque evidencias recientes descartan la importancia del sedentarismo de la vida moderna en el desarrollo de esta epidemia global. A pesar de que los avances científicos y tecnológicos de las últimas décadas produjeron un impacto notable sobre la expectativa de vida, también generaron una sociedad de consumo por momentos desbordada cuyos excesos nos pegan como un boomerang en la nuca, creando enfermedades nuevas como la obesidad y las adicciones.

## Obesidad y factores genéticos

A pesar de que el ambiente obesogénico se instaló de forma generalizada en casi todos los países del mundo, su impacto en el peso corporal revela una marcada variación individual. Incluso en las regiones con mayor prevalencia de obesidad existe un gran porcentaje de personas que permanecen con índice de masa corporal normal. Esta variación individual sugiere la existencia de diferentes tipos de predisposición genética a aumentar de peso en

acuerdo con estudios previos realizados en gemelos y mellizos entregados tempranamente en adopción. La contribución genética al desarrollo de obesidad varía en los diferentes estudios, pero en todos los casos es considerable y actualmente existe un consenso de que aproximadamente dos tercios de la variación poblacional se explica por diferencias genéticas y el tercio restante, por causas ambientales. Esta aparente paradoja no debe confundirnos y merece reafirmarse que, a pesar de que existen factores genéticos determinantes de las variaciones de peso en la población, la fuerza motriz generadora de la pandemia de obesidad es de origen cultural. Si bien existen evidencias de obesidad extrema familiar debida a mutaciones en el gen de leptina, del receptor de melanocortinas 4 MC4R y del gen de proopiomelanocortina (POMC), estos casos son muy aislados. Recientes estudios de asociación genética en genomas completos (Genome Wide Association Studies, GWAS) muestran, en cambio, que la mayor parte de los casos de obesidad familiar corresponden a una predisposición dada por varios genes que por sí solos tendrían poco impacto sobre el peso corporal. Debido a que el efecto que genera cada variante genética o mutación no es extremo, estas contribuciones son difíciles de detectar. Una alternativa no excluyente es la existencia de variantes genéticas de efecto fuerte y que cada familia con alta predisposición a la obesidad sea portadora de un conjunto limitado y particular de estas variantes.

## El cerebro en desconcierto

El aumento del peso corporal evidencia que la ingesta calórica está superando el gasto metabólico. Equilibrar el fiel de la balanza aumentando el ejercicio físico es solo posible adoptando rutinas de larga duración y alta frecuencia semanal, típicamente observadas en atletas y que son de muy difícil aplicación en personas que llevan una vida sedentaria y que comienzan un tratamiento con sobrepeso ya instalado. Queda entonces como alternativa poner el énfasis en disminuir el consumo. Un gran problema evidenciado tanto en la clínica como en observaciones anecdóticas es la dificultad en recuperar un peso normal y, en caso de una mejora inicial, sostenerla en el tiempo. Las dietas más diversas, cambio de hábitos alimentarios, tratamientos farmacológicos y cirugías reductoras de algún tramo del aparato digestivo promueven una disminución inicial muy marcada del peso corporal que se mantiene por un período relativamente breve para dar lugar después al ‘efecto rebote’ según el cual el peso vuelve a aumentar hasta alcanzar valores más cercanos al del inicio del tratamiento. ¿Por qué existe el efecto rebote y cómo se puede evitar? Una opinión abonada incluso por luminarias de la ciencia apunta a la falta de voluntad de quienes desean perder peso. Varias veces por día, todos los días, se debe tomar una decisión de naturaleza hamletiana: comer o no comer. Seguir comiendo o parar. Comer una porción más pequeña o terminar la fuente. Comer una milanesa de soja o fideos a la boloñesa. Una batalla tan larga y cotidiana como la vida misma. Para tomar decisiones utilizamos una zona del cerebro anterior especialmente desarrollada en nuestra especie llamada corteza prefrontal, que tiene la capacidad de organizar nuestras acciones en el espacio y el tiempo. Como en los dibujos animados, donde el ángel y el demonio pelean dentro de la cabeza del personaje para inclinarlo a definir una conducta generosa o egoísta, la corteza prefrontal concentra la decisión consciente, la moral y el sentido de oportunidad, y vive en tensión permanente con el sistema límbico, ávido de placeres y recompensas inmediatas, y con el hipotálamo, concentrado en mantener los balances homeostáticos y en preparar al organismo para optimizar demandas futuras. La lucha que enfrenta la corteza prefrontal es desigual porque el trabajo de pinzas que realizan el sistema límbico y el hipotálamo, dos estructuras ancestrales del cerebro de los animales vertebrados, termina dominando las acciones más tarde o más temprano.

Una parte del sistema límbico llamada núcleo accumbens está inervada por una red densa de terminales neuronales que liberan un neurotransmisor, la dopamina. Cada vez que nuestro sistema sensorial detecta un aumento en la probabilidad de encontrarse frente a una comida atractiva se libera dopamina en el núcleo accumbens, anticipándose a la presencia tangible del alimento y al momento consumatorio de la ingesta. El aroma de un guiso que sale de una olla humeante, el letrero luminoso de una heladería que aparece al dar vuelta a la esquina, son ejemplos de las innumerables señales que anuncian la cercanía de sustancias con alto valor hedónico que promueven la liberación de dopamina. El sistema límbico ya está activado cuando la corteza recién comienza a evaluar lo que está ocurriendo, y esa es una desventaja temporal del control inhibitorio de nuestras acciones, que se tienen que oponer a tentaciones y antojos ya desencadenados. Y en un mundo como el actual, en que las tentaciones son permanentes, resulta muy difícil resistirlas. Por eso cualquier programa de control de peso debe tener como objetivo limitar el consumo pero no impedirlo, para evitar un fracaso garantizado. El diablito que tenemos dentro es tan nuestro como el ángel, y sobrevalorar nuestra conciencia racional solo nos llevará de frustración en frustración. El libre albedrío como posibilidad exclusivamente humana queda al descubierto como una simple ilusión que no logra opacar la realidad de que somos mucho más parecidos que diferentes a cualquier otro mamífero.

Las neuronas que liberan dopamina en el núcleo accumbens son parte de un circuito de refuerzo, donde los estímulos apetitivos primarios –comidas ricas en azúcares, grasa y sal– funcionan como reforzadores naturales que producen sensaciones de placer. El término refuerzo refiere a la repetición de una conducta, a priori neutra, que lleva a consumir una vez más una sustancia reforzadora. La activación de este circuito de refuerzo es fundamental para garantizar la vida animal porque promueve acciones que llevan a obtener e ingerir alimentos necesarios para mantener una aptitud física robusta y asegurar así la competitividad reproductiva. Sin embargo, su activación exagerada aumenta el riesgo de generar conductas compulsivas típicamente observadas en individuos adictos. El aumento desmedido de la oferta de comida rica en grasas, azúcares y sal y de apariencia llamativa ejerce una presión constante sobre el sistema límbico difícil de ser controlada por mecanismos inhibitorios. Considerar adictos a la comida a las personas que comen de manera desmedida es materia de debate, pero algunos de los mecanismos neurobiológicos que operan en adictos a drogas de abuso como la cocaína están presentes en personas hiperfágicas y obesas. Entre ellas, el patrón de consumo en episodios compulsivos y la incapacidad de controlar sus impulsos de consumo a pesar de sus consecuencias negativas. La mayoría de los individuos obesos se compromete una y otra vez con programas para disminuir la ingesta y abandonar el consumo de comida hipercalórica, pero les resulta muy difícil lograrlo aun sabiendo el daño que representa para su salud y el entorno de sus relaciones sociales y laborales.

## Lo primero, primero

El hipotálamo es un núcleo ubicado en la parte ventral del cerebro anterior que participa de múltiples procesos fisiológicos que incluyen el control del metabolismo, la energía y la ingesta de alimento, la reproducción, el mantenimiento del ritmo circadiano y la regulación de la temperatura corporal. La importancia del hipotálamo en la regulación de estos parámetros fisiológicos es fundamental porque logra mantenerlos dentro de un rango vital por fuera de los cuales los animales enferman y mueren. Un sistema de sensores presentes en neuronas hipotalámicas ensamblan un calorímetro que computa el gasto calórico total y las reservas energéticas presentes en el tejido adiposo y plantea conductas alimentarias que llevan a

defender un peso corporal determinado. Este caloristato regula el balance energético en un rango de valores límites, superior e inferior, relativamente mucho más amplio que los que operan en los controles homeostáticos antes descritos, cuyos parámetros se mantienen dentro de un rango vital mucho más estrecho. El peso corporal, que revela en buena parte el estado energético de cada individuo, se regula siguiendo una táctica de doble intervención que, por un lado, evita llegar a niveles de desnutrición que deterioran la aptitud física y el sistema inmune y, por el otro, previene mantener un peso excesivo que reduce la capacidad de caza y de huida y expone al animal a un tiempo innecesariamente alto de búsqueda de alimento. Una de las hipótesis que intenta explicar por qué el Homo sapiens es vulnerable a la obesidad propone que, al dominar el fuego y las armas de media distancia, logró mantener alejados a sus predadores naturales, disminuyendo la presión de selección sobre el punto alto de intervención homeostática.



*Un modelo genético de obesidad extrema en ratones demostró que la obesidad es una condición que se autopropetúa y que, cuanto mayor es la desviación del peso normal, más difícil es recuperarlo.*

La gran mayoría de libros de texto y trabajos científicos especializados enuncian que el hipotálamo controla el balance energético siguiendo una regulación homeostática en la que la ingesta calórica es igual al gasto metabólico en un equilibrio de suma cero. Esta hipótesis parte de la observación de que la mayor parte de los animales adultos mantiene un peso relativamente constante durante períodos largos. Sin embargo, el aumento generalizado de peso que muestra actualmente la población humana nos exige un replanteo. Además de los balances de tipo homeostático que buscan mantener un parámetro dentro de márgenes estrechos, el hipotálamo es también capaz de manejar balances alostáticos en los que el organismo inicia cambios metabólicos y conductuales en anticipación de necesidades futuras. Ejemplos maravillosos de regulaciones alostáticas del balance energético se observan en algunos mamíferos durante las semanas previas al inicio de una extensa hibernación y en aves migratorias días antes de comenzar un viaje largo sobre el océano. Pero estos ejemplos particulares no son los únicos que nos rodean. Desde nuestra existencia inicial como embriones en el útero materno y hasta el final de la adolescencia nuestro cuerpo no hace otra cosa que crecer, aumentando diariamente la masa corporal. Pasamos de pesar cinco microgramos en el momento de la implantación a 70kg al cumplir los dieciocho años. Aumentamos nuestro peso más de diez mil millones de veces en unos siete mil días hasta llegar a un momento en el cual el salto incremental tiende a desaparecer. Muy tempranamente el hipotálamo desarrolla sus primeras conexiones funcionales aprendiendo a conseguir calorías para un organismo que no para de crecer. Dieciocho años más

tarde, ya no tiene que sumar el gasto diario más la expectativa de crecimiento inmediata sino solo mantener un peso corporal relativamente constante. En un ambiente obesogénico como el actual, el cambio estratégico que debe afrontar el caloristato hipotalámico presenta dificultades que postergan la llegada del peso de equilibrio constante.

En las circunstancias ambientales actuales, ¿qué posibilidad real tienen las personas obesas de recuperar un peso normal? Experimentos realizados en ratas y ratones de laboratorio mostraron que la exposición a comida rica en grasa y azúcar produce un aumento considerable de la ingesta calórica seguida de obesidad. Cuando los animales ahora obesos vuelven a ser alimentados con la dieta magra inicial, mantienen una conducta alimentaria hiperfágica y, a pesar de bajar un poco de peso, lo mantienen por encima del de sus hermanos siempre alimentados con dieta de mantenimiento. ¿Pero qué pasaría con ratones que desarrollan obesidad comiendo solo dieta de bajo valor hedónico? ¿Es la obesidad reversible en ausencia de estímulos apetitivos atractivos? En mi grupo de trabajo en el INGEBI, Conicet, estudiamos este problema en ratones que desarrollan obesidad extrema comiendo solo dieta de mantenimiento. Estos ratones son hiperfágicos debido a que tienen mutado un gen llamado proopiomelanocortina (POMC), que produce neuropéptidos cerebrales que actúan como potentes inductores de saciedad alimentaria. Esta mutación puede ser revertida mediante la administración de una droga, lo que permite recuperar el funcionamiento normal de POMC y, a su vez, el control de la ingesta. Nuestros resultados mostraron que la reversión temprana del sistema saciatorio previene el desarrollo de obesidad pero que, una vez que esta se instala, existe una resistencia a recuperar el peso normal incluso comiendo la misma dieta pobre en grasas y azúcares, y esta resistencia es directamente proporcional al grado de obesidad alcanzado por los ratones. A medida que aumenta la grasa corporal el caloristato hipotalámico parece recalibrarse de manera tal de promover una conducta alimentaria que tiende a defender un peso corporal cada vez mayor. Por eso la conclusión principal de nuestro trabajo es que la obesidad es una condición que se autoperpetúa: cuanto más se aumenta de peso mayor será la resistencia a recuperar el peso normal anterior.

## Controlar la obesidad

La altísima prevalencia de la obesidad, su constante aumento sobre todo en las familias más pobres, su inicio a edades cada vez más tempranas, los riesgos ciertos para la salud y la calidad de vida, y las dificultades para controlarla con intervenciones individuales (dieta, ejercicio, etcétera) ponen el foco central en el papel que debe jugar el Estado en todos los niveles posibles: educación para la salud desde la escuela primaria, políticas de salud pública profundas, constantes y creativas, y un claro control normativo que busque disminuir radicalmente la publicidad, la venta y el consumo de pseudoalimentos que generan una sensación de plenitud calórica sin mejorar el estado nutricional. Estos pseudoalimentos, que abundan tanto en hipermercados como en kioscos, son preferidos por el público masivo por ser ricos, baratos y de consumo inmediato, y llevan inexorablemente a generar y mantener una población obesa y con un nivel de morbilidad peligrosamente alto. La única manera de revertir esta situación es promover desde el Estado una recuperación de los hábitos alimentarios con productos primarios, variados y frescos tradicionalmente producidos en granjas y huertas, y aquellos con niveles bajos de procesamiento industrial. El desafío es enorme porque una buena alimentación es más cara y requiere de más tiempo de preparación y de consumo. La tarea requerirá funcionarios responsables en todos los niveles de decisión y de acción porque se trata ni más ni menos que de tocar intereses económicos superpoderosos del complejo alimentario

industrial local y las filiales de las multinacionales más grandes del mundo. Habrá que exponer el problema de la comida chatarra con claridad, identificar a los pseudoalimentos ricos en grasa, azúcares y sal como perjudiciales para la salud y establecer políticas que limiten su consumo. Las experiencias con la regulación del consumo de tabaco y alcohol son útiles, pero en el terreno alimentario las políticas deberán ser aun más persistentes porque, al fin y al cabo, necesitamos comer todos los días. En un país donde se abren nuevos casinos año tras año las expectativas de que el Estado se interese por controlar problemas de salud vinculados con procesos adictivos parecen remotas. Como me dijo Pasko Rakic, ya conocemos los aspectos culturales, ambientales, comerciales, neurobiológicos y genéticos que explican la pandemia actual de obesidad. Y también los límites de nuestro cerebro y nuestra sociedad para revertirla en el corto plazo.

## Lecturas Sugeridas

**BUMASCHNY VF**, 2012, 'Obesity-programmed mice are rescued by early genetic intervention', *Journal Clinical Investigation*, 122: 4203-4012.

**LUSTIG RH, SCHMIDT LA & BRINDIS CD**, 2012, 'Public health: The toxic truth about sugar', *Nature*, 482: 27-29.

**SPEAKMAN JR & O'RAHILLY S**, 2012, 'Fat: an evolving issue', *Dis Model Mech*, 5: 569-573.

**STUNKARD AJ, HARRIS JR, PEDERSEN NL & MCCLEARN GE**, 1990, 'The body-mass index of twins who have been reared apart', *N Engl J Med*, 322: 1483-1487.

**WESTERTERP KR & SPEAKMAN JR**, 2008, 'Physical activity energy expenditure has not declined since the 1980s and matches energy expenditures of wild mammals', *Int J Obes (Lond)*, 32: 1256-1263.



Marcelo Rubinstein

Doctor en Ciencias Químicas, FCEYN, UBA. Investigador superior en el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular, Conicet. Profesor regular adjunto, Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular, FCEYN, UBA. [mrubins@dna.uba.ar](mailto:mrubins@dna.uba.ar)

# Marihuana: se profundiza el debate científico sobre su uso medicinal

A 100 años de su prohibición, se buscan respuestas sobre si es adictiva, neurotóxica o inocua para la salud; ya hay evidencia positiva en casos de epilepsia refractaria a otros tratamientos

[SEGUIR](#)

[Nora Bär](#)

LA NACION

LUNES 20 DE MARZO DE 2017

Resulta difícil imaginar que Valeria Salech, madre de 42 años, profesora de yoga, arrastra las heridas más dolorosas: las que se sufren por enfrentar la realidad de un hijo con una enfermedad gravísima. Habla con energía... hasta que se le quiebra la voz: "Nos cerraron las puertas. Nos expulsaron de los consultorios. Probamos un sinnúmero de tratamientos y no funcionaron. Puedo perdonar todo menos que nos impidieran el acceso al conocimiento".

Salech es una de las fundadoras de Mamá Cultiva Argentina, una ONG que integran unas 500 familias en el país con chicos que padecen patologías para las que la medicina no tiene respuestas y que encontraron en la marihuana una opción terapéutica que les ofrece una mejor calidad de vida. "Gracias al aceite de cannabis, algunas pudimos descubrir la risa de nuestros hijos y otras, recuperar la esperanza, que no es poco", afirma.

Salech y las familias de Mamá Cultiva, como pacientes con dolencias como artritis, VIH/sida, cáncer, esclerosis múltiple, epilepsia refractaria, estrés postraumático, Parkinson y



Alzheimer, impulsan el creciente interés que médicos e investigadores tienen en los efectos terapéuticos de esta planta usada desde hace miles de años. "En diciembre de 2016, el Comité de Expertos en Drogadependencia de la Organización Mundial de la Salud recomendó realizar una revisión de la literatura científica para reevaluar los efectos del cannabis -explica Marcelo Rubinstein, profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, investigador del Conicet en el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular y organizador de las jornadas Cannabis Sapiens, que reunieron en el Centro Cultural de la Ciencia a médicos, abogados, científicos y familiares de pacientes-. Esta necesidad surge de admitir que la clasificación de la marihuana como una droga de alta peligrosidad se hizo hace 100 años, sin los conocimientos científicos actuales y antes de saberse que el nivel de daño del cannabis es menor que el de drogas legales reguladas, como el tabaco y el alcohol."

Las investigaciones sobre sus componentes, sus efectos psicotrópicos y sus virtudes medicinales se multiplican desde hace medio siglo. Surgió un cúmulo de evidencias sobre sus posibles beneficios, que, entre otras razones, llevó a cambios en las políticas regulatorias de Suiza, Portugal, España, Holanda, Estados Unidos y Uruguay. Se necesitan más estudios para reunir información concluyente sobre la mejor forma de administración, y la seguridad y eficacia de su uso a largo plazo.

El uso medicinal de la *Cannabis sativa* es milenario. Los primeros registros datan de 2700 a.C., en Oriente, y hasta los años 30 del siglo pasado fue uno de los principales analgésicos. "Mucho antes de la aspirina y los opiáceos, más fáciles de producir y distribuir, se hablaba de sus efectos antiepilépticos y

antiespasmódicos -precisa el psiquiatra Federico Pavlovsky, integrante de la comisión directiva de la Asociación de Psiquiatras Argentinos (APSA)-. En el siglo XIX, el psiquiatra Moreau de Tours se juntaba a experimentar con Balzac, Baudelaire, Dumas, Gauthier y Victor Hugo en lo que se llamaba el Club des Hachichins. En los últimos 100 años dejó de ser un remedio y pasó a la ilegalidad."

Aunque en el país no hay estadísticas, se calcula que la consume entre el 3 y el 4% de la población, de un millón a un millón y medio de personas, con distintas frecuencias. Su encuadramiento como sustancia ilegal no redujo su circulación, pero sí obstaculiza su estudio y las respuestas a los interrogantes que plantea: ¿es adictiva? ¿Es neurotóxica? ¿Es la entrada a otras drogas? ¿Puede inducir o potenciar manifestaciones psicóticas? ¿Qué diferencias de costo/beneficio arrojarían su regulación, su prohibición o su despenalización?

Sobre la primera pregunta, José Capece, psiquiatra especialista en adicciones y docente de Salud Mental de la Facultad de Medicina de la UBA, es terminante: "Se constató que es adictiva. Incluso está descripta la abstinencia. Pero el potencial adictivo es muy bajo: mientras el del tabaco ronda el 32%, el de la marihuana es de casi un 9%."



El síndrome de abstinencia se manifiesta por una intensa sensación de aburrimiento, que es una variable de la angustia, trastornos incisivos del sueño, corrimiento del ritmo circadiano (los pacientes se duermen y se levantan tarde) y pérdida del apetito. Entre las vulnerabilidades que favorecen la dependencia figura el déficit de atención, una condición frecuente que padece cerca del 10% de la población general. "Esas personas tienen una alta probabilidad de hacerse adictas porque el cannabis les genera una sensación de confort", dice Capece.

"No es inocua, ninguna sustancia lo es -destaca Rubinstein-. Por eso es importante conocer sus niveles de peligro y sus potenciales beneficios." Nuestro cerebro, agrega, posee un sistema de "endocannabinoides" (neurotransmisores similares

a las sustancias activas del cannabis). "Si tomáramos el cerebro de cualquier persona y extrajéramos los cannabinoides endógenos, tendríamos entre 5 y 10 cigarrillos de marihuana -ilustra-. Fabricamos compuestos que desde el punto de vista químico son un poco diferentes del THC, pero que desde lo farmacológico son idénticos; actúan sobre los mismos receptores cerebrales. Estos endocannabinoides actúan en lugares precisos del cerebro, son elaborados a demanda cuando un área está muy activa. Pero así como se liberan en cantidades importantes, rápidamente se degradan. En cambio, cuando uno consume productos de cannabis, éstos ingresan en todo el cerebro y tienen una vida media mucho más prolongada."

La interferencia de los cannabinoides de la planta con los del organismo cuando el cerebro está en desarrollo, como ocurre en la adolescencia, es peligrosa, especialmente si se hace de manera frecuente y en altas dosis, subrayan los investigadores. "Incluso sin llegar a la adicción, en la adolescencia el consumo es perjudicial -destaca Capece-. Puede alterar el desarrollo normal del cerebro en determinadas funciones neurocognitivas: por ejemplo, en la memoria, memoria de trabajo y coeficiente intelectual."

Coincide Rubinstein: "Un adolescente que todos los días fuma uno o dos cigarrillos de marihuana hipoteca su futuro. Los cannabinoides participan de muchas señales que tienen que ver en cómo se integran las neuronas en las diferentes redes. En adolescentes altos consumidores, puede producir daño irreversible".

La marihuana tiene más de 700 moléculas, algunas de las cuales son potencialmente activas. La más conocida es el THC,

que es preponderantemente psicoactivo. Otros, como el CBD, mostraron tener acción ansiolítica. Se cree que produce una modificación del umbral convulsivo en algunas epilepsias.

Uno de los médicos que más investigan los efectos del cannabis en niños es el neurólogo pediátrico Carlos Magdalena, del hospital Ricardo Gutiérrez. "El interés por su uso terapéutico explotó como demanda social en 2010 -explica-. Hay 45 aplicaciones demostradas fehacientemente. En epilepsia refractaria a los anticonvulsivantes, se obtuvo hasta un 79% de mejoría de las crisis sustanciales, más de 50% de mejoría en encefalopatía epiléptica. Mejora del estado cognitivo, el sueño, la conexión social, la capacidad de adaptación y la calidad de vida de toda la familia. Se usó en inmunología, en dolor... En autismo, se vio un despertar afectivo, visual, social y cognitivo."

Quedan muchos desafíos por afrontar. Para la médica uruguaya Raquel Peyraube, especialista en políticas de drogas, es importante tener en cuenta que los efectos pueden variar por la proporción y concentración de las sustancias que contiene, por la vía de uso (en comidas, por inhalación, en comprimidos, en aceite, en friegas), por el estado del sujeto y por el contexto en que se emplee.

"Tenemos que empezar con dosis muy bajas y ajustar la prescripción a la medida del paciente -subraya Peyraube-. Vamos a tener que cambiar los sistemas nacionales de salud; en siete minutos de consulta no se puede hacer." Otro problema es certificar los cultivos y someter las preparaciones a las reglas de buena manufactura. "El 80% de las preparaciones de los Estados Unidos están contaminadas con pesticidas, solventes, fungicidas, metales pesados o microorganismos -dice

Peyraube-. Los productos deberán presentarse debidamente etiquetados, describiendo el contenido, la composición, las advertencias y precauciones."

La investigación de sus aplicaciones terapéuticas es un mundo por explorar. "Convivimos con las drogas y tenemos que saber cómo funcionan y cómo relacionarnos con ellas -concluye Rubinstein-. Así como entramos a la farmacia y están llenas de drogas reguladas, pero que pueden hacernos mal, hay otras que hoy están prohibidas y que tendremos que saber manejar. Ocurrió con el alcohol, y es un problema que no podemos controlar... Como sociedad tenemos que seguir aprendiendo cómo relacionarnos con el mundo que nos rodea, el natural y el fabricado por nuestra cultura."

## Posibles usos medicinales

Alivio del dolor

Reducción de la inflamación

Estimulación del apetito

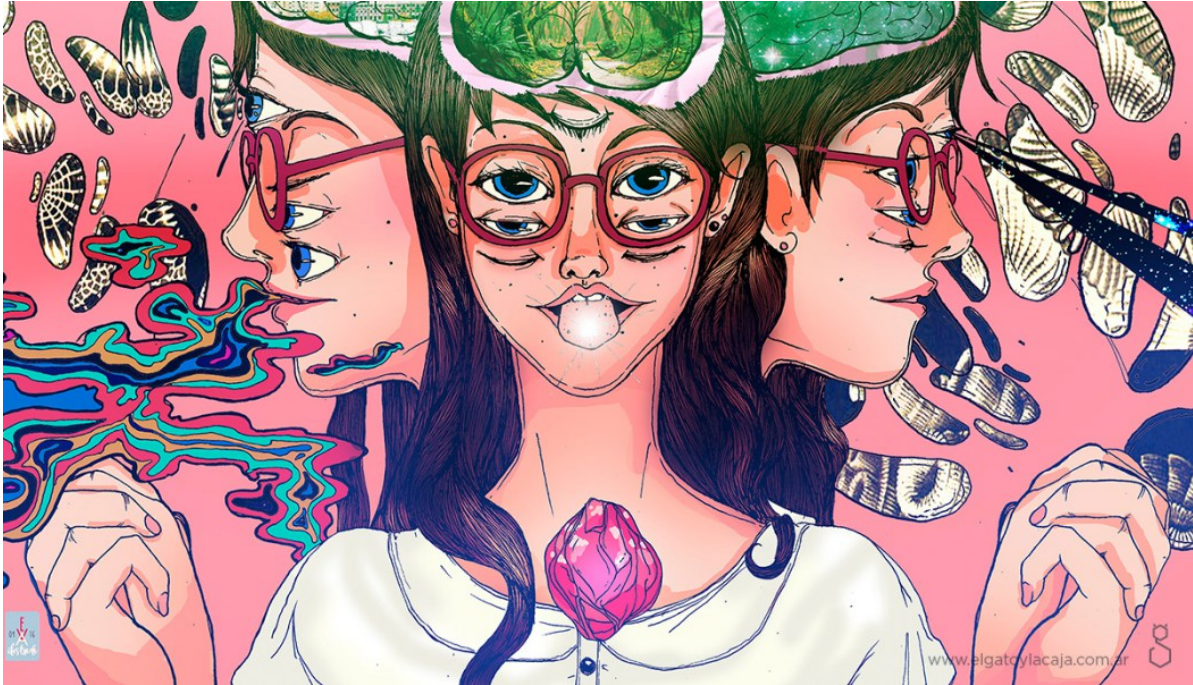
Reducción de vómitos y náuseas

Anticonvulsionante

Antiespasmódico

Inducción del sueño

Modulación del sistema inmune



# Fusión

**ENZO TAGLIAZUCCHI**

el Abril 13, 2016 a las 9:32 AM

Esta semana (y en simultáneo con esta nota), publicamos los primeros estudios neurocientíficos modernos sobre los **efectos del LSD en el cerebro humano**. Junto a la gente de **David Nutt** y Robin Carhart-Harris, que trabajan en el Imperial College de Londres (un grupo de investigación muy piola de Inglaterra), quisimos de alguna manera **espiar la conciencia**. Para esto usamos dos herramientas. Por un lado, el LSD como modificador del estado de la conciencia y, por otro lado, la resonancia magnética funcional (**fMRI**). Usando ambos, podemos tratar de entender los cambios físicos asociados a nuestra conciencia bajo los efectos de este psicodélico. A pesar de ser de una de las técnicas más poderosas que existen para investigar el cerebro humano en acción, la resonancia magnética funcional nunca se utilizó para estudiar los efectos del LSD. Hasta hoy.

El problema es que, cuando investigar con LSD no estaba prohibido, la técnica todavía no existía, y para cuando la técnica se inventó, el LSD ya estaba prohibido. Timing, que le dicen; una historia de desencuentros sin sentido que retrasó unos veinte años los descubrimientos que hoy nos llegan.

Normalmente no podemos sentir [el olor de una cumbia o el color del olor a choripán](#), y tampoco quedarnos colgados viendo fractales cada vez que cerramos los ojos. Pero las [drogas psicodélicas](#) como el LSD tienen muchas propiedades únicas que pueden definirse con una frase: **distorsión de la realidad**. Por eso, en una experiencia psicodélica puede ocurrir eso y mucho más; aunque no, la pared no cambió de color ni se está derritiendo. Digamos, el LSD genera un mundo ilusorio en el que vivimos por un rato antes de volver a la realidad.

El problema de esta definición es que **lo que vivimos todos los días también es una ilusión**. No, no se trata de estar dentro de la Matrix, sino de todas las transformaciones que el cerebro le hace a lo que percibimos para que entendamos algo y así evitar que el mero hecho de abrir los ojos cada mañana nos haga gritar '¿¡WTF!?!'. [Mariano Sigman](#) encontró una definición que acompaña perfectamente esta idea, al describir el cerebro como '[la máquina que construye la realidad](#)'. El cerebro, entonces, no es una máquina de recibir información y listo, sino todo lo contrario: toma un rol activo en nuestra percepción del mundo y actúa para construirlo. Éste es el motivo por el cual no vemos un montón de estructuras que están adentro del ojo (no, no es una bola transparente), encontrás a [Jebús en una mancha de humedad en la pared](#) o reconocés al perro de tu ex en una nube. Nuestro cerebro filtra la información que le llega a través de los sentidos y le aplica un poquito de neurophotoshop para lograr una ilusión funcional a la vida cotidiana, pero que sigue siendo una ilusión. Es larga la lista de trucos que usa el cerebro para que podamos vivir una mentira más cómoda y confortable que el mundo pedorro lleno de triperio ocular y otras realidades que en realidad no son realmente como las percibimos. Evidentemente, a lo largo de la evolución, **generar toda esa ficción debe haber tenido y tiene claras ventajas adaptativas**. Y si no, armá tu realidad y ganá las selecciones.

Así que de repente parece válido declararse confundido. **¿Cómo sabemos que no nos están engañando en el cambiazo de una ilusión por la otra? ¿Y si algunas partes de la ilusión que nos ofrece el LSD son más cercanas a la realidad que lo que experimentamos estando completamente sobrios?**

Una de las facetas más interesantes de la experiencia psicodélica que se puede alcanzar mediante el consumo de LSD es la **pérdida del sentido del 'yo'**, fenómeno también conocido como 'disolución del ego' o 'muerte del ego'. Este estado es difícil de transmitir de forma efectiva a alguien a quien nunca le pasó, y una manera relativamente directa de experimentarlo sería que el otro en vez de escuchar una descripción pobre, pudiese [consumir LSD](#). Pero para no romper la ley —por ahora— vamos a intentar una definición desde la sobriedad: **la muerte del ego es la pérdida de la sensación de ser una persona individual**. Durante la disolución del ego, el cuerpo físico se revela repentinamente como una frontera arbitraria entre vos y el mundo exterior. Una que no es más arbitraria ni que te aporta más individualidad que la remera que llevás puesta, las paredes de la casa donde vivís, la atmósfera del planeta Tierra.

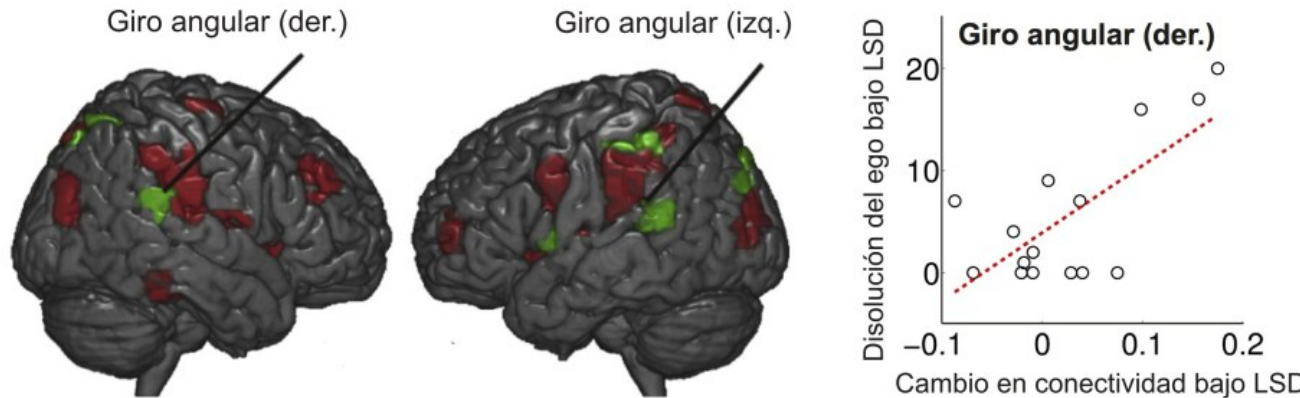
Una premisa central de muchas religiones (del budismo, por ejemplo) y un punto de algunos filósofos pasados y contemporáneos (como [Sam Harris](#)) es que, al menos en este caso, consumir LSD nos estaría acercando a la posta. **El 'yo' no sería más que otra ilusión de nuestro cerebro**; nosotros mismos y nuestra individualidad estaríamos siendo



inventados momento a momento por el **cerebro**, que podríamos llamar ahora *‘la máquina que construye a uno mismo’*. O capaz, ya que estamos entre nosotros (literalmente), *‘la máquina que te construye’*. Similar al caso del globo ocular lleno de cosas transparentes, la ilusión del ‘yo’ podría ser muy conveniente. Entre otras cosas, el ‘yo’ no quiere dejar de existir y contribuye a un fuerte instinto de preservación. Sabemos, por ejemplo, que es más ameno morir si antes disipamos la ilusión de que existimos como nosotros mismos. Un **estudio** demostró que la pérdida del ‘yo’ causada por psicodélicos (en este caso, psilocibina) alivia la ansiedad ante la **muerte** en pacientes terminales de cáncer. Básicamente, en vez de una muerte ortiba que te prende las luces y te apaga la música, tenés una que con una sonrisa te pregunta si necesitás algo más porque en 15 cierra la barra. En esa línea, hay varias **investigaciones** que apuntan a la potencialidad de utilizar psicodélicos para el tratamiento de la ansiedad, la depresión y hasta la adicción a sustancias como el alcohol y la nicotina.

En nuestro trabajo, **usamos el LSD como una herramienta para indagar sobre los engranajes de esa ‘máquina que te construye’**. Los sujetos que participaron en el experimento recibieron LSD o un placebo de manera aleatoria (y, por supuesto, sin saber cuál habían recibido, aunque sospechamos que deben haberse dado cuenta). Luego, mediante fMRI, comparamos los cambios en la conectividad del cerebro entre ambas condiciones. El resultado central de nuestro estudio es que el LSD aumenta el flujo de información a través de un grupo de regiones que se encuentran en la corteza frontal (arriba de los ojos) y parietal (arriba de las orejas) del cerebro. Se sabe hace algún tiempo que la actividad neuronal en estas regiones se incrementa durante la introspección y disminuye cuando prestamos atención al mundo externo. En nuestro trabajo vimos específicamente que el LSD aumenta el vínculo entre esta red de neuronas de la introspección y las áreas del cerebro que perciben el allá afuera. **Es casi como si nuestro cerebro dejara de darnos bola en favor del resto del Universo y entonces desapareciéramos por un rato**. En cierta forma, se desvanece la ilusión de que uno mismo es uno mismo; un alguien separado, distinto, individual, único; un ‘yo’.

La ‘intensidad’ con la que desaparecemos correlaciona con la conectividad de la corteza parietal, específicamente en una zona que se conoce comúnmente como giro angular. Estudios relativamente complicados (a cráneo abierto, en pacientes con epilepsia) en los que se realiza estimulación eléctrica del cerebro, demuestran que se puede inducir esta pérdida de estar ‘dentro de uno mismo’ si se le pega una ‘patadita’ eléctrica lo suficientemente fuerte al giro angular. Esta y otras técnicas similares son hoy por hoy un estándar en la investigación en neurociencia. **Nuestro trabajo muestra, de manera concluyente, que el LSD es una herramienta no sólo igual de poderosa para manipular el estado del cerebro, sino también mucho más elegante**. A pesar de esto, como todos sabemos, es ilegal.



*Las regiones donde encontramos una correlación positiva entre disolución del ego e incrementos en conectividad cerebral (en verde las regiones donde la asociación es más fuerte). A la derecha, un ejemplo de esa asociación: cada círculo es un sujeto experimental. Se ve como a mayor aumento en conectividad (giro angular derecho), mayor disolución del ego.*

Cerramos entonces un ciclo que empezó cuando [Albert Hofmann](#), descubridor del LSD, escribía sobre sus primeras experiencias:

*‘¿En qué consiste la diferencia esencial y característica entre la realidad cotidiana y la imagen del mundo experimentada durante la embriaguez con LSD? El yo y el mundo exterior están separados durante el estado normal de conciencia; en la realidad cotidiana, uno se encuentra cara a cara con el mundo exterior, que se ha convertido en un objeto más. Durante la embriaguez con LSD, los límites entre el yo y el mundo exterior más o menos desaparecen, dependiendo de la profundidad de la embriaguez. (...) Una parte del yo se desborda hacia el mundo exterior, en objetos que comienzan a vivir, a tener otro significado más profundo. Esto puede ser percibido como una bendición, o como una transformación demoníaca impregnada de terror (...). En una experiencia favorable, el nuevo ego se siente felizmente unido a los objetos del mundo exterior (...). Esta experiencia de unidad profunda con el mundo exterior puede intensificar el sentimiento de que uno mismo es en realidad uno con el Universo.’*

La intuición de Hofmann sobre cómo el LSD desdibuja los límites entre la introspección y el mundo exterior es un paralelo casi exacto de la interpretación que

hacemos en nuestro estudio. Personalmente, creo que la distinción entre ‘conciencia de uno mismo’ y ‘conciencia del resto del Universo’ se podría aplicar a una clasificación general de los estados mentales. En la ‘conciencia ordinaria’ experimentamos con intensidad nuestro ‘yo’ y también el mundo que nos rodea. Al [soñar](#), perdemos la conciencia de nuestros alrededores, pero en ciertas ocasiones podemos retener la conciencia de nosotros mismos (en los famosos ‘sueños lúcidos’). Bajo la influencia del LSD u otros psicodélicos, **es posible desarmar el ‘yo’ sin perdernos el contenido de lo que nos rodea**. Y finalmente, en ciertos estados inducidos por la meditación o en ciertas fases del sueño (‘sueño no REM’), es posible tener una conciencia completamente vacía, sin percibirnos a nosotros, ni al entorno, ni a nada. En el diagrama de acá abajo, el LSD nos permite explorar la esquina superior-izquierda, de la misma manera que otras herramientas nos permiten explorar otras partes.



*Distintos estados mentales diferenciados por la conciencia de nosotros mismos y la conciencia del entorno. Mucho de lo que sabemos de la esquina superior izquierda (‘disolución del ego’) es gentileza del LSD.*

**Conoceríamos mucho menos sobre la conciencia y la construcción del ‘yo’ si no fuese por el descubrimiento del LSD.** De hecho creo que, en nuestros experimentos, **el LSD y la resonancia magnética funcional son dos herramientas igual de fundamentales**, y que así como festejamos el descubrimiento de las neuroimágenes, deberíamos celebrar de la misma manera el del LSD.

Hay una idea generalizada de que existió una ‘era dorada’ de los psicodélicos (principalmente del LSD) en los años ‘60. A todos nos gusta un poco [ver lo mejor en el pasado](#) y hablar de los ‘buenos tiempos’: las temporadas 1-10 de los Simpsons, el Boca de Bianchi, el peronismo o la ausencia del mismo, son algunos ejemplos frecuentemente citados de algo que antes fue muy bueno y que hoy es más o menos bueno, pero nunca tan

bueno como supo ser. Sin embargo, vivimos en un momento en que casi todos los meses hay estudios nuevos y maravillosos sobre la ciencia de los psicodélicos. De hecho, esta semana se rompió una sequía de muchas décadas sobre experimentos neurocientíficos con LSD en humanos. Por eso pienso que esa ‘era dorada’ de los psicodélicos no fue en los ’60. **La era dorada de los psicodélicos es hoy.**

Los Beatles habrán tenido canciones increíbles, pero nosotros tenemos resonadores magnéticos.

*Nota del autor: Investigar con LSD es diferente a investigar con cualquier otra sustancia, porque en principio está prohibido. Eso no significa que lo que hicimos fue ilegal, pero sí que fue muy costoso. Obviamente no podemos poner en los métodos del paper que mandamos a uno de los autores a pegar LSD al mercado negro (ni podemos ni pasó, porque no nos sirve el LSD del mercado negro). El LSD que usamos se sintetiza especialmente para los experimentos por un laboratorio farmacéutico y es bastante caro. Por esto quiero decir que el estudio no hubiese sido posible sin el generoso financiamiento de la Fundación Beckley como parte de un programa conjunto con Imperial College, dirigido por Amanda Feilding y David Nutt. A ellos, gracias totales.*

*Nota de los editores: No queremos ser mala onda, pero consideramos necesario advertir que, debido a los elevados niveles de control que hay sobre el LSD en Argentina y el resto del mundo, en nuestro país es prácticamente imposible acceder al mismo. En lugar de él, lo que circula en el mercado negro en forma de ‘cartón’ con dibujitos es, en su mayoría, una sustancia psicodélica potencialmente peligrosa llamada NBOMe. A diferencia del LSD, hay muchos menos estudios sobre el NBOMe, produce muchos más cambios fisiológicos y se reportaron varias muertes por su consumo, por lo que no se conoce su dosis segura. Todo esto se lo debemos al estado de ilegalidad del LSD. Todo esto y otro millón de perjuicios a la salud, a la economía, a la seguridad y a las libertades personales de la sociedad, devenidos del estado actual de las políticas de drogas.*

*Pero bueno, para qué queremos evidencias y criterios científicos sobre la clasificación legal de las sustancias si podemos tener guerra contra el narcotráfico.*

[Tagliazucchi, E., et al \(2016\). Increased global-cross talk in the brain underlies reports of ego-dissolution under LSD. Current Biology.](#)  
[Carhart-Harris, R., et al \(2016\). The nature of the LSD experience revealed by multimodal brain imaging. Proceedings of the National Academy of USA.](#)  
[Wood DM et al \(2015\). Prevalence of use and acute toxicity associated with the use of NBOMe drugs. ClinToxicol.](#)  
[Grob <http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=210962>](http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=210962)

# ¿Ciencia "inútil"? Por qué la investigación básica, humana y social es estratégica

A partir de malentendidos y prejuicios sobre el modo en que se produce conocimiento, una falsa dicotomía sobre la "aplicabilidad" de algunas disciplinas se mezcla con el conflicto alrededor del Conicet

[SEGUIR](#)

[Federico Kukso](#)

PARA LA NACION

DOMINGO 05 DE MARZO DE 2017

A fines del siglo XIX, mientras paseaba por París en su bicicleta impulsado tanto por el motor de su genialidad indómita como por una petaca de absenta ya casi vacía, el poeta francés Alfred Jarry inventó una ciencia paródica, una filosofía esotérica, un movimiento cultural disparatado. Un todo-en-uno: la 'Patafísica (así, con apóstrofo por puro capricho de su creador), una pseudodisciplina de lo particular para estudiar las leyes que gobiernan las excepciones.

En su obra *Las gestas y opiniones del doctor Faustroll, patafísico* (1911), publicada cuatro años después de morir de tuberculosis, este precursor de dadaístas y surrealistas delineó en una clara reacción bufonesca contra la doctrina del progreso en la época un método para explorar la inutilidad y así entender lo que una sociedad determina como valioso.

Como experimento provocador e invitación a la exploración de lo insólito y extraordinario, esta "ciencia de las soluciones imaginarias"

contagió a personalidades inquietas como Joan Miró, Marcel Duchamp, Eugéne Ionesco. Y también caló hondo en la Argentina, que hoy cuenta con el Longevo Instituto de Altos Estudios Patafísicos de Ubuenos Aire, el instituto más antiguo en el mundo en estas cuestiones después del Collége de Pataphysique francés.

"Nada hay más patafísico que la actualidad", dijo hace unos años el escritor, curador y activista patafísico Rafael Cippolini. Su sentencia sigue vigente. Porque quizás sin proponérselo, las consignas y consideraciones de la 'Patafísica sobre aquello que ha de considerarse útil o su reverso -inúti-- se desparramaron incluso entre ministros ansiosos por el rendimiento monetario y políticos veloces a la hora de sacar las tijeras cuando se trata de asignar fondos a las investigaciones científicas del país, así como también entre periodistas cazadores de clics y un sospechoso ejército de trolls que en una coordinada estrategia de desprestigio arrojaron todo su odio e ignorancia contra el Conicet, la columna vertebral de la ciencia argentina, atribuyéndose la autoridad moral de evaluar la pertinencia o no de investigaciones en ciencias sociales y humanidades y de proyectos locales de ciencia fundamental o básica.

En cuestión de meses, desde el inicio del conflicto por los recortes y reformas en el Conicet, se les han sumado a las ya artificiales y violentas dicotomías que históricamente han sido utilizadas para descalificar -ciencia occidental/ciencia periférica, física aria/física judía, ciencias duras/ciencias blandas- un nuevo y estéril juego de opuestos: ciencia útil/ciencia inútil.

En entrevistas, en discursos, se extiende como telón de fondo una idea que no es solo local: que existen investigaciones sin una finalidad práctica -en general vinculadas a las humanidades, la historia, la filosofía, lo que se ve como especulativo, antiguo o banal- y, por contraposición,

otras que resultarían en productos concretos y "estratégicos" y que merecen ser sostenidas por el Estado y promovidas en las universidades.

"Todo contexto de ajuste produce tensiones porque hay una lucha para apropiarse de recursos escasos -indica el sociólogo Pablo Kreimer, director de Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Maimónides e investigador principal del Conicet-. El asunto es que la utilidad de los conocimientos no es nunca algo en sí mismo. Lo que parece útil hoy puede no serlo en el futuro. Y viceversa: conocimientos aparentemente muy abstractos pueden adquirir en el futuro una utilidad que hoy no imaginamos. Hace años propuse un concepto para esto: CANA (Conocimientos Aplicables No Aplicados), algo muy frecuente en América Latina, y en otros países que podríamos llamar semiperiféricos. Producen muchos conocimientos idealmente útiles, pero que no generan aplicaciones porque, por así decirlo, están 'fuera de contexto'. Volver a una 'guerra de las ciencias' o a una confrontación de las 'dos culturas' me parece absurdo. Todas las disciplinas deberían ser necesarias, aunque todos los temas no deberían tener la misma importancia".

## La utilidad de lo supuestamente inútil

En noviembre de 1939, Abraham Flexner, pionero en la educación médica en Estados Unidos y secretario del Instituto para Estudios Avanzados en Princeton, publicó un ensayo que muchos consideran el manifiesto de la ciencia básica, *The Usefulness of Useless Knowledge* (La utilidad del conocimiento inútil). "A lo largo de la historia, los grandes descubrimientos e innovaciones han sido hechos por hombres y mujeres guiados no por el deseo de ser útiles sino por el simple deseo de satisfacer su curiosidad", escribió en la revista *Harper's*.

Con una prosa fluida, Flexner exponía la base estructural de la investigación: la ciencia básica más que un gasto es una inversión, una

actividad que necesita estabilidad, continuidad y orden, marcada por un alto grado de incertidumbre en sus resultados, pero que sin ella cualquier aplicación al largo plazo se desvanece.

Lo dice el biólogo Matías Pandolfi, Investigador Independiente de Conicet y Director del Laboratorio de Neuroendocrinología y Comportamiento, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA): "No hay aplicaciones de la ciencia que no tengan detrás un conjunto sistemático de conocimientos básicos. Para que existan esas aplicaciones que ayudan a resolver los problemas de la sociedad, tiene que existir previamente mucha ciencia básica de excelente calidad. Es por eso que los gobiernos deben invertir en ciencia básica. Los que hacemos ciencia básica depositamos un montón de conocimientos en una especie de nube. Luego, los que piensan en aplicar el conocimiento científico preexistente toman de esa nube lo que les parece necesario y lo transforman en una determinada aplicación. La importancia de la ciencia básica de quienes estudiamos comportamiento y reproducción en peces es muy clara. Nadie sabría cómo inducir y mejorar la reproducción de los peces (comestibles y ornamentales) sin los de estudios endocrinológicos que se realizaron principalmente entre 1990-2010 en especies emblemáticas como pacú, truchas y pejerreyes".

La interacción entre investigación básica y aplicada nunca es lineal ni unidireccional. Es, en cambio, un vínculo dinámico, cíclico, que deriva en nuevos hallazgos e innovaciones. Las tecnologías disruptivas -las que cambian la economía- surgen siempre de este *feedback*. En su informe "Ciencia, la frontera sin fin", de julio de 1945, el asesor científico de la Casa Blanca el ingeniero Vannevar Bush le aconsejaba al presidente Harry Truman incentivar la ciencia básica como insumo principal de una cadena virtuosa y sostenida del proceso de innovación.



La historia de las ciencias y la tecnologías demuestra que muchos de los mayores descubrimientos para la humanidad derivaron de investigaciones que parecían no conducir a nada inmediato. Al explorar por curiosidad la relación entre electricidad y magnetismo en el siglo XIX, el inglés Michael Faraday abrió las puertas a nuestro electrificante mundo moderno. A inicios del siglo XX, las inquietudes del alemán Wilhelm Röntgen lo condujeron al descubrimiento de los rayos X y a la dupla de Watson y a Crick a desnudar la estructura del ADN en 1953.

En 1927, la predicción del positrón realizada por el físico teórico inglés Paul Dirac fue considerada una curiosidad inútil de la naturaleza con poca o ninguna importancia práctica. Hoy la medicina nuclear utiliza la tomografía por emisión de positrones o PET como herramienta de diagnóstico de cáncer o para identificar el origen de la epilepsia en el cerebro.

Sin la teoría general de la relatividad de Albert Einstein, no habría sistema de navegación GPS. Aproximadamente el 20% del PBI mundial se basa en aplicaciones de la teoría cuántica, es decir, física teórica, ciencia básica.

La investigación fundamental llevó también al desarrollo del láser, a la primera confirmación de la existencia de los quarks, a la primera síntesis de la penicilina.

"La física de altas energías es uno de los claros casos de aplicaciones revolucionarias inesperadas -remarca el físico Daniel de Florian, uno de los coordinadores del Gran Colisionador de Hadrones en el que se descubrió el bosón de Higgs y director del Centro Internacional de Estudios Avanzados (Unsam/Conicet)-. Si bien su objetivo es el de la comprensión de la estructura más elementales de la materia, nos ha regalado invenciones, entre otras, como la de la web en el CERN. Científicos argentinos han realizado contribuciones relevantes en el área

de la física de altas energías pero también han formado licenciados y doctores en física que se desempeñan tanto en el mundo académico realizando investigación básica y aplicada como en petroleras, financieras, instituciones educativas. Uno de los desafíos de Argentina debe ser el de impregnar de las herramientas de la ciencia a la sociedad, aumentando considerablemente el número de científicos trabajando en los mas diversos ámbitos".

Hace 23 años, el inmunólogo Tasuku Honjo descubrió en Japón sin proponérselo una de las moléculas que provocan la muerte celular programada de las células inmunitarias. La bautizó PD-1 (Programmed cell death-1, Muerte celular programada-1). Este hallazgo casual permitió generar una de las inmunoterapias más efectivas para el tratamiento de tumores como el cáncer de pulmón, de piel, linfoma Hodgkin y urogenital. Recientemente cuando ganó el Premio Keio, agradeció en su discurso a Japón por invertir en la ciencia básica, lo cual dio lugar a este descubrimiento que hoy salva tantas vidas.

"Este y muchos ejemplos muestran que no hay ciencia 'útil' o 'no útil'. Hay ciencia buena o mala y eso no tiene que ver con su utilidad ni con la temática ni con el área (social, química, biológica, médica o tecnológica) -dice el bioquímico Gabriel Rabinovich, investigador superior del Conicet y Director del Laboratorio de Inmunopatología del Instituto de Biología y Medicina Experimental-. Tiene que ver con el nivel de profundidad con la cual se aborda un proyecto, con el vuelo de las preguntas que se generan en cada disciplina y con el compromiso de cada investigador para invertir su tiempo en resolver preguntas arriesgadas".

## Mentes y manos

La investigación básica no siempre tuvo como enemigos jurados a políticos y tomadores de decisiones. Hubo un tiempo en que en la

Argentina los tuvo como máximo aliados. En la década de 1870, Sarmiento impulsó el más ambicioso plan de desarrollo científico que existió en el país. Promovió como nunca la llegada al país de investigadores extranjeros como el naturalista alemán Karl Hermann Burmeister, el astrónomo estadounidense Benjamin Gould, el zoólogo neerlandés Hendrik Weyenbergh, el botánico Georg Hieronymus e inauguró observatorios astronómicos e institutos de todo tipo. En épocas aún violentas, el por entonces presidente argentino entró en sincronía tanto con las universidades estadounidenses como el por entonces joven MIT que buscaba combinar la adquisición de conocimiento con su aplicabilidad. Su lema sigue siendo *Mens et Manus*, Mente y Mano.

Aquella primavera para el pensamiento, sin embargo, no duró mucho. Con la crisis de 1890, la cultura argentina empezó a desvalorizar la investigación. Fue, según el historiador José Babini, el primer gran retroceso de la ciencia nacional. De ahí en más se privilegiaron las aplicaciones y la ciencia básica fue considerada una pérdida de tiempo. "La Argentina no necesita sabios sino hombres de acción", pontificó en 1896 el ingeniero Alcides Romagosa.

El único elemento estable en la historia de la ciencia argentina es la ruptura: vaivenes y perturbaciones institucionales marcados por la intolerancia, el analfabetismo científico de las autoridades de turno y una siempre baja inversión en investigación y desarrollo en todas sus áreas.

Frente a los cuestionamientos, desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología se argumenta que los recientes cambios en ingresos a carrera, por ejemplo, tienen que ver con lograr "un crecimiento armónico, previsible y sustentable" del sistema científico, según dijo el ministro, Lino Barañao, en PM. Se trata, afirmó, de la continuación de un plan estratégico iniciado en el gobierno anterior, en el que "la idea era lograr un tipo de investigador distinto, más involucrado en los problemas de

generación de trabajo, en la innovación, en generar valor a partir del conocimiento. Sin ese fin último, la inversión en ciencia y tecnología no tiene sentido".

"Los nazis o el régimen de Videla quemaron libros en gran medida de análisis social, de antropología, sociología, historia, psicoanálisis, filosofía y literatura porque todas esas obras eran y son herramientas fundamentales para ayudarnos a entender el funcionamiento de la sociedad, su cultura, su historia y por lo tanto son indispensables para ubicarse frente al presente -señala el historiador Jorge Gelman, investigador superior del Conicet y director del Instituto Ravignani-. La política actual en el terreno científico, que atenta contra la continuidad de las ciencias básicas en general y las sociales y humanas en particular, no se propuso destruir libros pero pareciera que sí dificultar que se piensen y escriban. El ser humano es mucho más que ADN, células o sinapsis y así como las ciencias naturales contribuyen al conocimiento humano de los fenómenos naturales y a su posible manejo, las ciencias sociales y humanidades contribuyen al conocimiento de la conducta humana y a su posible modificación. La historia expresa la necesidad que tenemos los seres humanos de saber de dónde venimos y cómo hemos llegado a ser quiénes somos. No se trata sólo de una cuestión de curiosidad, de por sí válida, sino que entender esos recorridos deben ser útiles para ayudarnos a torcer el rumbo de la historia presente que muchas veces nos agobia: cómo se llegó a los actuales niveles de pobreza y desigualdad o cómo se forjaron las dictaduras".

## El desaliento de la razón

A diciembre de 2016, el Conicet contaba con 10.036 investigadores (5338 mujeres, 4698 hombres). Los investigadores en ciencias sociales -sociología, filosofía, lingüística, psicología-- representan el 25% de este

ente autárquico fundado en 1958, la segunda institución científica más importante en América Latina según el SCImago Journal Rank. Si bien en el fondo todas las ciencias son sociales, sus trabajos constituyen avances para el conocimiento, enriquecen programas de estudio y sustentan políticas públicas: ya sea en problemas como la inseguridad, el desempleo y la pobreza, la violencia de género e infantil, la desigualdad y la calidad educativa o para entender consumos culturales y las causas del fracaso de nuestro país en el siglo XX. Sin filósofos no habría comités de ética en hospitales o estudios de diversidad sexual. Sin sociólogos no habría censos. Sin geógrafos no tendríamos mapas ni entenderíamos cómo mejorar los problemas de las economías regionales. Los análisis sobre biopoder y violencia de la politóloga Pilar Calveiro fueron cruciales en los fallos de los crímenes de lesa humanidad. Jorge Luis Borges fue un especialista en literatura escandinava medieval y dictó clases en la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA. Hoy es el principal embajador cultural argentino.

Antropólogos como José Lanata investigan desde la variabilidad genética de poblaciones en el pasado y en el presente hasta las relaciones legales entre Estado y los pueblos originarios, la cambiante relación humanos-naturaleza a la dinámicas en que se transmite la información en distintos grupos. "Ya desde hace tiempo el discurso científico en general ha comenzado a poner en duda la dicotomía entre las ciencias humanas y sociales, llamadas comúnmente blandas, y las ciencias que se consideraban duras por una ingenua certeza de que la realidad existe y puede ser captada tal cual es, sin mediaciones -dice el director del Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio, Conicet-UNRN-. Pensar que los científicos no son actores sociales sujetos a condicionamientos propios de lo social o que una investigación de las 'ciencias duras' no tiene impacto en las prácticas culturales de una población son ya dos certezas muy irreales".

La ciencia no es indiferente a los espacios sociales donde se genera. Como recuerda Freeman Dyson en su maravilloso libro *El científico rebelde*, no hay una única visión científica. La ciencia es un mosaico de visiones parciales y en conflicto. El elemento común es que la actividad científica es inherentemente subversiva: se rebela contra la autoridad y los dogmas, la irracionalidad y el pensamiento mágico. Hablar de "los científicos" siempre es simplista porque este grupo particular, autónomo, autorregulado y con predominio de la racionalidad dista de ser homogéneo y cruzado por distintas tradiciones, colegios invisibles, campos, preocupaciones y prácticas, como ya lo apreció Max Weber en *La ciencia como profesión*, Pierre Bourdieu en *El oficio del científico* o el irlandés John Bernal en *La función social de la ciencia*.

Marcada por el conflicto, la relación conyugal entre ciencia y política no ha sido siempre la misma. Como indica la socióloga brasileña Léa Velho, cada época cuenta con sus propias creencias y concepciones acerca de su rol en la sociedad. De la ciencia como motor del progreso, por ejemplo, se pasó en los ochentas a la idea de la ciencia como fuente de oportunidades estratégicas.

“Además de soslayar la cuestión de quién define la 'utilidad' o no de una investigación científica, esta diferenciación no atiende al principal objetivo de la ciencia en todos sus campos: la creación de conocimiento, central a la historia de la humanidad entera -advierte la historiadora Hilda Sabato-. No hay, en ese marco, conocimientos aislados sino complejas articulaciones entre lo construido por diferentes generaciones en muy distintas ramas de la ciencia, desde la física y la medicina a la sociología y la historia. Promover esta actividad esencial implica crear las condiciones para el desarrollo científico en toda su amplitud con la única condición de la calidad. Sin ciencia de calidad no hay ciencia 'relevante'. Por lo tanto, esa es una base indispensable a partir de la cual el estado

puede (debe) desarrollar políticas de aprovechamiento de los recursos y conocimientos científicos en pos de alcanzar una sociedad mejor".

En este marco utilitarista, tecnofílico cortoplacista, de desprecio al pensamiento crítico y de políticas no basadas en evidencias, las investigaciones de César Milstein que realizó en Gran Bretaña luego del golpe del 62 serían considerada ciencia inútil. La obtención de anticuerpos monoclonales -por los cuales recibió el Nobel en 1984 y que no patentó- actualmente constituyen un negocio millonario: se los utiliza tanto para tests de embarazo como para diagnóstico y tratamiento de cáncer, artritis, asma y leucemia.

La inteligencia se convirtió en un valor despreciable. En lugar incrementar la inversión al 1,5 % del PBI como se prometió en la campaña electoral, mejorar la articulación entre investigación y sociedad, promover el financiamiento privado o ampliar el sistema científico argentino, se incentiva una división ficticia de aguas cuyos efectos nocivos se verán recién en diez o veinte años. En esta situación, retumban más fuerte que nunca las palabras de Bernardo Houssay, Nobel de Medicina en 1947, quien sentenciaba: "Es muy común en los países atrasados una desmedida preocupación por las aplicaciones inmediatas, y por ello se suele alardear de criterio práctico y pedir que se realicen exclusivamente investigaciones de aplicación inmediata y útiles para la sociedad (.). La ciencia pura es sin duda la fuente que alimenta incesantemente las técnicas aplicadas; si aquella se detiene, éstas languidecen o desmejoran pronto. Aconsejar a un país o universidad que no haga investigaciones fundamentales no aplicadas inmediatamente es como invitarlo a empobrecerse o suicidarse, como resultado de la grave y trágica ignorancia de sus dirigentes".



# Aborto. Hablando de la libertad.

**EZEQUIEL ARRIETA**

el Diciembre 15, 2014 a las 9:30 AM

Cada persona es un mundo. Todos hemos sido influenciados culturalmente por los contextos en los cuales nos criamos. Esto, en colaboración con el combo genético que heredamos, determinó de alguna manera nuestros sueños, deseos, gustos y valores particulares; en definitiva, nuestra forma de ver las cosas y nuestra personalidad. El problema es que, cuando abrís la puertita de tu ser y salís a la calle, el mundo es uno sólo, y es el mismo para tus amigos, tu vieja, el kiosquero, el colectivero y para vos. Ahí es cuando te tenés que poner a **negociar entre tu mundo y el mundo**. A veces esa puja es simpática y trivial. En otras circunstancias, tenemos que sentarnos a resolver, por ejemplo, si una chica tiene derecho a decidir sobre traer o no un ser humano al universo.



Durante muchísimos años, las determinaciones en la sociedad se tomaban después de un larguísimo debate entre opinólogos intelectualoides y, generalmente, con la intervención de la siempre sagradísimaquetodosabe Iglesia. Pero desde el siglo XVI y XVII, la atrevida ciencia viene arremetiendo contra cada cuento de hadas que se le plantó enfrente. Tuvimos que ir adaptándonos a la no siempre agradable realidad que ella nos mostraba, o quedar como unos retrógrados. Nadie puede negar, por ejemplo, que los mapeos genéticos nos han revelado que **todos los seres humanos somos una sola familia sin importar raza, nacionalidad, religión o preferencias sexuales**; o que **las mujeres tienen capacidades cognitivas equivalentes a las del hombre** (diferentes pero igualmente complejas, lo cual está mucho más piola que ser simplemente iguales) y, por lo tanto, la misma capacidad de participación en la toma de decisiones en una sociedad.

Hay un hecho muy curioso en la gran mayoría de nosotros y es que tendemos a pensar positivamente sobre nuestra biología. Somos perfectos; la maravillosa máquina humana. Y de la misma forma concebimos nuestra manera de reproducirnos. Pero la ciencia nos demuestra una vez más que estamos sesgados y que **la perpetuación de nuestra especie es un proceso bastante ineficiente**. A diferencia de otros animales que tienen bocha de crías, los humanos no somos tan fértiles. La realidad es que es bastante difícil que una flaca quede embarazada. Veámoslo con lápiz y papel.

Ponele que armamos una carpa llena de bardo, metemos 100 tipos con efusivas intenciones de contacto sexual (o sea, 100 tipos), 100 chicas en la misma etapa del [ciclo menstrual](#), y ni un kiosco o farmacia cerca. Ahora síganme con los números aproximados:

1. Cada varón ofrenda un promedio de 300 millones de espermatozoides por eyaculación, y cada mujer, en algún momento del ciclo, libera 1 ovocito a punto caramelo. El espermatozoide vive 1 día del otro lado del río y el ovocito un poco menos (aunque un espermatozoide puede llegar a vivir hasta 6-7 días en el moco cervical).
2. Sólo 1 de esos 300 millones de espermatozoides (que **es una requete célula, vivita y literalmente coleando**) podrá tener el honor de descargarle su material genético al ovocito.
3. Supongamos que cada uno de los 100 ovocitos son fecundados por 1 espermatozoide, formando 100 blastocistos (embriones), algo bastante generoso si tenemos en cuenta que la gran mayoría de los espermatozoides no funcionan bien y que, estadísticamente, 3 de esos varones son infértiles.
4. De los 100 blastocistos formados, 66 no superarán la primera semana.
5. De los 34 embriones restantes, 17 no pasarán la semana 20 de embarazo porque **se abortarán naturalmente**.
6. Así, sólo 17 de 100 fecundaciones recontra ideales terminaron en ese bebé al que la tía le aprieta los cachetes y los abuelos llenan de baba.

O sea que, a pesar de ser 7 mil millones de personas, no somos tan eficientes para reproducirnos. Menos mal, porque si así no fuera, con lo que nos gusta la joda, la Tierra tendría la densidad poblacional de Tokio.

Pero volvamos a los espermatozoides, pobres víctimas de este matriarcado en donde [el ovocito tiene la palabra](#): 1 de 300 millones. En esa partuza hipotética que planteamos, se

murieron más espermatozoides que personas en los últimos diez mil años. Pero tranquilos porque, al igual que las células que permanentemente mueren en tu piel, tu nariz y tu intestino, **‘ellos’ no sienten dolor, no sufren**. Imagínate que, de otra manera, todos deberíamos ir a juicio cada vez que nos escarbamos la nariz, nos rascamos el brazo o vamos de cuerpo (expresión muchísimo más espantosa que ‘cagar’).

¿Cómo sé que no sienten dolor? Básicamente, porque **no tienen sistema nervioso capaz de procesarlo**. Al igual que una planta, una lombriz o ese mosquito que acecha tus sueños, las células de por sí (o el conjunto de ellas) no tienen un cerebro que procesa el dolor. Es importante aclarar que, ante un estímulo hostil, no es lo mismo el dolor consciente que el acto reflejo sin sintiencia, lo que puede evidenciarse cuando un nenito pincha una babosa con un alfiler y ésta se retuerce; o en el caso de una [mimosa](#), que cuando la tocás reacciona retrayéndose (le pasó a un amigo).

En nuestro caso, cuando nos quemamos la mano con agua hirviendo mientras colamos los fideos, en realidad no nos duele la mano. Lo que pasa en esa torpeza ansiosa es que se estimulan receptores del dolor (nociceptores) que llevan información hacia el sistema nervioso central. Luego el cerebro lo interpreta como un hecho poco feliz para el organismo, y ahí es cuando puteás. **El dolor es una experiencia emocional y psicológica**. Por eso puede haber dolor sin estímulo doloroso, como ocurre con el [miembro fantasma](#) en individuos amputados, por ejemplo.

Es decir, no basta con que haya un estímulo ‘doloroso’, sino que **tiene que haber una maquinaria de percepción que lo haga consciente** ([circuito talamocortical](#)). Existen muchísimos estudios histológicos, comportamentales, bioquímicos y neurológicos que muestran que, en humanos, **éste circuito se genera recién entre la semana 20 y 30 de gestación** (entre el quinto y séptimo mes de embarazo, para los que no podemos procesar el tiempo en semanas).

¿A qué vamos con todo esto? A **tratar de encontrar elementos objetivos a la hora de debatir sobre el aborto**. Porque una de las posturas más comunes en el debate sobre su legalización se basa en que el feto pueda sufrir dolor. En este sentido, la ciencia nos muestra que la solución a ese problema está en interrumpir el embarazo lo antes posible, durante los primeros meses (los primeros tres, seguramente; y mientras más temprano, más seguro para la mujer). Si, en cambio, lo que te hace ruido tiene que ver con no querer quitarle vida a ‘algo’, lamentablemente alguien tiene que decirte que, con ese criterio, somos todos constantes asesinos. Y si tu desacuerdo se debe a la falta de ética que supone decidir sobre la aparición de un ser en este mundo, tenemos que abolir la masturbación, el uso de profilaxis o, más aún, la mera existencia de todo aquel que no esté dedicándose permanentemente a intentar dar vida a una persona, como yo que estoy escribiendo esto o ustedes que lo están leyendo en vez de estar concentrados en reproducirnos.

Tenemos que empezar a darnos cuenta de que **el pensamiento crítico es fundamental para abordar las problemáticas prácticas que nos arremeten como sociedad**. No es cuestión de opiniones y creencias, sino de hechos, y los hechos deberían tener un nivel de jerarquía superior a las concepciones culturales y religiosas, especialmente cuando se trata del cuidado de la salud y del respeto a las libertades individuales.

*American Society for Reproductive Medicine (2012). Diagnostic evaluation of the infertile female: a committee opinion. Fertil Steril 98: 302-307.*

*American Society for Reproductive Medicine (2012). Diagnostic evaluation of the infertile male: a committee opinion. Fertil Steril 98: 294-301*

*Bianchi E et al (2014). Juno is the egg Izumo receptor and is essential for mammalian fertilization. Nature 508(7497): 483-487.*

*Lee SJ et al (2005). Fetal pain: a systematic multidisciplinary review of the evidence. JAMA 294(8): 947-954.*

*Low P et al (2012). The Cambridge Declaration on Consciousness. Memorial Conference on Consciousness in Human and non-Human Animals. Churchill College, University of Cambridge, UK.*

*Stirneemann JJ et al (2013). Day-specific probabilities of conception in fertile cycles resulting in spontaneous pregnancies. Hum Reprod 28(4):1110-1116.*

*Briggs F & Usrey MM (2008). Emerging views of corticothalamic function. Curr Opin Neurobiol 18(4): 403:407.*

*Schwarcz R, Fescina R, Duverges C (2005). Obstetricia. Buenos Aires: El Ateneo. 6ta Edición. 752 pp.*

# Analizado por primera vez el genoma completo de tres momias egipcias

Un equipo alemán consigue analizar ADN nuclear de tres cadáveres embalsamados en el antiguo Egipto

31 MAY 2017 - 07:03 ART



Un sarcófago hallado en el cementerio de Abusir el-Meleq. BPK/AEGYPTISCHES MUSEUM UND PAPYRUSSAMMLUNG.

Durante décadas, las momias egipcias han negado a los científicos uno de sus mayores encantos. A pesar de la aparente conservación de la piel y los tejidos blandos, extraer ADN de los cuerpos de faraones y nobles que fueron embalsamados ha resultado imposible. El ejemplo más característico es Tutankamón, cuyo árbol genealógico e historial médico basado en material genético nunca ha sido aceptado por todos los expertos.

Hoy, un equipo de investigadores de Alemania y otros países publica un estudio que puede tener importantes repercusiones en este campo. El trabajo ha analizado 151 momias de la necrópolis de Abusir-El Meleq, en el cauce del Nilo entre El Cairo y Luxor. Los cadáveres pertenecían a personas de clases medias entre el Nuevo Reino y el periodo Romano y juntos abarcan 1.300 años de historia de Egipto. Los investigadores han conseguido leer el genoma mitocondrial de 90 momias y analizar parte del genoma nuclear de tres de ellas.

“Este es sin duda el mayor estudio genético de momias egipcias realizado hasta la fecha y el primero que consigue analizar el genoma nuclear”, asegura Wolfgang Haak, del Instituto Max Planck de Historia Humana y coautor del estudio. Las nuevas técnicas de secuenciación empleadas para leer letra a letra el ADN de las momias permiten realizar análisis similares en momias más antiguas, incluida la de Tutankamón, si las autoridades egipcias dan su permiso, asegura Haak.

“Desde hace 30 años, todos los estudios de este tipo se han visto afectados por el problema de la contaminación de las muestras”, razona el investigador. Eso incluye al que publicó Svante Paabo, [uno de los mayores expertos mundiales en ADN antiguo](#), en 1985, y que presentaba el primer caso de extracción de material genético de una momia egipcia, y continúa hasta los de la familia de Tutankamón, [publicados en 2010](#) y [cuestionados poco después](#). Las altas temperaturas, la humedad y los productos usados para embalsamar degradan el ADN hasta el punto de que su extracción con las técnicas convencionales (reacción en cadena de la polimerasa) es “improbable”, según el nuevo estudio.

**El trabajo ha comparado el genoma de las momias con el de los egipcios actuales y muestra que estos últimos son más parecidos a los africanos subsaharianos**

**Huesos y dientes**

El equipo de Haak ha optado por la secuenciación de alto rendimiento, una nueva tecnología disponible desde 2005. Esta técnica es “capaz de leer muchas más secuencias de ADN al mismo tiempo y permite estar más seguros de que lo que se está analizando es el ADN de la momia”, explica el investigador. Además los autores del trabajo buscaron donde otros no lo hicieron. “Antes, muchos científicos se dejaban engañar por la perfecta preservación” del exterior de los cuerpos e “intentaban extraer el ADN de la piel o los músculos”, que en realidad estaban muy deteriorados, explica Haak. Ellos han obtenido "los mejores resultados" extrayendo material del hueso y los dientes, asegura.

En tres de las momias, el equipo ha podido analizar 1,2 millones de marcadores genéticos presentes en el genoma nuclear, que compone el grueso de la información genética de cada individuo y que se almacena en el núcleo cada una de sus células. En cambio, el genoma mitocondrial se encuentra en las mitocondrias, los orgánulos que generan la energía de la célula. Según Haak, las tres momias eran hombres. Uno de ellos tenía entre 20 y 30 años y no se saben características físicas. De los otros dos se conoce que tenían marcadores genéticos de piel clara, ojos oscuros y eran intolerantes a la lactosa.

El trabajo, [publicado hoy en \*Nature Communications\*](#), ha comparado el genoma de las momias con el de los egipcios actuales y muestra que estos últimos son más parecidos a los africanos subsaharianos que al pueblo que inventó los jeroglíficos y levantó las pirámides. A juzgar por el ADN de las momias, los habitantes del antiguo Egipto eran más parecido a las poblaciones actuales de países de Oriente Próximo fuera de África. En los últimos 1.500 años, los egipcios se mezclaron con poblaciones subsaharianas debido a la mejora de las rutas de navegación por el Nilo y por las rutas de comercio de esclavos a través del Sáhara que comenzaron a funcionar hace unos 1.300 años, lo que explicaría los resultados.

“Este estudio abre la posibilidad de hacer egiptología genética, lo que hasta ahora no existía”, opina [Carles Lalueza-Fox](#), investigador del CSIC experto en ADN antiguo.

El experto opina que “todos los estudios anteriores, especialmente aquel sobre la dinastía XVIII [la de Tutankamón], no se pueden creer”, y añade que “este estudio demuestra que, si se hace bien, se podría estudiar el ADN de momias egipcias”.

Haak dice que la técnica empleada “puede funcionar totalmente” para momias más antiguas, incluida la de Tutankamón y su familia, aunque no está seguro de que vaya a suceder. Para rescatar ADN es necesario abrir el vendaje, “disecionar la momia” y extraer un poco de hueso o diente triturado. “En este momento estamos en negociaciones con museos en Alemania y Egipto para conseguir el acceso necesario”, señala.

# futuro

SÁBADO, 18 DE JUNIO DE 2005

BIOLOGIA: COMO ESPECIES YA EXTINTAS RESUCITAN SIN QUE MEDIE NINGUN MILAGRO

## Levántate y anda

▣ Por Federico Kukso

Hace 2600 años, antes de que apareciera en escena el trío fantástico de la filosofía griega (Sócrates, Platón y Aristóteles), Parménides de Elea levantó los andamiajes de su edificio teórico sobre la base férrea de una sola frase: “Lo que es es y lo que no es no es”. Tan simple y rotundo fue el razonamiento de este hombre, maestro de Empédocles y Zenón, que muchos intentaron imitar su ardid. Infructuosamente, por cierto, pues desde entonces los resultados terminaron siendo algo menos que calamitosos. Ocurrió con la biología y luego más entrado el siglo XX con la ecología: implícitamente ambas ciencias siguieron con la misma frase-latiguillo que se actualiza con las progresivas desapariciones de especies animales y vegetales. Claro que se reformuló y el razonamiento quedó más o menos como “lo que se extinguió se extinguió y lo que no se extinguió no se extinguió”.

El fracaso de esta idea se confirma ahora que se sabe que ciertas especies pueden –aunque suene desopilante– resucitar, gracias a la biología molecular, casi exactamente como se supone que lo hace el ave Fénix. El pionero de este emprendimiento de tinte egipcio y bíblico es un tal Charles Kerfoot, biólogo de la Universidad Tecnológica de Michigan (Estados Unidos). Todo comenzó a principios de los noventa cuando Kerfoot y su equipo se trasladaron a Alemania para estudiar los restos de unos pequeños animalitos acuáticos conocidos como “zooplancton”, depositados en las laderas de un río. Y cuando creían que el trabajo iba a ser tedioso y monacorde, cayó la sorpresa: no todo el zooplancton antiguo estaba muerto; tampoco nadaban vivitos y coleando, pero al menos los huevos se encontraban bien conservados. Entonces, miles de ideas (“parquejurásicas”) comenzaron a llover en la cabeza de estos científicos desconcertados por cómo estos animalitos aún por nacer habían esquivado las garras del tiempo.

Antes de dejar volar su imaginación, Kerfoot hizo algo práctico: tamizó los sedimentos, guardó con mucho cuidado los huevitos de zooplancton y una vez en su laboratorio los hizo crecer en una incubadora. Y voilà: al cabo de unos días en los estanques de la Universidad Tecnológica de Michigan nadaban alegremente poblaciones de zooplancton de hace casi cien años de antigüedad. Kerfoot no sólo tenía ante sus ojos nuevas (viejas) especies sino una flamante rama o campo



científico de su autoría. Y, para evitar trabalenguas y confusiones poco alegres, por suerte no dio muchas vueltas y bautizó todo esto como “resurrection ecology” o algo así como “ecología resurrectiva”.

Cuando pensó que su descubrimiento iba a terminar aterrizando en el inmenso baúl de las curiosidades científicas, se percató de que podía hacer mucho más. Así reintrodujo estos organismos a su ambiente original y estudió comparativamente los viejos con los nuevos bichitos para ver cuánto y cómo habían cambiado en cien años (casi nada en la larga historia de la lenta pero firme marcha de la evolución de las especies naturales en nuestro planeta).

No conforme con sus resultados, el biólogo volvió a actuar. Y recientemente anunció en la revista *Limnología y Oceanografía* que volvió a hacer lo mismo pero esta vez con un animalito llamado *Daphnia retrocurva*, parecido al camarón y cuyos restos, que datan de la década del 20, rescató de las orillas de lago Portage en el estado norteamericano de Michigan. Fue una oportunidad única para poner a prueba la llamada “hipótesis de la reina roja”. Formulada por Leigh Van Valen en 1973, ésta dice que en un sistema en constante evolución, a una especie animal no le basta con sólo estar. Los depredadores y sus presas deben evolucionar continuamente en respuesta a los cambios del otro o perecer en el intento. Y entonces, Kerfoot la puso a prueba: introdujo en un mismo hábitat a estas dos versiones de camarones (las viejas y las nuevas) y advirtió que los huevos más viejos de los camarones se transformaban en adultos con características pequeñamente diferentes. Algo había ocurrido: la evolución había metido su cola. Obviamente, ochenta años es un suspiro para hablar de diferencias a gran escala pero la “microevolución” de la *Daphnia retrocurva* es palpable y la hipótesis de la reina roja quedó confirmada.

Aunque no tenga mucho que ver en esto, la clonación también es protagonista en estas tramoyas biológicas. Como en la cuarta entrega de las películas *Alien* (*Alien Resurrection*, 1997) en la que un grupo de científicos mercenarios consigue clonar al extraterrestre y a la teniente Ripley (Sigourney Weaver) a partir de una gota de sangre recolectada antes de que la heroína de la saga se suicidase, ya hay científicos que experimentan una y otra vez para recrear a partir de una sola célula especies extinguidas. El lobo marsupial australiano, desaparecido en 1936, el mamut, el tigre de Tasmania, y el bongo (una rara especie de antílope), por ejemplo, son algunos de los animales que, si mejoran las técnicas de clonación, tal vez en un futuro no muy lejano abandonen el exilio de la extinción y reaparezcan para poblar las praderas africanas.

Como se ve, pues, con estos experimentos los biólogos tienen una oportunidad única de ver la evolución en acción, sin tener que enchastrarse las manos y las botas con polvo y barro buscando viejos esqueletos de antepasados hace bastante tiempo olvidados.