**Los rostros de la violencia**

*Martha Duhne*

**El 20 de abril de 1999, Eric Harris de 18 años y dylan Klebold de 17 llevaron a cabo una balacera en su escuela preparatoria, la Columbine High School, en Littleton, Colorado, en la que asesinaron a 12 de sus compañeros y a un maestro, hirieron a otros 23, y después se suicidaron.**

Hechos violentos similares que involucran a adolescentes, se han repetido con diferentes rostros, nombres y número de víctimas en otros lugares del mundo y plantean una cascada de preguntas, pero la más importante es: ¿por qué?

**Muchachos que matan**

Se han escrito innumerables artículos tratando de explicar las posibles causas de estos acontecimientos, en apariencia totalmente inexplicables. A Eric y a Dylan los han llamado asesinos, locos, sicópatas, hasta engendros del demonio, pero estos trágicos sucesos le plantean una pregunta muy interesante a la ciencia: ¿qué puede suceder para que un bebé se convierta en un adolescente tan enojado y agresivo?

La ciencia aún está muy lejos de poder contestar esta pregunta, pero investigaciones recientes en la relación que existe entre la realidad social y sicológica de estos adolescentes y la bioquímica de su cerebro, vierte alguna luz en las posibles causas de la conducta agresiva que presentan. Las conclusiones que surgen de estas investigaciones no son tan simples como para concluir que la violencia está programada genéticamente, o que un asesino en potencia se esconde en los pliegues de los lóbulos frontales del cerebro, ni en una infancia con maltratos continuos. Es más bien una red extremadamente compleja de factores bioquímicos, sociales y sicológicos los que, en conjunto, pueden desembocar en una persona violenta y agresiva, capaz de cometer un asesinato. Sin embargo, entender los orígenes de la violencia nos ofrece pistas sobre cómo intentar prevenirla. ¿Se han encontrado diferencias fisiológicas o neurológicas en las personas que cometen asesinatos violentos?

**La biología de la violencia**

En una clínica de Fairfield, California, el doctor Daniel Amen realizó estudios en 50 asesinos y encontró que sus cerebros compartían algunas características comunes. La estructura llamada Giro Cingulado (o CG por sus siglas en inglés), que se localiza en el centro del cerebro, mostraba hiperactividad en todos ellos. El CG actúa como un transmisor del cerebro, lo que le permite cambiar de un pensamiento a otro. Cuando no funciona bien, la persona se queda atrapada en una sola idea, a la que regresa continuamente. También la corteza prefrontal, que parece actuar como un supervisor del cerebro, funcionaba muy lentamente en los 50 asesinos. “Si tienes pensamientos violentos de los que no puedes escapar y no existe un supervisor que los deseche, estás en problemas”, dice el doctor Amen. Este tipo de daño cerebral puede resultar de golpes fuertes en la cabeza así como de una exposición importante a sustancias dañinas para el bebé, como el alcohol, durante el embarazo.

Otras investigaciones han encontrado que, en general, los hombres físicamente agresivos tienen niveles altos de testosterona, una hormona sexual involucrada, entre otras funciones, en el desarrollo de las características sexuales secundarias de los varones (tales como la barba y la voz grave) y en la construcción de masa muscular. Estudios realizados en prisioneros de distintas cárceles mostró que los hombres con los niveles más altos de testosterona eran, en muchos casos, los que habían cometido crímenes violentos. Pero esta relación no es siempre directa y está mediada por muchos factores sociales como el uso de drogas.

Catorce estudios diferentes han encontrado que existe una marcada tendencia en jóvenes violentos a presentar ritmos cardíacos significativamente más bajos que personas menos agresivas. Otros estudios no han encontrado ritmos cardíacos anormales en sicópatas.

Se sabe también que los machos son el sexo más agresivo en casi todos los mamíferos y esto ha llevado a algunas personas a suponer que los hombres son naturalmente agresivos y que la violencia es una consecuencia natural de la biología masculina. Sin embargo, las variaciones en el número de homicidios en distintas sociedades hacen evidente que la cultura tiene gran influencia en la probabilidad de que un hombre cometa un asesinato. Por ejemplo, la proporción del número de asesinatos en Colombia es 15 veces mayor que la de Costa Rica, y la de Estados Unidos es 10 veces mayor que la de Noruega. Incluso existen diferencias regionales muy marcadas dentro del mismo país.

Pero las diferencias no son sólo geográficas. A nivel mundial, los homicidios juveniles se han duplicado en los últimos 15 años. Esto no se debe a que los cerebros con los que nacen los muchachos de ahora hayan cambiado en media generación, o a que una mutación genética los haya hecho más agresivos. Si el aumento de la violencia actual no puede explicarse por cuestiones fisiológicas o neurológicas, hay que intentar encontrar otras causas.

**Los primeros años**

La capacidad de aprendizaje que tiene un bebé es asombrosa: en menos de tres años, gatea, camina, asimila un lenguaje y aprende a relacionarse con su medio. Pero un cerebro tan joven es también extremadamente vulnerable a heridas sicológicas que ocurran durante este periodo. Un niño pequeño que continuamente vive experiencias de tensión (como son el abandono, el maltrato o incluso el terror), experimenta cambios físicos en su cerebro. El flujo continuo de sustancias químicas relacionadas con conductas que producen tensión, tiende a reestructurar el funcionamiento del cerebro, poniendo su sistema de defensa en un estado de constante alerta. El resultado es un niño que muestra una agresión impulsiva. Para él, cualquier actitud que interprete como hostil, puede aumentar en su cerebro el nivel de hormonas relacionadas con respuestas a conductas de tensión.

En otros niños, el contacto constante con el dolor y la violencia, puede llegar a bloquear la respuesta natural a las situaciones de tensión, como un botón al que se le ha apretado tantas veces que deja de funcionar. Éstos son los muchachos con personalidades antisociales, que frecuentemente tienen una baja sensibilidad a las necesidades y emociones de otras personas.

Puede existir también un componente genético que desemboque en una personalidad antisocial. Aspectos del temperamento como la irritabilidad, impulsividad, hiperactividad y poca sensibilidad a las emociones de los demás pueden tener una base biológica. La manera en la cual se desarrolle un bebé que naturalmente sea poco reactivo a muestras de afecto, dependerá de la capacidad que tengan sus padres de estimularlo y formar lazos afectivos con él. Cuando un niño pequeño es excesivamente agresivo se debe entrenar a la familia a no enfrentarlo continuamente, retándolo y peleando con él, sino enseñarle formas no violentas de solucionar sus problemas y así reducir su frustración.

Las diferentes respuestas de los padres producen distintos cerebros y, por lo tanto, distintas conductas. El comportamiento es el resultado de un diálogo entre el cerebro y las experiencias y, a pesar de que las personas nacen con algunas características biológicas, el cerebro tiene muchas páginas en blanco. La infinidad de mensajes que recibe un niño de su entorno, le dará la pauta de cómo se espera que se comporte cuando sea adulto. Es por esto que padres que maltratan a sus hijos física o sicológicamente, a menudo fueron maltratados cuando niños. Los delincuentes, en muchos casos, tienen padres que abusaron del alcohol y de las drogas, eran criminales y fueron niños golpeados.

Esta secuencia de eventos no se cumple siempre, pero sí es un factor de riesgo: haber crecido en un ambiente violento o falto de afecto aumenta las probabilidades de crear personas violentas que repitan el círculo vicioso con sus hijos. A un niño le pueden repetir mil veces que es malo agredir y golpear a los demás, pero si a él lo han tratado a golpes e insultos, sus padres se gritan y observa que la violencia es la manera en la cual se resuelven los problemas, es probable que entienda que ésa es una forma aceptable de comportarse.

**¿Violencia feliz?**

La cultura popular actual, en canciones, videojuegos, Internet, películas y programas de televisión, ofrece muchos ejemplos en los cuales el personaje más pequeño, o el que ha sido humillado y agredido logra vengarse, matando y destruyendo a sus oponentes.

George Gerbner, investigador de la Escuela de Comunicación de Annenberg, en la Universidad de Pensilvania, ha estudiado por más de 30 años los efectos de la televisión en sus espectadores y encontró que en promedio hay más de cinco escenas violentas en una hora de programación en horario estelar y 25 actos violentos por hora en las caricaturas que se transmiten en los canales estadounidenses los domingos por la mañana, que son los mismos que transmiten nuestros canales comerciales. Un niño que en promedio vé tres horas y media de televisión al día, habrá presenciado más de 8 000 asesinatos y 100 000 actos violentos por televisión para cuando termine la primaria.

Nunca antes había estado la cultura tan saturada de imágenes violentas. En la primera película de *Duro de matar*se ven 18 asesinatos; en la segunda, 264. En *Robocop I*hay 32 muertos; en su secuela, 81. Las tres películas de *El padrino*apilaron 12, 18 y 53 cuerpos, respectivamente.

¿Cuál es el mensaje de toda esta violencia? La cantidad de escenas violentas en los medios fomenta la idea de que las conductas agresivas son normales y hasta deseables. “Vivir en una sociedad cargada de violencia genera agresividad en algunas personas y falta de sensibilidad, inseguridad y rabia en otras”, dice Gerbner, quien piensa también que el gran peligro de la televisión es que se ha convertido, no en un mero entretenimiento, sino en una religión moderna que presenta una visión del mundo que es coherente, violenta, agresiva, represiva, peligrosa y falsa. “Violencia feliz” llama Gerbner al tipo de violencia que se ve en los medios; violencia espectáculo, sin consecuencias. ¿Algún espectador se detendrá a pensar, como parte de la trama de la película, en las viudas, los huérfanos, las madres, o en qué implicarían los 264 muertos de *Duro de matar II*?

*Nacidos para matar*era la película preferida de Dylan Klebold y de Eric Harris quienes lograron reunir, en el sótano de sus casas, un arsenal de cuatro armas de alto calibre, una bomba hecha con un tanque de propano de 10 kilos y más de 30 bombas pequeñas construidas por ellos mismos con pólvora, clavos y vidrios rotos. Y buena parte de la sociedad estadounidense sigue pensando que es su legítimo derecho tener acceso a las armas.

**¿Qué podemos concluir?**

A todos nos aterran los hechos que sucedieron en la preparatoria de Columbine, pero vivimos en una sociedad en donde la violencia se ha convertido en un espectáculo; es cotidiano el maltrato a los niños y a las mujeres; la intolerancia es una constante en las relaciones entre las personas de distintas ideas, culturas, religiones o preferencias sexuales; la impunidad de ciertos sectores de la población no es la excepción, sino la regla; más de la mitad de la población vive en la pobreza y la justicia ha dejado de ser ciega (¿alguna vez lo fue?), pero sí tiene color de piel y clase social. Debería resultar igual de aterrador que los sucesos de Columbine, el haber aprendido a ver a un niño de cuatro años pidiendo limosna a las once de la noche como quien vé un semáforo.

Resulta muy simplista y hasta cómodo poner etiquetas, culpar a otros, encontrar una causa, una sola que explique estos asesinatos en los que se han perdido tantas vidas, esperanzas, sueños, futuros. Pero el tema de la violencia es extremadamente complejo y presenta muchas facetas distintas. Y, la verdad sea dicha, no nos es ajena.

Si la conclusión fuera que la principal causa del aumento de la violencia entre adolescentes está únicamente en una patología del funcionamiento de su cerebro o en la conducta dictada en sus cromosomas, mucho podríamos hacer para combatirla. Pero si es el resultado de muchos factores, el problema es realmente complejo. Y en este coctel de factores, todos tenemos nuestra cuota de responsabilidad; aspectos en los cuales pensar, decidir y actuar.

**Violencia a todo color**

George Gerbner nació en Hungría y emigró a Estados Unidos huyendo del fascismo. Luchó en la segunda Guerra Mundial y se convirtió en héroe. De regreso en su país se dedicó a estudiar los efectos de la televisión en el público, en particular la violencia, y comenzó a contar los asesinatos y su frecuencia en ese medio masivo de información. Actualmente, desde la Escuela de Comunicación de Annenberg en la Universidad de Pensilvania, Estados Unidos, se ha convertido en uno de los expertos en el tema.

Después de treinta años de analizar la violencia en la televisión en Estados Unidos —por lo menos la mitad de esos programas se transmiten en México— y su influencia en los telespectadores, Gerbner concluye lo siguiente:

* Nunca antes una cultura estuvo tan inundada de imágenes violentas a todo color; por supuesto hay sangre en los cuentos de hadas, puñaladas en la mitología, asesinatos en Shakespeare, y guerras y batallas en los libros de texto, pero esas representaciones de violencia son expresiones culturales legítimas, incluso necesarias para equilibrar consecuencias trágicas.
* El uso selectivo y simbólico, definido históricamente, de la violencia del heroísmo, la crueldad o la auténtica tragedia se ha sustituido por la violencia con final feliz.
* Los estadounidenses dedican un tercio de su tiempo libre a ver televisión.
* Sólo 1.3% de los personajes que aparecen en las series transmitidas en los mejores horarios son pobres.
* Por cada hombre blanco que es víctima hay 22 mujeres víctimas que pertenecen a minorías raciales.
* Los malos son mayoritariamente varones, de clase baja, jóvenes y extranjeros (muchos latinos).
* No hay diferencia entre la violencia presentada con humor y la que parece seria; de hecho, la primera es más peligrosa porque hace ver a la violencia como un comportamiento aceptable.
* En general, la televisión da la idea de que el mundo es peor de lo que realmente es. Esto provoca sentimientos de temor y ansiedad y que la gente esté dispuesta a aceptar medidas gubernamentales extremas contra la violencia.
* Los actos violentos por televisión quitan al público el sentido trágico de la vida que es necesario para la compasión.

Gerbner, quien encabeza el Movimiento por el Ambiente Cultural, no recomienda la censura pero propone diversificar la programación con el fin de producir menos materiales violentos y más programas que muestren a las minorías y a las mujeres de manera favorable; en resumen, que las historias sean contadas más por quienes tienen algo que decir que por quienes tienen algo que vender.

Martha Duhne es bióloga; desde hace varios años se dedica a la divulgación de la ciencia, sobre todo en medios audiovisuales. Ha sido productora entre otros programas de *Ciencia hoy*, en TV UNAM, inter@100.xia, del canal 11.

Agradecemos a los doctores Marcelino Cereijido, investigador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN y Humberto Nicolini, jefe de la División de Investigaciones Clínicas del Instituto Mexicano de Psiquiatría, su asesoría en la elaboración de este artículo.

**Hacía el siglo XXI\***

*Luis Estrada*

**El debate sobre cuándo comienza el próximo milenio, si en el año 2000 o en el 2001, es aún motivo de acaloradas discusiones, pero sea cual sea nuestra opinión al respecto, muchos tenemos la vista puesta en lo que nos depara el futuro a partir del año 2000. Reflexionar sobre ello es un ejercicio útil, porque a menudo se traduce en hacer un recuento de lo que anhelamos y éste es siempre el primer paso en la construcción de un mundo mejor. El futuro es impredecible, lo cual no impide que seamos capaces de imaginarlo. Esto es precisamente lo que *¿Cómo ves?*pidió a 130 estudiantes de bachillerato, a través de una encuesta, con el fin de conocer lo que ellos esperan de diversos campos de la ciencia y la tecnología en los próximos 20 años. De las respuestas elegimos aquéllas en las que coincidió la mayoría de los jóvenes encuestados y las entregamos a especialistas en cada campo para que las comentaran. El resultado es lo que hoy presentamos en estas páginas: un ejercicio colectivo de imaginar el futuro. Para completar el panorama de lo que quizá vendrá en los siguientes años, ofrecemos a nuestros lectores un artículo sobre la opinión de uno de los más destacados científicos y divulgadores contemporáneos: Free man Dyson, que se ha dedicado de manera sistemática a analizar qué puede ser determinante para el desarrollo futuro de la ciencia y la tecnología.**

**Astronomía**

Lo que esperan los jóvenes

* Colonizar la Luna.
* Descubrir nuevos mundos.
* Comprobar si hay vida en otros planetas*.*
* Ampliar nuestro conocimiento del Universo.

Lo que dice la maestra en ciencias Julieta Fierro, investigadora del Instituto de Astronomía de la UNAM.

Existen múltiples problemas para colocar un grupo de personas de manera fija en la Luna, por ejemplo el abastecimiento de agua o que de día la temperatura lunar sobrepasa los 130˚ C y de noche puede ser inferior a 150˚ C bajo cero. Cada vez que llevamos un kilogramo de sustancia al espacio requerimos de mil kilogramos de combustible. Si hubiese agua en la Luna el costo de instalar una base habitada se reduciría sustancialmente. Se requiere de agua para uso humano así como para cultivar plantas verdes; éstas a su vez suministrarían oxígeno y alimentos. Afortunadamente se han descubierto núcleos de cometas enterrados en las regiones polares de la Luna que contienen agua congelada, lo cual facilitaría la instalación de una base selenita durante el próximo milenio. Establecer una colonia lunar nos daría una experiencia muy valiosa en la exploración de planetas como Marte.

Hasta la fecha se han descubierto 25 planetas extrasolares, es decir, mundos que giran alrededor de estrellas distintas al Sol. Estos planetas están tan alejados y reflejan tan poca luz de sus estrellas que no se pueden observar directamente. Se descubrieron porque perturban ligeramente la trayectoria estelar haciendo que bambolee. Por ejemplo, *Iota Horologii*es una estrella similar a como fue el Sol durante su juventud, pues presenta mayor número de manchas y explosiones; posee un mundo de gas similar a Júpiter, con un poco más de dos veces su masa (720 veces la de la Tierra). El planeta gira en torno a *Iota Horologii*a la misma distancia que nuestro mundo lo hace del Sol. Este sistema planetario está a 56 años luz de distancia, es decir, que nuestras señales de radio tardan 56 años en llegar allá. Si hay un gran número de planetas extrasolares, será más fácil encontrar sitios en donde se desarrolle la vida. Es importante tomar en cuenta que la vida extraterrestre no tiene por qué ser similar a la que conocemos; si logramos contactarla, entablar comunicación con seres de otros mundos requerirá de gran ingenio.

Para el astrónomo el Universo es todo: el espacio, el tiempo, la materia y la energía, y está en continua evolución. Uno de los grandes retos de la investigación contemporánea es conocer mejor las características del cosmos. La luz tarda cierto tiempo en llegar de los astros a la Tierra; entre más alejados estén, la radiación que emiten tuvo que salir en épocas más remotas para que la podamos detectar ahora. En otras palabras, entre más distantes están las estrellas, las vemos como eran en el pasado más remoto. Observamos estrellas como fueron hace cien, miles, y millones de años. La luz que observamos de las estrellas, es débil debido a la distancia que nos separa de ellas y a que la atmósfera nos impide ver con nitidez. Por ello, uno de los grandes proyectos del nuevo milenio será colocar más telescopios en órbita.

**Medio ambiente**

Lo que esperan los jóvenes

* Combate a la contaminación.
* Purificación del aire y del agua.
* El reciclaje será algo cotidiano.
* Regeneración de la capa de ozono.

Lo que dice Fedro Carlos Guillén, doctor en ciencias y jefe de la Unidad de Participación Social, Enlace y Comunicación del Instituto Nacional de Ecología.

**La cantidad**de problemas ambientales que enfrentamos hoy en día es el resultado de una serie de procesos de transformación que ha ido modificando, a veces en forma gradual, a veces rápidamente, la estabilidad planetaria. Poco sentido tiene hablar de estos procesos sin un contexto que permita conocer su dirección y velocidad de cambio. Es por ello fundamental entender las tendencias históricas que guarda la relación entre la sociedad y la naturaleza, con el fin de propiciar una toma de decisiones que sirva a una necesaria visión de mediano y largo plazo, ya que deberíamos empezar a entender que la solución de los problemas que hoy vivimos está muy lejos de ser instantánea.

Existe una suerte de esperanza terapéutica que todos nosotros depositamos en la ciencia y la técnica; es común que se hable, por ejemplo, de autos eléctricos, o casas bajo el agua, incluso de un escenario de emigración hacia otros sistemas estelares. Estas ideas por sí mismas no contribuyen a ningún cambio y sí, al contrario, producen una peligrosa inamovilidad social: “algo se inventará”, dice la gente. En efecto, la ciencia tiene mucho que aportar en los problemas ambientales y lo ha hecho; se descubren día a día formas más eficientes de combustión o productos menos dañinos para la naturaleza. Sin embargo, es necesario dejar sentado que son nuestras formas de consumo y nuestras visiones del progreso las responsables de esta crisis, y que la transformación de estas visiones es la primera llave para abrir la cerradura de los problemas ambientales.

¿Qué podemos esperar del próximo milenio en cuanto a lo ambiental? La encuesta elaborada por *¿Cómo ves?*me ha dado algunas respuestas proporcionadas por jóvenes: “combatir la contaminación”, “purificar el aire y el agua”, “reciclaje cotidiano”, “regenerar la capa de ozono”. En estas ideas se refleja una esperanza de cambio; sin embargo, el asunto es ligeramente más complejo. La agenda internacional está mediada por un acceso enormemente inequitativo a la energía mundial; sólo unos cuantos países del mundo consumen el 80% de la energía mundial, primordialmente combustibles fósiles. La pobreza en ocasiones acentúa los patrones de deterioro y las cuotas de responsabilidad sobre cada problema son diferenciadas. Es por ello que en un escenario global pensar en soluciones con un carácter casi mágico es limitado. Los jóvenes en cuestión no mencionan, por cierto, los problemas emergentes que sin duda llamarán la atención humana los próximos años. El primero es el calentamiento global que, como se sabe, es el patrón de aumento gradual de la temperatura mundial debido a emisiones de gases invernadero. Otro problema de consecuencias imprevisibles es el de la biotecnología y su efecto en las poblaciones nativas de especies silvestres. Los procesos de ingeniería genética han logrado adelantos notables para los que en muchos casos no estamos preparados ni jurídica ni éticamente y que nos marcan un reto. Se estima que otro problema inminente es el del abasto de agua potable ya que, a pesar de que la gente no lo advierte, es sin duda el mayor reto que enfrentamos en el corto plazo. La solución a estos problemas requiere de innovaciones científicas; es imperativo, por ejemplo, realizar estudios acerca de patrones climáticos. Asimismo, es fundamental tener conocimiento pleno de los efectos que pueden arrojar las modificaciones genéticas en algunas especies. Las técnicas de tratamiento y purificación de agua deben también avanzar, pero es necesario recalcar que todas estas expresiones del talento humano tienen que ir acompañadas de una reflexión más profunda acerca de nuestra responsabilidad planetaria. De otra manera será muy difícil que transitemos en el futuro a un mundo mejor y dejar pasar esa oportunidad sería simplemente trágico.

**Comunicaciones y transporte**

Lo que esperan los jóvenes

* Teléfonos con pantalla.
* Más satélites de comunicaciones.
* Creación de una red mundial de datos.
* Transportes que no contaminen, como autos eléctricos y solares.
* Transportes más rápidos.
* Teletransportadores.

Lo que dice el ingeniero José de la Herrán, diseñador de máquinas y aparatos y Jefe del Departamento Técnico de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

**En su mayoría,** lo que esperan los jóvenes encuestados respecto a los avances, descubrimientos o inventos que podrían ocurrir en los próximos 20 años ya se ha dado o se está dando; lo que sucede es que a nuestro país muchos de esos desarrollos llegan tiempo después de su aplicación en otros. Por ejemplo, los teléfonos con pantalla se utilizan desde hace diez años en Francia. La marca es *Minitel*e incluso hay algunos portátiles. Con respecto a la comunicación satelital, ésta crece día con día y sistemas como el GPS*(Geographical Positioning System)*, constituyen un avance formidable que está basado en la comunicación entre 26 satélites en órbita baja (a unos 700 kilómetros de la superficie de la Tierra), con los receptores personales y también sincronizados, con la “Red de Satélites para el Estándar del Tiempo”. Estos últimos contienen precisos relojes de cesio y son los que nos dan el tiempo universal. Por otra parte, la red de satélites, también de órbita baja “Iridium”, desde el año pasado proporciona servicio de comunicación celular a nivel mundial; su único defecto es que este servicio todavía es muy caro.

La red mundial de datos ya está creada y al alcance de cualquier persona que se abone a ella vía Internet.

Lo que sí se puede pronosticar, para los hogares en el primer decenio del próximo milenio, son dos cosas: la fusión de la computadora, la radio, la televisión, el DVD, el modular, el fax, el control inteligente de la casa, etc., en una consola central de servicio y distribución con terminales de audio y video para cada miembro de la familia. También el establecimiento de comunicación y ordenamiento bidireccional, de manera que se puedan pagar cuentas, hacer pedidos, etc., desde esa misma consola central hogareña; con ello y con el establecimiento de “escuelas electrónicas”, el número de movimientos vehiculares para llevar y traer niños, ir al banco, hacer depósitos, etc., se reducirá enormemente, así como la contaminación por camiones y autos, tanto atmosférica como por ruido. Respecto a los transportes, el hacerlos más rápidos y mejores es algo que está ocurriendo constantemente; también en Francia, el TGV o tren de gran velocidad está en servicio desde hace aproximadamente veinte años y cada vez es más veloz; ahora ya se llega más rápido de París a Lyon por tren que por avión. El que los transportes no contaminen, es uno de los avances menos logrados; es evidente que el transporte terrestre por carretera es el peor de todos, tanto en contaminación como en eficiencia en el gasto de combustible. Y aunque es evidente, no parece que las instituciones que lo utilizan y promueven se preocupen mucho por ello, al menos en nuestro país.

En Europa, desde hace unos treinta años los ferrocarriles de vapor o diesel se transformaron en eléctricos; allá todo mundo los usa en lugar del auto, por su excelente servicio. En las ciudades, la mayor parte del transporte colectivo es eléctrico (metro, trolebus) y el automóvil se utiliza al mínimo; en Holanda, por ejemplo, se ven cien bicicletas por cada automóvil.

Respecto al auto solar, desde hace unos ocho años, anualmente se efectúa en Australia una carrera de este tipo de coches que recorren el país de norte a sur. No obstante, los autos solares todavía están en una fase experimental; no serán en el futuro cercano la solución.

Para que el automóvil solar y el eléctrico —del que tanto se habla, pero que no se ve—, se conviertan en algo real, hacen falta dos grandes inventos: baterías ligeras de gran capacidad y celdas solares mucho más eficientes que las actuales.

Si por “teletransportadores” entendemos aceras o banquetas móviles en las calles, no creo que ese sistema tenga mucho futuro; son muy caras, costosas en el mantenimiento y es muy difícil hacerlas seguras para los usuarios. Sin embargo, podemos fantasear e imaginar uno de estos sistemas, pero a base de aceras paralelas y progresivamente más veloces, de manera que la primera vaya digamos a cuatro kilómetros por hora, la segunda a ocho, la tercera a 12 y la cuarta a 16; así podríamos seguir y llegar a los 40 kilómetros por hora o más, pero ¿cómo hacer los cruces? En fin, éste sólo es un sueño de fantasía tecnológica.

**Alimentos**

Lo que esperan los jóvenes

* Producción de alimentos sintéticos.
* Mejoramiento de los alimentos a través de modificaciones genéticas.
* Más y mejores alimentos accesibles a un mayor número de personas.

Lo que dice el doctor Agustín López Munguía, investigador del Instituto de Biotecnología de la UNAM, especialista en alimentos.

**Es interesante**notar que las preocupaciones de los jóvenes en materia de alimentación no han cambiado mucho en las últimas décadas, y me da la impresión de que lo que surge como expectativa científica, se ve influenciado por el temor de los efectos que la ciencia y la tecnología pudieran tener en nuestra alimentación. Comento esto porque la primera respuesta se refiere a la posibilidad de que existan “alimentos sintéticos”. En el extremo de este temor se encuentra un escenario en donde nos imaginamos alimentándonos de píldoras elaboradas con todos los compuestos que la ciencia ha definido que requerimos para una adecuada alimentación —cual gallinas ponedoras— olvidando que no sólo de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales, etc., vive el hombre, sino también del acto social de comer y del placer de hacerlo. Tampoco debemos olvidar que existe una preocupación cada vez más generalizada por lograr una alimentación sana donde lo “natural” sustituya a lo “sintético”, aunque diferenciarlos sea terreno resbaloso, sobre todo con la posibilidad actual de elaborar ingredientes y materias primas mediante procesos biológicos. Así que, si definimos como “sintético” un alimento elaborado totalmente en una fábrica, sin ingredientes que provengan del campo o de los seres vivos (mar, ranchos, hormigueros) la respuesta es que no hay ninguno. Claro, hay “complementos” alimenticios, mezclas por ejemplo de vitaminas sintéticas, pero no pueden considerarse alimentos. Ahora bien, menos natural, pero de ninguna manera sintético, sería por ejemplo un producto elaborado para un sector de la población con determinadas necesidades, como pueden ser las derivadas de una enfermedad o de un tratamiento médico específico, de la lactancia, de la vejez o de la práctica de un deporte de alto rendimiento, por citar sólo algunos. En efecto, aquí sí hay un mercado que crece y en donde aparecen nuevos productos que resultan del avance en el conocimiento y del desarrollo de nuevas tecnologías. Es justamente el avance tecnológico el que hace pensar que se “mejoran” los alimentos que consumimos. Creo que esto no sucederá, pues si aceptamos que puede mejorarse un alimento, aceptamos también que algún día lograremos hacerlo perfecto. Y tener por ejemplo un maíz “perfecto” implicaría, entonces, que podríamos alimentarnos sólo de maíz volviendo de nuevo a la dieta para las gallinas. Podemos mejorar nuestra dieta preparando, por ejemplo, un buen taco, es decir, combinando mejor nuestros alimentos, pero no tiene sentido mejorarlos desde el punto de vista de su calidad nutricional. No obstante, algunos productos —como la harina de maíz— podrán servir como vehículo para resolver un problema específico en determinado sector de la población, por ejemplo, la deficiencia en hierro entre los niños.

Probablemente la ingeniería genética impactará la producción y disponibilidad de alimentos aunque, como ya sucede ahora, el consumo de productos agrícolas a partir de plantas transgénicas continuará siendo sujeto de polémica. Es probable que durante las primeras décadas existan bastantes restricciones y reglamentos al respecto y que el consumidor —particularmente el del “primer mundo”— tendrá la opción de escoger el tipo de alimentos que consuma. Pero en términos generales se tiene la expectativa de que la tecnología, en particular la biotecnología, permitirá mayor disposición de alimentos (aprovechando zonas agrícolas actualmente desfavorables para la agricultura o mediante el incremento del rendimiento), mejorándolos en el sentido de que serán producidos empleando menos productos químicos agresivos para el ambiente (plaguicidas y fertilizantes). Hasta ahora, uno de los principales objetivos de la tecnología en el sector de los alimentos ha sido desarrollar métodos y aditivos que permitan conservarlos por largo tiempo sin que se deterioren; así surgió el secado al sol, el salado, la pasteurización, la esterilización, el enlatado, los encurtidos y la fermentación alcohólica o láctica, formas tradicionales de conservar alimentos, y muchas otras más.

Es por lo tanto factible que los avances en el conocimiento incidan no sólo en las formas tradicionales de conservación, sino también en la modificación de algunos elementos estructurales que son causa de un rápido deterioro en algunos alimentos. Es así como se desarrolló un tomate transgénico, con mayor vida de almacenamiento, en principio para beneficio del productor. Habrá que analizar cuidadosamente las nuevas propuestas que la ciencia y la tecnología nos ofrecerán en este terreno, pero sin duda la expectativa es que dispondremos de más alimentos, al reducir sus pérdidas por deterioro y que podremos llevarlos a sectores más amplios de la población.

**Energía**

Lo que esperan los jóvenes

* Desarrollo de energías alternativas, como la solar.
* Mayor uso de la energía nuclear.
* Mejores plantas de energía.
* Producción de energía a partir de la basura.

Lo que dice la doctora Julia Tagüena, investigadora del Centro de Investigación en Energía de la UNAM.

**Hay que empezar**por recordar que el desarrollo económico y social está basado en la disponibilidad de energía y, hasta hace pocos años, se consideraba que éste y la demanda energética eran factores acoplados. En la actualidad se tiene conciencia de que hay que considerar simultáneamente factores tecnológicos, ambientales y sociales para alcanzar el desarrollo sustentable. Se entiende el desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para resolver sus propias necesidades, manteniendo siempre un principio de equidad. En este contexto, la producción de energía debe ser un componente para alcanzar el desarrollo sustentable. Además de la necesidad de mejorar esta producción, una de las mayores preocupaciones a nivel mundial es desarrollar tecnologías de ahorro y uso eficiente de la energía, para satisfacer al conglomerado de tareas que definen y dan continuidad a una sociedad. Dentro de esta línea de razonamiento están aquellos jóvenes encuestados que esperan en los próximos años mejores plantas de energía.

Todos aquellos que dijeron que en el futuro cercano se desarrollarán energías alternas, entre ellas la solar, tienen razón. Así como el petróleo ha sido el rey de los energéticos en la segunda mitad del siglo XX, ya hemos entrado en una época de diversificación de los recursos energéticos. Para cada país y situación se darán soluciones diferentes. Por ejemplo, en algunas zonas montañosas de nuestro país a las que no llega la red eléctrica ya se han instalado celdas solares; en el futuro próximo, con la disminución de su costo, se instalarán también en las ciudades. Al lado de las grandes corrientes fluviales ya hay grandes plantas hidroeléctricas; en el futuro cercano se emplearán microhidroeléctricas y plantas de tamaño mediano para abastecer a comunidades pequeñas. Además, dentro de la meta del desarrollo sustentable, es evidente la importancia de las energías renovables, como la del viento y la del Sol.

Aquellos que dijeron que se obtendría energía a partir de la basura, también tuvieron razón, aunque ésta se debe considerar dentro de la llamada biomasa, que incluye no sólo lo que llamamos “basura” sino todos los energéticos de origen orgánico. Aquí sin duda habrá grandes avances.

En lo que respecta a la energía nuclear, hay que hacer una diferencia entre la fisión y la fusión nuclear. La fisión nuclear es la que se utiliza en los reactores nucleares en la actualidad. No obstante que aquí la energía obtenida por unidad de masa de combustible es muy grande, hay problemas de seguridad y de almacenamiento de los desechos nucleares, por lo que muchos países han limitado su uso. La fusión nuclear podría ser una solución importante, pero no se han resuelto los problemas tecnológicos involucrados. Sin embargo, es una esperanza a futuro. Así pues, concluyo diciendo que la apreciación que los jóvenes tuvieron de esta pregunta fue en general muy buena y que sólo nos resta desear que hagan un buen uso de la energía y la conserven para los jóvenes que vendrán después.

**Genética**

Lo que esperan los jóvenes

* Clonación de seres humanos.
* Se conocerá todo el genoma humano.
* Se curarán enfermedades de origen genético, incluso antes del nacimiento.
* Regeneración de las neuronas.
* Creación del ser humano perfecto.

Lo que dice el doctor Alejandro Alagón, investigador del Instituto de Biotecnología de la UNAM, especialista en bioquímica y biología molecular.

**La clonación**de seres humanos es altamente probable; sin embargo, no espero —tanto por razones técnicas como éticas— que se convierta en práctica masiva ni mucho menos. Habrá muchísimas decepciones: los notables que busquen perpetuarse de esa manera caerán en los mismos vicios, errores y estupideces que aquellos padres que a través de sus hijos ansían compensar su mediocridad o mala suerte. Pobres de los clonados, serán vistos más como curiosidades de circo que como individuos libres. La clonación de humanos será más una desgracia personal que un problema social.

Es indudable que se llegará a conocer todo el genoma humano, pero no nos engañemos, dicho conocimiento no nos hará más felices o más libres. Los seres humanos, como el resto de los seres vivos, somos mucho más que la información lineal localizada en nuestros genes.

Con respecto a las enfermedades genéticas, si pensamos en aquéllas cuya causa depende del mal funcionamiento de un solo gene, la respuesta es que sí se logrará curarlas incluso antes del nacimiento. Sin embargo, hay que dejar bien claro que de las enfermedades de origen genético sólo un pequeño porcentaje cae dentro de dicha categoría.

En cuanto a la regeneración de neuronas, ya se hace a nivel de laboratorio, en condiciones controladas y en ciertos modelos animales. Es muy posible que dichas experiencias puedan llegar a tener impacto en la práctica médica, por ejemplo, en casos en que exista sección de nervios, pero la principal influencia estará más en el impedimento o retraso de la degeneración o muerte de las neuronas que en la regeneración de las mismas.

¿Creación de un ser humano perfecto? Si un ser vivo se perfecciona para una situación dada se desajusta para otra; por ejemplo, las razas de vacas que dan mucha leche son malas razas para producir carne. El ser humano es perfectible no a través de la genética sino a través del ejercicio consciente de su libertad.

**Economía**

Lo que esperan los jóvenes

* Un sistema económico más equitativo.
* Unidad monetaria mundial.

Lo que dice el economista Jorge Carreto, profesor de la Facultad de Economía de la UNAM y quien labora en el Instituto Federal Electoral.

**La entrada**a un nuevo milenio influye en nuestro ánimo exaltando nuestra incertidumbre. No resistimos la tentación de recurrir a algún tipo de predicción “científica”. Podríamos hacer algún tipo de predicción técnica, entendiendo por esto los pasos que habría que seguir si se desea conseguir determinados resultados. Estaríamos hablando, en este caso, de algo así como ingeniería social: la posibilidad de planear y construir instituciones con el fin, quizá, de parar, controlar o acelerar acontecimientos sociales pendientes o inminentes.

Un aspecto del acontecer económico que habría que tener presente tiene que ver con el hecho de que los mercados, en vez de limitarse a reflejar pasivamente la realidad, intervienen activamente en ella.

Podríamos decir que en economía se da una interacción entre las predicciones que hagamos y los acontecimientos futuros. Nada nos garantiza, por ejemplo, que una predicción pesimista no nos arrastre hacia un precipicio de pánico generalizado. Las recientes crisis financieras en México, Asia y Brasil lo evidencian y nos podrían indicar un posible futuro de desorden generalizado que finalmente provocaría que se revirtiera el proceso globalizador y se conformaran bloques comerciales hostiles.

Es imposible predecir el curso futuro de la historia humana. En todo caso, podemos preguntarnos ¿qué sería deseable y cuál sería el mejor camino para lograrlo? Podríamos preguntarnos cómo será la vida en el siglo XXI; si se logrará una mayor justicia y armonía social; si se reducirá la brecha que separa a la gran mayoría de pobres de este mundo, de una minoría que parece haber despegado hacia un futuro de asombrosos adelantos tecnológicos. En gran medida, ello dependerá de la forma cómo se organice la sociedad. Algunos pugnan por un gobierno de las leyes, otros por un gobierno de los seres humanos. A pesar de las grandes imperfecciones que aún presenta la democracia en todo el mundo, éste parece ser el mejor modo de gobierno. Un gobierno democrático podría garantizarnos un mundo más libre y más igualitario.

Es cierto que la modalidad de capitalismo que se ha impuesto en el mundo en este fin de siglo ha provocado una violenta tensión por la desigualdad económica, que resulta de la inclinación de la relación de fuerza entre el capital y el trabajo a favor del primero. La sociedad se ha mercantilizado a tal grado que se pone en riesgo al tejido social. El desempleo sigue siendo una amenaza para la estabilidad de las sociedades industrializadas modernas.

Otro aspecto desagradable de la organización económica actual es la reducción del sentido de la vida a una sola dimensión: el dinero. Debemos reconocer que los valores puramente monetarios y los mercados dejados a su libre funcionamiento no ofrecen una base suficiente para la cohesión social. Contra lo que pudieran pensar quienes confían en la emancipación de los oprimidos, se argumenta que la segregación de una parte de la población de los beneficios del desarrollo económico genera comportamientos pesimistas y de abstención política, más que de oposición. La mayoría de la población, altamente consumista, busca el progreso individual por medios privados y no por la acción colectiva.

En un escenario optimista, según el cual el proceso de apertura y democratización se generalizara a nivel mundial, muy probablemente se lograría un sistema de regulación del comercio internacional que impidiera graves desajustes y que permitiera detener el grave deterioro ecológico y la factura social que el capitalismo desaforado de hoy ha causado.

La globalización entra en conflicto con aspectos sumamente sensitivos de la sociedad; como es, por ejemplo, la soberanía nacional. Con la extensión de los acuerdos de libre comercio entre los países y la unificación de los sistemas monetarios, se tiene que sacrificar algo de soberanía. Seguramente, una mayor estabilidad, basada en un orden internacional fundado en leyes observadas por los diferentes países y sancionadas por autoridades supranacionales, permitirá la unificación de monedas y de mercados. En ese caso podría pensarse en la existencia de una sola moneda unificada.

**Computación**

Lo que esperan los jóvenes

* Computadoras más rápidas, pequeñas y accesibles.
* Mejores programas.
* Mejoras en Internet.
* La robótica será una herramienta de uso cotidiano.

Lo que dice el doctor Rafael Fernández Flores, director de Cómputo para la Investigación de la Dirección General de Cómputo Académico de la UNAM.

**En el futuro**sí vamos a tener computadoras más rápidas, pero no sólo por que existan procesadores más rápidos, sino también porque una misma computadora contará con varios procesadores. Aunque en este caso existe un límite físico a la velocidad de cada procesador, pues entre más rápido es, más calor genera y es difícil contar con los mecanismos para disipar ese calor.

Los programas como producto intelectual serán tan buenos como lo han sido antes y lo son ahora, pues su desarrollo es una actividad que no depende de los avances tecnológicos. Lo que sí podemos esperar son mejores interfaces hombremáquina, con mecanismos de inteligencia artificial, por ejemplo, que satisfagan varias necesidades de los usuarios.

En el mercado del cómputo existe la llamada “Ley de Moore”, según la cual cada 18 meses por la misma cantidad de dinero podemos conseguir un equipo con el doble de poder, en tanto la misma computadora cuesta la mitad. En ese sentido sí podemos esperar que baje el precio de las computadoras, pero continuará siendo difícil que la gente que apenas tiene dinero para comer pueda hacerse de una, salvo que cada vez más la bibliotecas y otros lugares públicos, como los cibercafés, pongan al alcance del público en general su uso. Ahora bien, si se trata de la accesibilidad al uso de la máquina, varios proveedores intentan lograr que la comunicación con ésta sea cada vez más fácil, por ejemplo, por medio del reconocimiento de la voz por parte de la máquina y la respuesta verbal de ésta.

Dado que hay contenidos, como la fotografía y el video, que es difícil hacer circular por Internet, se trabaja en el proyecto Internet 2 para darle un mayor ancho de banda a la red y mejor calidad de servicio, a fin de que puedan circular con mayor eficacia dichos contenidos.

Cada vez más, los robots tendrán mayor presencia en actividades como la medicina, donde podrán operar a un ser humano con la supervisión del cirujano a distancia, o como la industria, donde ya pueden realizar trabajos peligrosos para los seres humanos. Asimismo, tendrán cada vez mayor presencia en el entretenimiento. Por ejemplo, ya no sólo un ser humano podrá jugar ajedrez con una máquina, sino que se pondrá a jugar a dos máquinas entre sí e igualmente —rayando en la ciencia ficción—podría ser en el caso del box, las carreras de autos, etcétera.

Los procesadores, es decir la parte programable de las computadoras, podrán colocarse en cualquier aparato o dispositivo casero. En el hogar los refrigeradores podrían tener un micropocesador conectado a Internet, de tal suerte que aquél podría detectar lo que va haciendo falta en el refrigerador y enviar esa información al supermercado para que, por medio de mensajería, se hagan llegar los productos. Igualmente, los zapatos tenis pueden traer un microchip que registre la condición física del deportista o el tiempo y distancias recorridas en el caso de los corredores. Y podría ser lo mismo en lo que se refiere a lavadoras y autos.

Las computadoras continuarán con su tendencia a la miniaturización, pero no sólo por la miniaturización misma, sino para hacerse cada vez más portátiles y ligeras. Sin embargo, aquí también se presenta la limitante de que entre más pequeña sea una computadora más calor generará.

Otras tendencias de la computación son: la existencia de computadoras de propósitos particulares, es decir las máquinas especializadas en cierta tarea; la cultura de la seguridad en cómputo, para protegerse tanto de los virus informáticos como del acceso no autorizado a la información; el papel cada vez mayor de la computadora en el arte y el entretenimiento, por ejemplo, a través de la realidad virtual, y el cada vez mayor uso de la educación a distancia, a fin de que el alumno estudie desde su casa total o parcialmente, para lo cual puede hacer uso de los programas tutoriales o de autoaprendizaje.

**Salud**

Lo que esperan los jóvenes

* Las curas del sida y del cáncer.
* Mejores servicios médicos.
* Combate a la desnutrición.
* Avances en microcirugía.
* Conocer mejor las causas de las enfermedades mentales y el funcionamiento de la mente humana.
* Conocer la función de los sueños

Lo que dice la maestra en ciencias Carmen Soler Claudín, investigadora responsable de la Unidad de Investigación en Retrovirus Humanos, perteneciente a la UNAM y a la SSA.

**La epidemia**de VIH–sida ha tenido un gran impacto en el desarrollo de la ciencia biomédica. Desde que se identificó al virus de inmunodeficiencia humana como agente causal del sida, y ante la importancia de la pandemia, se ha trabajado a marchas forzadas para entender esta infección. Dos son las áreas de mayor importancia: prevenir nuevas infecciones y atender a las personas ya afectadas. A principios de los años ochenta, cuando se identificó el virus, se pensó que pronto tendríamos una vacuna capaz de evitar nuevas infecciones. Los científicos fuimos muy optimistas, más de 15 años después y aún con los indudables avances en el conocimiento del virus y de sus relaciones con el huésped, no sabemos todavía cómo inducir protección. Actualmente se están realizando pruebas de eficacia de algunas vacunas; ya se sabe que ninguna de las que conocemos ahora va a tener una efectividad muy alta, aún así, es útil terminar su evaluación y establecer su uso. En otras áreas hay avances importantes. Por ejemplo, tenemos métodos diagnósticos que han permitido disponer de sangre y productos sanguíneos confiables. También se han logrado progresos en el control de la transmisión madre–infante y, en países donde se están aplicando programas preventivos, casi se ha eliminado esta forma de transmisión.

Aunque no disponemos todavía de una “cura” para el sida, el área de atención a personas ya afectadas por la infección ha tenido desarrollos clave: tenemos herramientas que nos permiten evaluar la evolución de la enfermedad, así como por lo menos 15 medicamentos que, usados adecuadamente, prolongan la vida de estas personas y les permiten una calidad de vida mucho mejor. El desarrollo de una estrategia que permita curar la infección no se ha desechado y existen grandes esfuerzos en ese sentido.

En resumen, aunque todavía no hay una solución al problema del VIH–sida, los avances de la investigación son impactantes; sin embargo, han llevado el problema a otra arena, la sociopolítica y la económica. El sida, sin ser un problema político, se ha convertido en uno de los principales problemas de los países. ¿Vamos a permitir la muerte de más de 35 millones de personas actualmente infectadas en el mundo sin hacer algo al respecto?

Lo que dice el doctor Arturo Beltrán Ortega, ex director del Instituto Nacional de Cancerología y Jefe del Posgrado en Oncología de la Unión Internacional contra el Cáncer.

**Con respecto al cáncer,** en los próximos años avanzará nuestro conocimiento del código genético, lo que permitirá identificar a las personas en riesgo de desarrollar ciertas variedades de tumores malignos. Sin embargo, esto acarreará problemas éticos respecto de la validez de aplicar los procedimientos de identificación a toda la población; existe el riesgo de que sus resultados se utilicen para restringir el acceso al empleo, así como a otras actividades humanas.

Es de esperar una mejoría en los servicios médicos, sobre todo en las áreas desprotegidas de la población. Cada vez se aplicará mayor tecnología con el riesgo de que haya una menor atención directa al paciente. Por ello será necesario evitar la deshumanización de la medicina.

Es indiscutible que la mejor medicina es la preventiva y, de hecho, hemos vivido el importante paso de la erradicación de la poliomielitis. En el futuro se tendrán que desarrollar vacunas para otras enfermedades como el sida y cierto tipo de tumores.

Un aspecto fundamental de la atención en salud será la lucha contra la desnutrición porque si la población continúa aumentando como lo ha hecho en los últimos años, este problema en lugar de resolverse se agravará. Una forma de enfrentarlo será promover programas de planeación familiar a nivel mundial.

Se desarrollará mayor tecnología sobre todo en el campo de la microcirugía y se disminuirá considerablemente el tiempo que lleva realizar operaciones. Asimismo, es de esperar que en éstas se utilicen cada vez más aplicaciones de la robótica.

Lo que dice el doctor Jean-Louis Charli Casalonga, neurobiólogo e investigador en el Departamento de Genética y Fisiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

**En los últimos años**se han hecho adelantos prometedores en las neurociencias. En particular se identificaron causas genéticas de algunas enfermedades. Esta tendencia se debería ampliar en los próximos años, gracias al proyecto Genoma Humano y a sus consecuencias. Además de la identificación de causas genéticas, se estudian causas ambientales y otras. La confianza en alcanzar estos adelantos se basa en el impulso que han tenido las neurociencias en los últimos años: se han incrementado los recursos; se han enriquecido de manera constante las técnicas de investigación y se han obtenido logros iniciales prometedores. Así, se estudian múltiples mecanismos moleculares y celulares que pueden inducir a la neurodegeneración. Para dar un ejemplo, las causas de la demencia senil de tipo Alzheimer todavía no se conocen con claridad, pero se identificó toda una cadena de eventos moleculares que pudieran estar implicados. No obstante, dada la complejidad de nuestra mente, es poco probable que en el lapso de 20 años se identifiquen las causas de todos los trastornos.

Por otra parte, el descubrimiento de las causas de enfermedades mentales permitirá inventar tratamientos novedosos y diseñar estrategias terapéuticas. Esto ya se ha demostrado con algunas enfermedades mentales. Por ejemplo, en el caso del Mal de Parkinson, hemos podido ayudar al paciente gracias al descubrimiento de que en esta enfermedad está funcionando de manera ineficiente un sistema neuronal. Además, hoy en día tenemos a nuestro alcance nuevas estrategias para descubrir medicinas más rápidamente y podemos probar el efecto de éstas gracias a técnicas novedosas que permiten identificar aspectos de la vida cerebral humana de manera inocua.

Con respecto a entender totalmente el funcionamiento de la mente humana, creo que es improbable; pero sí lograremos avances significativos y se podrán entender muchos de los eventos que suceden en nuestro cerebro durante distintas actividades mentales. Ya se obtuvieron adelantos interesantes en actividades de percepción (al momento de ver o escuchar, por ejemplo) en el control del movimiento voluntario. Es probable que se identifiquen con precisión circuitos implicados y se intente probar nuevas teorías que relacionen eventos al nivel de cada neurona con la actividad de grandes sistemas. Sin embargo, hay problemas aún difíciles de resolver como, por ejemplo, la conciencia. En conclusión, es evidente que la mente humana constituye un reto enorme y parece difícil descifrarla en un lapso relativamente corto.

Respecto a cuál es la función de los sueños, creo que esto podría mantenerse en el misterio por mucho tiempo. Es posible que, cuando mucho, podamos descubrir correlaciones fisiológicas de la actividad mental durante los sueños. No creo que descubramos fácilmente la función de éstos aunque hasta ahora se han propuesto varias teorías, incluyendo la de Freud, que dice que los sueños son una ventana a nuestro subconsciente.

*¿Cómo ves?*agradece la participación en esta encuesta de alumnos y profesores del Centro Cultural Iberoamericano de Cuernavaca, el CCH del Colegio Madrid (D.F.) y de la Escuela Moderna Americana (D.F.), así como a Mónica Genis Chimal por la cuantificación de los datos.

# El cerebro y la música

*Francisco Delahay y Sergio de Régules*

**Sabemos que todas las sociedades humanas tienen música y que las habilidades musicales se manifiestan desde las primeras etapas del desarrollo de los niños. Pero desde el punto de vista evolutivo, el origen de la música es un misterio.**

Los instrumentos musicales más antiguos que se conocen se encontraron en las cuevas de Isturitz, en Francia, y de Geissenklösterle, en Alemania. Se trata de unas flautas hechas de hueso de ave que datan de hace unos 32 000 años. ¿Para qué usaban la música los habitantes de esas cuevas?

No hay manera de saberlo porque la música no deja rastros duraderos una vez que se acaba. Pese a todo, podríamos imaginarnos algo así: un grupo de humanos primitivos lleva a cabo sus actividades cotidianas. En las proximidades de la cueva las mujeres recogen frutos, algunas con criaturas en brazos. Los niños juegan cerca de ellas. Los hombres vigilan, arma en mano, antes de irse a cazar. Un bebé llora. Su madre le canta para tranquilizarlo. Se oyen otros sonidos: el viento pasando entre las hojas de los árboles, pájaros, el rugir de algún felino. Detrás de un árbol un hombre toca la flauta para una mujer. Cae la noche. A la luz de la fogata suena el golpeteo rítmico de un instrumento de percusión hecho de corteza de árbol. Un anciano repite monótonamente un cántico que embelesa al grupo. Todos bailan mientras tocan las flautas de hueso. El placer de la actividad coordinada genera un ambiente de camaradería que deja a los participantes extasiados.

## Un misterio

Hay quien expresa su identidad por medio de su atuendo y usa la ropa como si fuera una tarjeta de presentación. Otras personas se definen por lo que leen: se puede obtener mucha información acerca de ellas examinando el contenido de sus libreros. Pero no todo el mundo les da importancia a la moda o a la lectura, ni confía su imagen personal a su vestuario o a su biblioteca. Una expresión de identidad más común es la música que escuchamos. Si te pareces a nosotros —y estamos casi seguros de que en esto sí—, entre tus pertenencias más personales se encuentra tu colección de música.

La música nos gusta por diversas razones, pero sobre todo porque inspira emociones, desde la oleada de placer abstracto que nos pone la carne de gallina sin saber por qué, hasta la nostalgia del recuerdo que nos evoca. Tanto significado emocional le damos a la música que es fácil ponerse sentimental y no apreciar el enigma que entraña. Charles Darwin lo expresó por primera vez en 1871, en su tratado sobre el origen de los humanos: "Puesto que ni la capacidad de disfrutar ni la de producir notas musicales tienen la menor utilidad para el hombre en sus hábitos cotidianos, hay que clasificarlas entre las facultades más misteriosas de las que está dotado". No es que Darwin desdeñara la música ni las distintas funciones que cumple (ambientación para rituales, bálsamo del alma, herramienta para el cortejo). El padre de la evolución se refi ere más bien a que no es de ninguna manera evidente que las facultades musicales nos confieran a los humanos ventajas en el juego de la supervivencia: no nos sirven para defendernos de las fieras, ni para cazar a nuestras presas; no calientan nuestro hogar, no nos ayudan a obtener agua ni cuidan nuestros cultivos. Desde el punto de vista evolutivo el origen de la música es un misterio.

## Para qué sirve la música

La mayoría de los investigadores que buscan el origen de las habilidades musicales se basan en dos hechos observados y una suposición. Los hechos observados son que todas las sociedades humanas conocidas hasta hoy tienen música y que las habili- dades musicales se manifiestan desde las primeras etapas del desarrollo de los niños. Un bebé de dos meses ya discrimina entre sonidos considerados agradables y sonidos que para la mayoría son desagradables, además de ser capaz de recordar melodías escuchadas varios días antes. De aquí se puede concluir que la música es innata: nacemos dotados para apreciarla sin que nadie nos enseñe. La suposición que men- cionamos es que las habilidades innatas son adaptaciones en el sentido evolucionista del término —capacidades que dan a los organismos que las poseen mayores probabilidades de procrear y que, por lo tanto, van cundiendo en la población al paso de las generaciones hasta que sólo quedan individuos con esas capacidades. Dicho de otro modo, si la evolución nos ha dotado de cerebros musicales, debe ser porque la música confirió a nuestros antepasados alguna ventaja en el entorno en que vivían.

Así pues, indagar acerca del origen de las facultades musicales equivale a buscar qué ventajas da la música a un grupo de homínidos en las llanuras primitivas. Hay quien alega que la música servía para mantener unido al grupo, lo cual tiene ventajas más o menos evidentes para unos organismos que tienen que defenderse de fi eras más fuertes y veloces que ellos, y que han de dar les cacería para obtener alimento. Darwin, por su parte, pensaba que la música en los humanos surgió como herramienta para el cortejo, igual que la cola del pavorreal y el canto de muchas aves (opinión hoy minoritaria: si la música fuera de origen sexual, ¿por qué cumple tantas otras funciones y aparece en actividades tan diversas?).

## ¿Pastel de queso para los oídos?

El psicólogo experimental Steven Pinker, del Departamento de Psicología de la Universidad de Harvard, tiene una opinión iconoclasta: que la música no es una adaptación, sino una especie de efecto secundario de otras habilidades y necesidades del organismo humano. Pinker compara la música con el pastel de queso (sin ningún afán peyorativo, hay que añadir). Este manjar contiene grasas y azúcares en grandes cantidades y tiene una textura cremosa que hace agua la boca. El pastel de queso es una tecnología que hemos inventado para estimularnos artificialmente los circuitos cerebrales del placer. Estos circuitos han evolucionado para indicarnos que hemos efectuado una acción que mejora nuestras probabilidades de vivir; por ejemplo, obtener alimentos llenos de energía para sobrellevar las épocas de vacas flacas (o, tomando en cuenta el modo de vida de nuestros antepasados, de mamuts flacos). El pastel de queso con centra estímulos placenteros que en cierta manera engañan al cerebro, haciéndole creer que hemos llevado a cabo una acción que promueve nuestra supervivencia. La música, según Pinker, es igual. Sus sonidos repetitivos, ordenados y predecibles, nos hacen cosquillas en los centros del placer que sirven para indicarnos que hemos encontrado un ambiente ordenado y predecible, un ambiente seguro.

Para sustentar su tesis del “pastel de queso auditivo” Pinker señala que la música puede ser innata sin ser adaptativa, como otras tecnologías del placer; por ejemplo, la gastronomía: el organismo sólo exige nutrientes, sin requerir que éstos vengan cocidos, sazonados y servidos con una ramita de cilantro. Además, dice Pinker, la hipótesis de la cohesión social y las otras de ese tenor —que la música tranquiliza, o que fortalece el vínculo entre la madre y la cría— en el fondo no dicen nada acerca del origen de la música. En efecto, habría que explicar entonces por quéla música favorece la cohesión social, tranquiliza o fortalece el vínculo con la madre.

## Percepción del sonido

Describir el sonido en términos de sus características físicas medibles es una cosa; entender los detalles de nuestra sensación auditiva, que tiene bastante de subjetivo, es otra muy distinta. La percepción, en general, es una colaboración entre el órgano que capta el estímulo y el cerebro, que lo interpreta.

El sonido está lleno de información útil acerca del entorno y acerca del prójimo. Para extraerla e interpretarla el cerebro no actúa como una simple grabadora, que recibe una señal y la registra tal cual, sino que distribuye el estímulo sonoro a diversas regiones del encéfalo, donde se llevan a caso los procesos de reconocimiento e interpretación.

El oído es un analizador de ondas sonoras. Cuando se produce un sonido, entra por el canal auditivo, que tiende a amplificar las frecuencias altas (los sonidos agudos). El tímpano vibra y estas vibraciones se comunican a la cóclea, órgano en forma de tubo enrollado donde se alojan las células ciliares. Estas células son como varillas muy delgadas de distintos tamaños. Las más cortas resuenan con las componentes agudas del sonido, las más largas responden a las notas graves, de frecuencias más bajas.

La cóclea, con ayuda de las células ciliares y la membrana basilar, separa el sonido en señales distintas para cada intervalo de frecuencias. Estas señales se transmiten a un haz de fibras nerviosas conocido como nervio auditivo,que las lleva al cerebro como si viajaran por cables separados.

La primera parada en el cerebro es el tálamo, estructura situada en el centro del órgano y que retransmite la señal a la corteza auditiva primaria. Ésta identifica la frecuencia y la intensidad (la nota y el volumen, digamos) del tono que se escucha. Las cortezas auditivas —primaria, secundaria y terciaria— se localizan a ambos lados del cerebro, en una región llamada surco lateral, o cisura de Silvio.

Pero identificar la nota y el volumen de los sonidos que van llegando no basta para reconocerlos como música. Para eso está la corteza secundaria, que analiza información acerca de la armonía (la relación de las notas que suenan al mismo tiempo), la melodía (la relación de las notas en su sucesión temporal) y el ritmo (el patrón de notas acentuadas y notas débiles). Ahora sólo falta integrar toda esa información. De eso se encarga la corteza terciaria, y de allí la señal pasa a otros de partamentos cerebrales, como veremos.

## Notas y neuronas

Los investigadores de la neurofisiología de la música han empezado a entender estos procesos en los últimos años. Para explorar los vericuetos que sigue la música por el cerebro algunos investigadores llevan a cabo estudios de personas con lesiones cerebrales que afectan alguna de sus capacidades musicales. Localizando la lesión en el cerebro se pueden hacer deducciones acerca de la función que cumple la zona afectada en el reconocimiento de la música. Otros investigadores emplean técnicas para visualizar la actividad cerebral en tiempo real, como la tomografía de emisión de positrones y la resonancia magnética funcional. Estas técnicas permiten observar al cerebro en acción al procesar música.

Así se han dado cuenta de que la música no sólo activa la corteza auditiva, sino también otras regiones del cerebro especializadas en tareas muy diversas: las que controlan los músculos (particularmente en las personas que tocan algún instrumento), los centros del placer que se activan durante la alimentación y el sexo, las regiones asociadas con las emociones y las áreas encargadas de interpretar el lenguaje.

Según Robert Zatorre, neurocientífico del Instituto Neurológico de Montreal, las actividades musicales —escuchar, tocar, componer— ponen a funcionar casi todas nuestras capacidades cognitivas. Muchos neurocientíficos se interesan en la neurofisiología de la música porque ésta puede revelar muchas cosas acerca del funcionamiento general del cerebro.

## La música y el lenguaje

El estudio de la percepción del lenguaje ha influenciado y precedido en muchos aspectos al estudio de la percepción mu­sical, seguramente por ser ambos, música y lenguaje, información transmitida por medio de sonidos.

Pero hoy sabemos que el cerebro no procesa igual la música y el lenguaje. Isabelle Peretz, guitarrista y psicóloga de la Universidad de Montreal, y su equipo han realizado estudios del trastorno conocido como amusia,la imposibilidad de reconocer sonidos musicales. Los participantes son incapaces de aprenderse melodías sencillas y de detectar errores en una melodía conocida. Sin embargo, conservan sus habilidades lingüísticas intactas. Por ejemplo, distinguen perfectamente entre la entonación de una afirmación y la de una pregunta. Peretz opina que la amusia se debe a algún trastorno de la corteza auditiva primaria, donde se reconocen las notas y su sonoridad, el primer paso que lleva a cabo el cerebro al analizar la música.

Por si eso no bastara para distinguir la música del lenguaje, los investigadores han descubierto que éste se procesa preferentemente en la corteza auditiva del hemisferio izquierdo del cerebro, más dado al análisis, mientras la música se procesa más bien (aunque no exclusivamente) en la corteza auditiva derecha. En los músicos la corteza izquierda interviene más que en las personas que no lo son, sin duda porque los músicos escuchan la música de manera más analítica.

Con todo, las analogías entre música y lenguaje siguen guiando investigaciones. En los años 50 el lingüista Noam Chomsky alegó que el cerebro humano ya viene equipado con una especie de programa de gramática, pero no para un lenguaje específico, sino una gramática universal. Así, todas las lenguas del mundo, por distintas que nos parezcan, tendrían una estructura común a cierto nivel. Algunos compositores, lingüistas y musicólogos han extendido las ideas de Chomsky a la música. El lingüista Ray Jackendoff y el compositor Fred Lerdahl propusieron en 1983 una teoría de la gramática universal de la música, según la cual una composición se construye con un número limitado de notas que se combinan según un conjunto de reglas (la gramática musical). Las reglas dan a las notas una estructura dividida en capas de significado musical. Al escuchar la secuencia de notas, el cerebro del oyente reconoce esas capas de la misma manera que en el lenguaje reconoce verbos, sustantivos, adjetivos y todo lo demás.

El etnomusicólogo estadounidense Alan Lomax llegó a una conclusión chomskiana, también en los años 50, luego de analizar las canciones de muchas culturas. Según Lomax, igual que por medio del habla se puede construir un número infinito de frases a partir de un número finito de sonidos, un número infinito de canciones se puede generar a partir de sólo 37 elementos rítmicos, armónicos y melódicos. Más recientemente, en los años 90, Jukka Louhivuori y Petri Toiviainen, de la Universidad de Jyväskyklä, en Finlandia, también influenciados por las ideas de Chomsky, han diseñado modelos generadores de melodías y los han convertido en programas de computadora que “componen” frases musicales. Louhivuori y Toiviainen han probado la eficacia de estos programas como imitadores de los compositores humanos haciendo que muchas personas escuchen y evalúen las melodías.

## Sonidos musicales

Para producir sonido hay que poner a vibrar algún objeto. Las cualidades del sonido dependen de las propiedades de las ondas que produce el objeto en el aire al vibrar. La sensación de sonoridad (o volumen) depende de la amplitudo tamaño de la vibración. La sensación de nota (do, re, mi, fa, sol…) es función de la frecuencia: cuántas veces vibra por segundo. Hay otra cualidad menos evidente que se conoce como timbre. El timbre es lo que permite distinguir un piano de una campana, un violín de una flauta, una voz de otra, incluso cuando estos instrumentos emiten la misma nota con la misma sonoridad. ¿De qué características físicas depende el timbre? Una gran variedad de objetos —cuerdas, objetos huecos, membranas tensas, columnas de aire confinadas en tubos— producen al vibrar ondas de muchas frecuencias distintas, pero con una organización particular: una frecuencia más baja, que llamamos fundamentaly que da la nota que escuchamos, y luego todos los múltiplos de esa frecuencia: el doble, el triple, el cuádruple y todos los demás. Estas frecuencias superiores se conocen como armónicos. Por lo general la frecuencia fundamental es la más intensa y los armónicos son progresivamente más débiles. ¿Qué tanto? Eso depende del objeto que vibra. El patrón de intensidades relativas de la frecuencia fundamental y sus armónicos es como la huella digital que distingue a un objeto que suena de otro.

**El desafío pinkeriano**

Septiembre de 2004, Reading, Inglaterra. Reunión de investigadores de la evolución del lenguaje y de la música. En una de las sesiones, el especialista en educación musical Pedro Espi-Sanchis reparte tubos de plástico de distintas longitudes y pone a los investigadores a soplar para producir silbidos, indicándoles que no repitan lo que hacen los demás. Al cabo de unos minutos, los silbidos cacofónicos se convierten espontáneamente en una agradable melodía sin que nadie se lo proponga. Todos bailan mientras tocan las flautas de plástico. El placer de la actividad coordinada genera un ambiente de camaradería que deja a los participantes extasiados.

A muchos de esos participantes la experiencia también los dejó más convencidos de que la música no es pastel de queso auditivo, como propuso Steven Pinker en 1997, sino una adaptación que cumple una función evolutiva. El experimento de Espi-Sanchis favorece la hipótesis de que la música servía para organizar las tareas colectivas y reforzar los lazos afectivos de los grupos.

El debate del origen evolutivo de la música no está zanjado. Muchos investigadores, sin ser de la opinión de Pinker, han aceptado el desafío que ésta implica y siguen buscando la manera de averiguar si la música cumplió una función adaptativa en nuestros antepasados, o si es, en cambio, un efecto secundario, muy afortunado, eso sí. Además de arrojar luz sobre el funcionamiento del cerebro en general, las investigaciones acerca de la neurofisiología de la música seguramente ayudarán a dar respuesta al enigma evolutivo.

Francisco Delahay y Sergio de Régules han tocado juntos en quién sabe cuántos grupos y compuesto en colaboración varias piezas de humorismo musical. Francisco es compositor y etnomusicólogo y vive en Finlandia. Sergio es físico y divulgador de la ciencia. Trabaja como coordinador científico de ¿Cómo ves?

**Maltrato: la violencia de todos los días\***

*Verónica Guerrero Mothelet*

**Cuando pensamos en violencia, por lo general la asociamos con la rudeza, la brutalidad y el crimen de los que nos informan los medios. Sin embargo, muchas veces pasamos por alto otros tipos de violencia, más cercanos y cotidianos. Y aunque aquellos extremos sean un motivo real de preocupación, que incluso puede estar afectando nuestra vida y actividades diarias, estas otras formas de violencia son igualmente perjudiciales, al grado de situarse como uno de los posibles factores que desencadenan la violencia mayor.**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), "la violencia es una de las principales causas de muerte, a nivel mundial, para las personas de entre 15 y 44 años". A la violencia se le atribuyen, en promedio, el 14% de las defunciones de varones y el 7% de mujeres. Y por cada persona fallecida como resultado de la violencia extrema, existen muchas otras que padecen consecuencias derivadas de violencia física o psicológica en forma de abuso, maltrato o intimidación infantil, violencia doméstica y de género, acoso laboral y discriminación social.

El origen de las conductas violentas en los humanos ha sido un tema importante de investigación en filosofía, sociología, biología, psicología y psiquiatría. En fechas más recientes, se han sumado a este esfuerzo la neurobiología y la neurofisiología, que buscan en el cerebro las claves para estudiar y prevenir la violencia. Con ayuda de estas disciplinas, junto con novedosas herramientas que permiten obtener imágenes cerebrales, se han conseguido avances, pero todavía hay muchas incógnitas sobre este fenómeno. Una de ellas es si la violencia es inherente a los humanos, o se adquiere culturalmente.

Así, por ejemplo, en el siglo XVIII, Jean-Jacques Rousseau afirmaba que el hombre es bueno por naturaleza y que la "civilización artificial" es la que lo corrompe. Por el contrario, pensadores como Thomas Hobbes, Sigmund Freud y el premio Nobel de Medicina Konrad Lorenz han sostenido que el humano es naturalmente agresivo y egoísta, y esto sólo se contiene con la cultura. Esta controversia aún no ha podido zanjarse, pero muchas evidencias apuntan a que, como siempre, parece existir la doble influencia de la naturaleza y el medio (ver "¿Agresivos por naturaleza?", *¿Cómo ves?* No. 17).

Para bien y para mal La doctora Feggy Ostrosky, directora del Laboratorio de Neuropsicología y Psicofisiología de la Facultad de Psicología de la UNAM (FPSI-UNAM), y experta en las bases biológicas de la violencia humana, señala que "nacemos con una predisposición a la agresión, para posteriormente aprender cuándo podemos y debemos expresar o inhibir estas tendencias". Agrega que la perspectiva biológica nos indica que "la agresión es inherente al ser humano como medio de supervivencia"; un comportamiento con fines de adaptación, seleccionado durante la evolución.

Las bases biológicas de la conducta agresiva están reguladas por ciertas estructuras cerebrales y por los mensajeros neuronales: las hormonas y los neurotransmisores. Feggy Ostrosky precisa que estos mensajeros no producen por sí mismos la conducta agresiva, por lo que aquí entra la importancia del aprendizaje social en la modulación o en la manifestación de esta conducta.

La agresividad no necesariamente es violencia. En palabras de la doctora Ostrosky, la agresión incluso puede ser positiva, cuando se trata de una "reacción espontánea y breve para protegernos de algún peligro que nos acecha". En este sentido, la agresión "positiva" cumple con una importante función biológica y evolutiva. Por el contrario, la agresión negativa, o violencia, según la define la OMS, es "el uso intencional de la fuerza física o del poder, en los hechos o como amenaza, en contra de uno mismo, de otra persona o de un grupo o comunidad, y que tiene como resultado una alta probabilidad de producir, lesiones, muerte, daño psicológico, problemas en el desarrollo o privaciones".

Además del miedo, que nos obliga a enfrentar la conocida disyuntiva de huir o atacar, el enojo es una emoción que dispara nuestra agresión. Enojarse de vez en cuando es totalmente natural; cierta cantidad de enojo es necesaria para la supervivencia, y bien canalizada nos puede impulsar a actuar asertivamente para resolver un problema. No obstante, el enojo crónico es perjudicial y a veces oculta otras emociones. Si el enojo pasa de ser un sentimiento ocasional a formar parte de la personalidad, puede convertirse en hostilidad. Igualmente, cuando no logramos "sacar" o expresar nuestro enojo de manera saludable por medio de la comunicación, y preferimos ocultarlo o tratar de suprimirlo, puede transformarse en agresión pasiva, esto es, una conducta donde los sentimientos de agresión no se expresan abiertamente, sino a través del resentimiento, la testarudez y el culpar a otros para evitar la propia responsabilidad.

Hay que subrayar la importancia de que el enojo se exprese de manera saludable, pues si es extremo e incontrolado puede desencadenar ira. Y esta emoción excesiva fácilmente conduce a la violencia.

En su libro, *Mentes asesinas*, la violencia en tu cerebro, Feggy Ostrosky señala que si bien es una cuestión muy compleja, la violencia puede clasificarse como primaria cuando existe cierta predisposición genética; o secundaria, cuando intervienen otros factores como trastornos de la personalidad, daños por golpes en la cabeza, depresión, el abuso del alcohol o las drogas, también las frustraciones cotidianas, la privación del sueño, el calor excesivo y, por supuesto, el maltrato crónico. Al mismo tiempo, la violencia puede ejercerse además de manera física, psicológica, una forma más sutil, pero igualmente dañina, en ámbitos como la escuela, el trabajo y el hogar.

**Acoso escolar**

Aunque las balaceras y los asesinatos masivos ocurridos en las escuelas de Estados Unidos, y en menor grado en las mexicanas, son motivo de alarma y exigen medidas de prevención y control de la violencia, existen otras actividades en las que participan niños y adolescentes que también implican un grado de violencia que debe ser atendido, no sólo por sus consecuencias inmediatas, sino por su posible función como indicador de una mayor violencia en el futuro. Entre estos factores de riesgo para desarrollar o sufrir conductas violentas está el llamado *bullying*, o acoso escolar, generalmente entre condiscípulos.

De acuerdo con un estudio reciente del Instituto Nacional de Evaluación Educativa, cuando menos 10% de los alumnos de primaria y secundaria en México son víctimas de acoso escolar. Tan sólo en las escuelas primarias, 24.2% de los estudiantes respondió en una encuesta que sufría las burlas constantes de sus compañeros y 17% afirmó haber sido lastimado físicamente por otros alumnos. Para los estudiantes de secundaria las cosas no son mucho mejores, pues 13.1% señaló que ha sido hostigado por sus iguales. Como esta situación tiene dos caras, 8.8% de los niños de primaria y 5.6% de los alumnos de secundaria confesaron haber incurrido en algún acto de violencia.

El término *bullying* (del inglés *bully*, que significa "hostigador" o "matón"), que implica acoso, maltrato físico, psicológico o emocional así como intimidación, principalmente entre escolares, surgió "en los países escandinavos; curiosamente aquellos que identificamos con un alto grado de desarrollo social y económico", señala la maestra en psicología Milagros Figueroa Campos, investigadora de Psicología Educativa y Desarrollo, de la FPSI-UNAM. Refiere que fue al investigar las causas del suicidio de un chico en Suecia que se descubrió que éste había sido víctima de agresión sistemática durante largo tiempo por parte de sus compañeros. A raíz de esa trágica situación, comenzó el interés por estudiar este fenómeno.

Así, explica la maestra Figueroa, quien ejerce esta forma de acoso "es alguien que tiene mayor poder", físico o psicológico, "con características de autoritarismo, violencia aprendida desde la familia o el entorno, que se impone como un líder negativo", hostigando a otros compañeros, y a menudo incitando a los demás para que hagan lo mismo. Señala que existen diferencias de género. Entre los varones, los actos de acoso y maltrato pueden ir de las burlas y las amenazas al robo o la agresión física; mientras que entre mujeres se valen de rumores, chismes y exclusión. "Aunque ahora ya hay también golpes entre las chicas. ¿Podemos verlo como natural?", dice Milagros Figueroa.

Esta conducta puede durar largo tiempo, y la víctima no sale fácilmente de este círculo. De hecho, agrega Figueroa, las víctimas también tienen cierto perfil psicológico: son chicos generalmente aislados, tímidos; a lo mejor tienen alguna característica que los hace diferentes. "Y se sienten intimidados por las amenazas, lo que los paraliza y bloquea". Añade que algunos estudios muestran que, conforme van creciendo en la adolescencia, disminuye esta conducta, "de manera que, en preparatoria, ya no encontramos el bullying físico, aunque sí podemos encontrar el psicológico". Y señala que "actualmente existe otra forma de hostigamiento, el *cyberbullying*, o acoso cibernético, que también tiene sus variaciones". Por ejemplo, describe que en Inglaterra distinguen algo que se llama el *happy-slapping*, que consiste en enviar mensajes de correos electrónicos anónimos o con pseudónimo a una víctima, o bien, mandar mensajes ofensivos, agresivos, injurias o amenazas a través del celular. O golpear a un compañero mientras otro lo filma con el celular para subirlo a Internet. O robarse las identidades en Facebook y poner cosas en su nombre...

Milagros Figueroa señala que resulta difícil especificar las causas de estos comportamientos. Precisa que algunas teorías psicológicas indican que un hostigador es una persona que nació y ha crecido en un ambiente violento, donde aprende que cuando quiere algo tiene que tomarlo o pelear por él. Esta habituación en el ámbito familiar va a ser internalizada por el individuo, de manera que cuando sale a otros ambientes y quiere algo, repetirá ese comportamiento.

Esta situación tiene consecuencias graves en las víctimas, que la familia debe detectar: bajo rendimiento escolar, un estado persistente de ansiedad generalizada, con cambios físicos o emocionales. "Por ejemplo, los domingos por la tarde comienzan a sentirse mal, o no pueden dormir, se vuelven retraídos, o tienen pesadillas", explica. Agrega que, cuando se trata de maltrato físico, pueden observarse moretones, marcas, raspones, golpes, que el niño quizá atribuya a otras circunstancias, como caídas. Pero los papás deben platicar con él, sin interrogarlo, y estar muy atentos a sus cambios de humor, molestias físicas, o a un profundo rechazo a la escuela.

La maestra Figueroa refiere que, al margen de que también haya casos de acoso o maltrato escolar de profesores a alumnos, cuando es entre compañeros, muchos estudios indican que los maestros son a menudo los últimos en enterarse, y una vez que lo hacen, carecen de estrategias para intervenir. "El *bullying*no es nada nuevo; probablemente todos hemos vivido en algún sentido la situación, incluso hay lugares donde se acepta como algo 'natural'. Pero no debe ser así".

***Cartolandia*, un programa esperanzador**

El laboratorio de la doctora Feggy Ostrosky en la UNAM reúne a 40 estudiantes de licenciatura y posgrado, dedicados principalmente al estudio de las bases neurofisiológicas de la violencia, con el propósito de diseñar estrategias de prevención. Sus investigaciones sobre el origen multifactorial de la conducta antisocial la llevaron a proponer un programa para la población infantil de un barrio del Estado de México, donde la situación socioeconómica es tan grave, que se conoce por el sobrenombre de "Cartolandia". Un lugar con un nivel tan alto de marginación corre el riesgo de convertirse en semillero de violencia; por ello, el equipo de la doctora Ostrosky planea prevenir la criminalidad desde la infancia. Para generar una respuesta positiva en los pequeños de tres años, el programa se centra en modificar y mejorar las habilidades de crianza de sus madres. Así, ellas aprenden a rechazar la violencia intrafamiliar, a estimular las capacidades cognitivas de sus hijos y a crear vínculos sanos de apego con ellos, pues son éstos los que definirán en su vida adulta sus relaciones con los demás. Como parte del proyecto planean examinar el cerebro de los niños para conocer y medir el estado de desarrollo de sus lóbulos frontales, áreas donde se asientan la inteligencia, la facultad de razonar y el control de las emociones.

**La violencia trabaja en tu contra**

Una variante adulta del *bullying* —si puede llamarse así— es el acoso laboral (*mobbing*). Según lo define la Organización Internacional del Trabajo, es el daño directo o indirecto que una o varias personas pueden ocasionar a otra, hablando estrictamente de trabajadores, generalmente con la finalidad de hacerla sentir menos, o incluso eliminarla del trabajo, forzándola a renunciar, explica el doctor Jesús Felipe Uribe Prado, investigador de la Coordinación de Psicología del Trabajo de la FPSI-UNAM.

Agrega que en algunos casos documentados la gente no identifica por qué es acosada; simplemente vive cierta violencia, e incluso existen organizaciones en donde esto parece "normal". "Muchos hemos conocido a algún jefe autoritario que grita, manda, somete, insulta", y no se le puede cuestionar. "Hay organizaciones en donde el estilo de liderazgo se ejerce de esta manera y, por tanto, la gente no identifica que se trata de violencia". No obstante son violencia laboral todo tipo de comportamientos que intentan disminuir la autoestima y que, sobre todo, están orientados a la eliminación "voluntaria" del trabajador mediante acoso, agresión verbal o física, hostigamiento, trabajo excesivo, falta de respeto a sus derechos laborales fundamentales, como horarios o tiempo extra, o bien con amenazas constantes de perder el trabajo. Por lo general todo ello se hace de manera clandestina u oculta.

Acerca de las causas de esta conducta, el especialista indica que existen varios enfoques, que no siempre coinciden. "Por ejemplo, uno de ellos se centra en la personalidad de la gente, y plantea que así como hay personas autoritarias, también existe una personalidad sumisa. Es una corriente polémica, porque algunos especialistas afirman que aunque se tenga una personalidad de víctima, nadie tiene derecho a violentarnos". Sin embargo, otros estudios sugieren que en realidad son las organizaciones las que fomentan esta situación, porque no le dan importancia al ser humano como sujeto.

De la misma forma, existen culturas más violentas que otras. En opinión del doctor Uribe, las sociedades autoritarias, como la mexicana, suelen ser lugares donde se presentan más situaciones de acoso que no son identificadas como tales. Con todo, un factor comprobado es la situación económica, tanto de los trabajadores como de las empresas y del país, o el contexto, "porque en épocas de crisis, lo importante es conservar el empleo a como dé lugar".

No obstante, advierte que el problema del acoso laboral es complejo, porque se da mayoritariamente por cuestiones de poder: de un jefe sobre sus subordinados, aunque también puede presentarse el acoso de los subordinados a los jefes. "Por ejemplo, nos imponen a un jefe, y como no nos gusta, también le podemos hacer la vida de cuadritos. Entonces, así como hay acoso laboral descendente, también hay ascendente. Y, desde luego, horizontal", generado por una competencia feroz entre compañeros, que desafortunadamente muchas veces incluso es premiada.

Como estos comportamientos suelen ser bastante velados, resulta difícil identificarlos. Pero los principales síntomas en la víctima de acoso laboral incluyen respuestas psicosomáticas en las que el estrés desempeña un papel fundamental: dolores de cabeza, intestinales o musculares y, en consecuencia, deficiencias en el organismo, debilidad y fatiga, lo que puede tener un impacto en forma de hipertensión y problemas físicos en general. El psiquiatra James Randolph Hillard, de la Universidad Estatal de Michigan ha expuesto, a partir de sus investigaciones, que los daños ocasionados por el acoso laboral pueden provocar depresión mayor, e incluso paranoia, sin contar con que se ha reportado su asociación con un mayor riesgo de suicidio.

Al margen de lo anterior, el doctor Uribe especifica que no todos los problemas laborales significan acoso. Existe una lista con cerca de 15 comportamientos que pueden ser utilizados para el acoso laboral, y van de la discriminación, el demérito profesional y la violencia verbal o física, hasta el acoso sexual.

**Influencia múltiple**

Como se mencionó, sea primaria o secundaria, la violencia es un fenómeno multifactorial, pues en ella influyen diversos elementos biológicos y psicológicos, pero también sociales, y puede comenzar desde la infancia. Por esta razón existe preocupación por la forma en que los medios electrónicos manejan la violencia, desde la televisión hasta los videojuegos e Internet. En cuanto a la televisión, el debate lleva ya 40 años sin resolverse, y para algunos especialistas, como el psicoanalista Enrique Guinsberg, "la televisión es sólo un reflejo de la violencia social y estructural", que incluye el sistema económico y, en última instancia, provoca que los individuos asimilen esta conducta como "un camino necesario". Asimismo, algunos expertos afirman que los videojuegos incrementan la violencia entre los jóvenes, aunque tampoco se ha encontrado una relación concluyente. Lo que sí hallaron investigadores como Lawrence Kutner y Cheryl Olson, de la Universidad de Harvard, fue que ciertos patrones de videojuegos se asocian más con problemas conductuales, como el acoso escolar, que con crímenes violentos.

**Maltrato o violencia de pareja**

Una fuente semioculta de violencia se produce en el último lugar donde debería esperarse: en los noviazgos y otras relaciones de pareja. Quien te quiere jamás debe maltratarte. Las relaciones saludables implican respeto, confianza y consideración hacia la otra persona. Quien ejerce violencia física, psicológica o sexual tiene graves problemas y necesita ayuda profesional.

A continuación encontrarás algunas señales de que puedes estar manteniendo una relación violenta. Debes estar atento(a) si tu pareja:

* Te provoca daños físicos de cualquier forma, desde empujones y sacudidas, hasta cachetadas, patadas o puñetazos.
* Intenta controlar tu vida; por ejemplo, cómo vistes, a quién frecuentas y qué dices.
* Te obliga a un acercamiento sexual que no deseas o que te incomoda. Es una señal de alarma de que tu relación no se basa en el respeto mutuo.
* Con frecuencia te humilla, o te hace sentir que no vales nada; te desacredita aunque dice que te quiere.
* Te amenaza con hacerte daño si terminas la relación.
* Deforma la realidad para hacerte sentir que eres tú quien tiene la culpa de su comportamiento.
* Te exige que le informes siempre adónde vas.
* Manifiesta celos y se enfada constantemente cuando quieres pasar tiempo con tus amigos.
* Utliza frases como: "Si me quisieras de verdad, harías…", que no son más que un chantaje emocional de alguien que sólo busca conseguir lo que desea. Por último, si sientes que algo no está bien, es probable que así sea.

**Neurotransmisores y hormonas**

Empeora la cuestión que, a menudo, los factores sociales provocan un impacto duradero o permanente en la biología. Por ejemplo, un estudio realizado por un grupo de científicos encabezado por Terrie Moffitt, de la Universidad de Wisconsin-Madison, encontró una asociación entre la violencia, el maltrato infantil y la participación de un gen que regula la producción de una enzima conocida como monoamino oxidasa A, o MAO-A. Investigaciones anteriores habían mostrado que una variación de ese gen, cuya actividad reduce la producción de la enzima MAO-A, generaba un aumento de la conducta violenta. Esta enzima se encarga de degradar neurotransmisores como la dopamina y la serotonina, sustancias que tienen funciones muy relevantes para nuestras emociones y estados anímicos: la dopamina participa en el sistema de recompensa cerebral y su producción genera sentimientos de placer; la serotonina, entre otras funciones, se involucra en la regulación de las emociones y también afecta el sistema endocrino, que produce las hormonas, y cuando se altera puede provocar conductas impulsivas y agresivas.

El estudio, realizado por el equipo de Moffitt en 2002, indicó que 85% de los adultos que presentaban esa forma particular del gen había desarrollado rasgos antisociales, como la propensión a cometer crímenes violentos, pero sólo si habían sufrido maltrato grave durante su infancia. Curiosamente, esta variación parece afectar a los varones de manera desproporcionada, pues se ubica en el cromosoma X. Los hombres sólo tienen un cromosoma X, en comparación con las mujeres, que tienen dos, y por ello están más predispuestos a sufrir los efectos de la variante mencionada de este gen, ya que son muy bajas las probabilidades de tener esa variante en ambos cromosomas.

Por otra parte, se han asociado algunas hormonas con las conductas violentas. Las hormonas son moléculas producidas por las glándulas del organismo y afectan todos los sistemas, incluido el nervioso, como sucede con la adrenalina y la noradrenalina, relacionadas con las conductas de "atacar o huir". Con todo, la hormona más asociada con la violencia es la testosterona, que es principalmente masculina, pero que también tienen las mujeres en cierto grado. Algunos estudios han vinculado un alto nivel de testosterona con temperamentos dominantes, agresivos y, en ciertos casos, violentos. Sin embargo, en fecha reciente se ha debatido esta relación, ya que existen evidencias que sugieren que la testosterona puede ser tanto causa como resultado de la violencia; es decir, no se sabe si la testosterona produce la violencia, o si el aumento de testosterona en un individuo es, más bien, un efecto del entorno violento de esa persona.

**Hacer frente al maltrato**

El maltrato psicológico, como hostigar, intimidar y humillar, puede ser difícil de detectar porque no deja marcas o cicatrices visibles. Las amenazas, los insultos, las descalificaciones y el desprecio son formas de maltrato psicológico que pueden hacer mucho daño y dejar trastornos emocionales; no sólo mientras ocurren, sino también a largo plazo. ¿Qué debes hacer si estás siendo víctima de cualquier tipo de maltrato o violencia?

• Protégete. Una persona en quien confíes te puede ayudar.

• Si la persona que te maltrata te ha agredido físicamente, denúnciala y solicita atención médica inmediatamente.

• Evita aislarte de tus amigos y familiares. Tal vez no sepas a quién acudir o te avergüences de lo ocurrido, pero es cuando necesitas más apoyo. Muchas personas, como psicólogos, médicos, profesores y tus amigos, querrán ayudarte; permíteles que lo hagan.

• No creas que puedes salir de esta situación tú solo(a). Es importante que sepas que el hecho de pedir ayuda no es signo de debilidad; por el contrario, indica que eres muy valiente y estás dispuesto(a) a defenderte.

• Mereces que te traten con respeto y puedes encontrar ayuda.

**Círculo vicioso**

Como podemos advertir, los factores que promueven la violencia están tan entrelazados, que resulta muy difícil disociarlos. A veces esta relación es muy clara, como sucede al observar las consecuencias físicas del maltrato, o de algunos accidentes que han dañado, por ejemplo, la corteza prefrontal del cerebro, una región directamente relacionada con la regulación de emociones y la inhibición de conductas inapropiadas, que es esencial para nuestro comportamiento social.

La ciencia ha descubierto que el maltrato, el abuso y toda la violencia que no deja "huellas" visibles, provocan cambios, no solamente psicológicos, sino también a nivel fisiológico, e incluso epigenético; esto es, en la forma como se expresan nuestros genes (ver *¿Cómo ves?*No. 133). Así, durante los últimos 10 años se han acumulado evidencias de que los individuos que fueron maltratados en su infancia son menos sanos en la edad adulta, pues no sólo pueden padecer enfermedades mentales, también obesidad, afecciones cardiacas y trastornos inmunológicos.

En una investigación del neurocientífico Michael Meaney y sus colegas de la Universidad McGill, en Montreal, se encontraron evidencias que apoyan la idea de que la influencia epigenética es un importante mecanismo mediante el cual el ambiente provoca un cambio conductual de largo plazo. El equipo de Meaney extrajo ADN del hipocampo de 12 hombres adultos que habían sufrido abuso infantil y que, finalmente, se suicidaron. Encontraron que ese ADN presentaba cambios epigenéticos que provocaron que esos hombres fueran menos capaces de modificar su respuesta al estrés cotidiano.

Además con frecuencia algunos de estos daños crean un círculo vicioso, en el que quien primero fue víctima más tarde puede convertirse en agresor. Investigaciones de Martín Teicher, profesor de psiquiatría de la Universidad de Harvard, han indicado que cuando un niño sufre abuso o maltrato severo, la cascada de eventos neurobiológicos y hormonales que le produce el estrés sufrido alteran la estructura neuronal de su cerebro en desarrollo.

Otra vía de reproducir la violencia, aun sin que exista maltrato infantil, es permitir o disculpar esta conducta agresiva en la familia y el medio. Desafortunadamente, existen familias que no sólo no castigan, sino alientan conductas negativas como el acoso escolar, sin pensar en las consecuencias, señala la psicóloga Milagros Figueroa. Y son principalmente los padres quienes tienen la responsabilidad de establecer límites y discutir con sus hijos sobre valores éticos. Refiere que hay medios para contrarrestar conductas violentas en la infancia; el primero es descartar algún trastorno en el desarrollo, pues la violencia en etapas tempranas algunas veces es síntoma de otros problemas.

Asimismo, subraya que no funciona intentar combatir violencia con violencia, porque "lo único que se logra es escalar esta violencia y aceptarla como algo natural y hasta positivo". Es mejor trabajar con una cultura de "cero tolerancia", entendida como no tolerar la violencia de ninguna forma y en ningún grado. Actuar en cuanto se detecta un problema de este tipo. Muchos investigadores afirman que si vivimos en un mundo donde la violencia es la cultura, debemos empezar a trabajar en una cultura de la convivencia; por ejemplo, aprovechando las redes sociales, que así como sirven para acosar, también nos pueden servir para promover una cultura del respeto y aceptación de las diferencias. Igualmente, la violencia puede prevenirse en las escuelas con apoyo de los planes de estudio y favoreciendo un clima de cortesía sin promover la competencia negativa, sino la positiva, para ser todos mejores, pero no a costa de los demás.

Sobre todo, insiste Figueroa: "Hay que hablar con los niños, establecer acuerdos y, cuando la situación es muy difícil, acudir a una terapia psicológica. Que aprendan, reflexionen y trabajen sus habilidades sociales". No podemos aislar a las personas, "sino más bien enseñarlas, reeducarlas, para que puedan insertarse de nuevo en su grupo de iguales", afirma Milagros Figueroa.

* Ostrosky, Feggy, *Mentes asesinas. La violencia en tu cerebro*, Quo, México, 2008.
* Hirigoyen, Marie-France, *El acoso moral: el maltrato psicológico en la vida cotidiana*, Ed. Paidós, Barcelona, 1999.
* Hirigoyen, Marie-France, *El acoso moral en el trabajo: distinguir lo verdadero de lo falso*, Ed. Paidós, Barcelona, 2001.

**¿Animales morales?**

De lo anterior podemos concluir que el debate inicial sobre nuestra "bondad" o "maldad" inherente sólo se resuelve tomando en cuenta tanto factores biológicos como la influencia del medio, lo que permite que el problema de la violencia pueda corregirse desde varios frentes. Además, la evolución también ha seleccionado características que atenúan la agresión desbocada.

En investigaciones antropológicas, sociológicas y biológicas se ha encontrado que existen en nosotros muchos mecanismos que nos llevan, como especie, a preferir la cooperación sobre la competencia, a resolver pacíficamente los conflictos y a canalizar el impulso de agresión. Dos de ellos son la hormona oxitocina y las neuronas espejo. La primera es una molécula que se produce en forma natural dentro del área hipotalámica del cerebro y regula varios procesos físicos y psicológicos. En los mamíferos, induce el parto y la lactancia, por lo que tiene una función esencial en el vínculo materno, pero también influye en las emociones, suspendiendo la desconfianza natural de los individuos. En lo que toca a las neuronas "espejo", éstas se activan cuando una persona realiza un acto intencional, pero igualmente cuando observa que alguien más efectúa la misma acción. Los investigadores suponen que estas neuronas nos ayudan a predecir las emociones e intenciones de los demás, promoviendo la empatía.

Además, la ciencia también ha encontrado que los humanos podemos tener respuestas "morales" incluso desde los primeros meses de vida. Así, la doctora Feggy Ostrosky refiere que, a partir de la investigación realizada durante los últimos 20 años para comprender cómo manejamos los conceptos del bien y del mal, han surgido resultados experimentales que muestran que tanto las características físicas del cerebro como los estímulos afectivos experimentados durante la infancia, influyen en el pensamiento, las emociones y los conceptos de "moralidad". De igual forma, estudios realizados por Paul Bloom, profesor de ciencias cognitivas de la Universidad de Yale, lo han llevado a pensar que los bebés ya poseen fundamentos morales, pues tienen capacidad y voluntad de juzgar las acciones de otros, respondiendo de manera instintiva frente a actos de altruismo o de maldad. En su opinión, igual que la violencia, también la moral es una síntesis de lo biológico y lo cultural; de lo innato, lo descubierto y lo inventado.

Verónica Guerrero, periodista y divulgadora de la ciencia, colabora en *¿Cómo ves?* y otras áreas de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, y como corresponsal ocasional para la revista *Nature Biotechnology*.