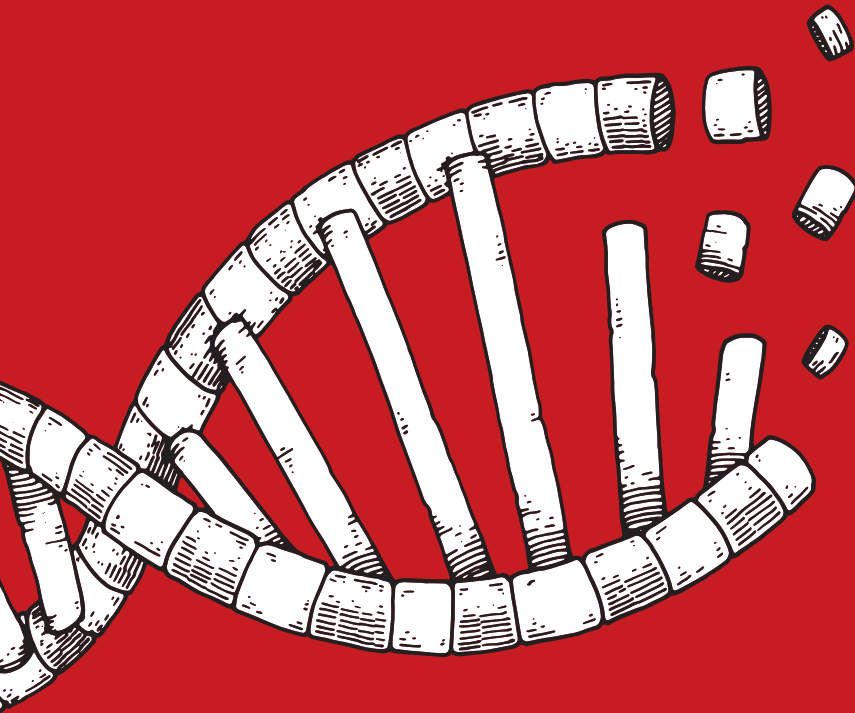


GASTÓN INTELISANO

Elemental, mi querida ciencia (forense)

Fragmento



LEE CIENCIA
FUTURO

ADN: LARGAS CADENAS

“No veo que la genética ofenda a los dioses porque no pienso que haya dioses de ningún tipo allá arriba”. (James Watson)

Si hay un tema dentro de las ciencias forenses que ha sido mitificado, es el ADN. Y es que no hay novela, serie o película de trama detectivesca en el que no nos encontremos con la presencia del ácido desoxirribonucleico. Es una herramienta que sirve en no pocos casos, para resolver crímenes complejos y que nos brinda información muy valiosa sobre quién o quiénes lo cometieron. ¿Pero qué es el ADN? El ADN es una especie de código de barras, único de cada persona. Es un tipo de ácido nucleico, una macromolécula, que forma parte de todas las células. Contiene la información genética que se utiliza en el desarrollo y el funcionamiento de todos los seres vivos hasta ahora conocidos y también de algunos virus. Una de sus principales responsabilidades es la de la transmisión hereditaria. Si lo observamos desde un punto de vista químico, el ADN es un polímero de nucleótidos, lo que se llama un polinucleótido. Los polímeros son compuestos formados por muchas unidades simples que están conectadas como si se tratara de una larga fila de personas tomadas de la mano. Cada una de estas personas sería un nucleótido dentro del ADN. A su vez, cada nucleótido está formado por un azúcar (la desoxirribosa) y una base nitrogenada. Estas bases nitrogenadas pueden ser: Adenina (A), Timina (T), Citosina (C), Guanina (G). Recuerdo que en la secundaria teníamos una regla para recordarlas: AT: Aníbal Troilo, CG: Carlos Gardel. Las manos que unen a las personas en esta larga fila son un grupo fosfato que actúa como enganche. La disposición de la secuencia de estas cuatro bases a lo largo de la cadena es lo que termina codificando la información. En los seres vivos, el ADN se presenta como una larga doble cadena de nucleótidos donde unas conexiones llamadas puentes hidrógenos, unen las dos hebras. Cronológicamente hablando se podría decir que el comienzo de los análisis de ADN se produce en 1985.

Más precisamente, en el mes de abril de ese año. En esa oportunidad, es resuelto por aplicación de técnicas moleculares el primer caso judicial. El resultado de la investigación mediante el estudio de las huellas genéticas permitió aclarar una disputa por inmigración al Reino Unido. Al poco tiempo, una corte civil inglesa acepta, en un caso de paternidad discutida, la evidencia de ADN. Pero el debut oficial de esta prueba en la investigación de un crimen se produce en 1986. Fue en un caso de homicidio en el que se pudo comprobar la inocencia del principal sospechoso. Las primeras técnicas de análisis, hoy ya en desuso, se basaban en analizar distintas regiones del ADN. Se evaluaban mediante la transferencia del ADN a soportes sólidos, como la técnica de Southern, en la que se utiliza una sonda de la región hipervariable. Estas sondas se clasificaban de acuerdo al número y la localización que presentaban sus secuencias complementarias en el genoma. Habrás visto en más de una serie, comparar al protagonista dos placas de acetato con dos columnas llenas de líneas negras de mayor o menor espesor. Si superponía ambas y coincidían las líneas, había *match*. Yo, como fan que soy de los *Expedientes secretos X*, recuerdo varias escenas, de distintos episodios en los que la agente Dana Scully (la parte científica del binomio) levantaba una de estas placas haciéndolas coincidir con otra y llegar a la conclusión de que el ADN del sospechoso y el encontrado en la víctima, coincidían. Incluso, en un episodio ella llega a procesar su propio ADN y se da cuenta que es madre de una niña de 3 años, concebida de manera artificial. Pero, volvamos a la realidad. Uno de los mayores retos para los científicos es hacer entender al ciudadano común qué es el ADN y qué significan sus resultados. Si le mostramos a la mayoría de la gente dos fotos de huellas dactilares y las coincidencias que hay en cada una, lo entienden. Pero los análisis en los que intervienen sangre u otros fluidos corporales generan en los testigos gestos de “me perdí”, “no entiendo nada” y expresiones de pánico generalizado. Ya la clasificación de los grupos sanguíneos resultó desconcertante, pero el ADN hizo saltar los taponés. Entender que estamos hechos de cadenas interminables y combinaciones de letras es algo difícil de asimilar.

Lo que debemos entender del ADN es que se encuentra en todas las personas y que en cada una de ellas es diferente. Esto lo vuelve un mecanismo de identificación preciso e inequívoco.

¿Pero cómo se hace un examen de ADN?

Las muestras en casos forenses (y no forenses, también) pueden ser varias: Sangre, hisopados bucales, hisopados provenientes de violaciones y otros tipos de muestras como ser: manchas de semen, saliva, pelo y uñas. Pero profundicemos un poco en cada una de ellas:

ADN: diversos tipos de muestras

Cuando la muestra es sangre, con los métodos actuales solo es necesaria una gota de unos 2 milímetros de diámetro (que solemos extraer durante la autopsia, en el caso de un cadáver) y que colocamos en la superficie de un papel filtro, algo que siempre me recuerda a una pequeña bandera japonesa. Siempre es recomendable un poco más de muestra que la necesaria para realizar el estudio, por si hay que repetirlo. Con solo 1 microlitro se puede efectuar un estudio completo, pero siempre que hablemos de laboratorios con tecnología de punta. Algunos, un poco más anticuados, necesitarán más. En la actualidad, ya no se utiliza la sangre como muestra de referencia y se le da prioridad a los hisopados bucales. Estos son los más elegidos en las pruebas de paternidad en los laboratorios mas automatizados. La muestra se obtiene pasando un hisopo común (no tiene que ser estéril) en el interior de la boca por unos segundos y luego se la coloca en un sobre. Comúnmente pensamos que es una muestra de saliva la que se está tomando, pero no. El material recolectado son células de descamación de la mucosa bucal. Ellas son las que proporcionarán la información genética y no la saliva. La saliva es solo el medio en el que flotan estas células. El método del hisopado es menos invasivo, ya que no hay que pinchar ni lesionar con agujas al donante de la muestra, y se obtienen los mismos resultados que con sangre. Los hisopados que provienen de violaciones se secan y se colocan en sobres de papel. Estos contendrán una variedad de material: células epiteliales o sanguíneas de la víctima y espermatozoides del agresor, si es que hubo eyaculación. En estos casos se utilizan métodos de extracción diferencial para poder obtener por un lado el patrón genético del agresor y por otro, el de la víctima. Cuando las muestras disponibles son de otro tipo, como ser manchas

(de sangre, semen o saliva), pelos, uñas o hueso se secan y se las coloca en envoltorios de papel. Un error muy común por el cual se daña el ADN y luego no puede ser procesado es trasladarlo desde el lugar de origen al laboratorio en envases herméticamente cerrados o bolsas de polietileno. Estos materiales favorecen la proliferación de bacterias por condensación de humedad, lo que degrada e inutiliza el ADN.

¿Cómo se extrae el ADN?

Es un proceso complejo, pero trataré de describirlo de la forma más clara posible. En primer lugar, la muestra recibida (un hisopado, una porción de mancha, uñas, hueso o pelo) se somete a la acción de detergentes que irán disolviendo los lípidos. Luego, con unas enzimas especiales que cortan las proteínas. La mezcla se incubaba a 56 grados centígrados, lo que producirá la ruptura de la estructura celular liberando su contenido a la solución. Lo que obtendremos es una mezcla en la que además de ADN habrá otros restos celulares como lípidos, proteínas y minerales que nos interferirán en los procesos de amplificación por PCR. ¿Qué es la PCR?

Continuando con la extracción de ADN de esa mezcla que obtuvimos, se limpia la solución con sucesivos lavados realizados con solventes orgánicos como el cloroformo o el fenol. Estos coagulan las proteínas y extraen los lípidos. Posteriormente, el ADN se separa por precipitación con alcoholes especiales. El ADN va a formar una especie de ovillo que se deposita en el fondo del tubo. En los casos forenses, por lo general, como la muestra es bastante escasa no se visibiliza este "ovillo". Pero lo que se obtiene es "evaluable".

Analicemos el material extraído

La PCR (por sus iniciales en inglés: *Polymerase chain reaction*) o Reacción en cadena de la polimerasa, es un proceso por el cual imitamos el proceso normal que realizan las células para reproducirse. Copiamos el ADN, aunque en nuestro caso, solo una parte de ese ADN, pequeños fragmentos que son los que nos interesan comparar. Es un procedimiento por el cual

“fotocopiamos” el fragmento que nos interesa, que a veces es muy escaso. De esa manera tenemos mucha más cantidad de material para comparar. Eso sí, el levantamiento y transporte de esa muestra es muy importante. ¿Por qué? Porque si se contamina ese hisopo, la PCR hará muchas copias de ese error. El factor humano, como en todas las ciencias forenses vuelve a ser determinante. Los resultados los visualizaremos como picos en un gráfico generado por computadora. Para que un estudio sea lo suficientemente creíble, a nivel mundial, se deben analizar 12 regiones del ADN como mínimo. Para las técnicas actuales esto no es problema, ya que con una sola reacción de PCR se amplifican 15 regiones.

Como habrán visto, el tema del ADN no es tan sencillo como se nos presenta en las series de televisión. Tampoco es cierto que se puede identificar en un tris a alguien con solo encontrar un pelo. Como dijimos, los pelos solo sirven si son arrancados, porque el ADN está en su raíz. La mayoría de los pelos que se caen solos, no tienen raíz y eso los hace inútiles para la búsqueda de ADN. Otro error muy común que veo en las series policiales es la velocidad con la que obtienen los resultados de laboratorio. Es muy común ver al investigador entregándole una muestra al técnico de ADN y ver a éste ponerse a trabajar febrilmente hasta que en pocos minutos le avisa al protagonista que tiene un match: con nombre, apellido, último domicilio y todos sus antecedentes. La realidad es que los análisis de laboratorio para las muestras de ADN llevan su tiempo. Como vimos, tienen varios pasos y si se realizan de manera correcta, pueden tomar varios días. Eso, en una situación ideal donde cada ciudad tiene su laboratorio y atiende solo a sus muestras. En la vida real, por lo general existe un laboratorio central que se ocupa de las muestras de varias jurisdicciones, por lo que la cantidad de muestras que debe procesar y analizar se multiplican exponencialmente. Cuando llega la muestra, debe extraerse el ADN, este tiene que ser purificado y cuantificado. Luego, amplificarse y finalmente llegaremos a la etapa de detección donde los especialistas analizan los resultados obtenidos y se confecciona un informe pericial. Salvo cuando hay casos que por su trascendencia mediática o extrema urgencia se adelantan, la mayoría pasa a formar parte de una fila por la cantidad de trabajo que suele haber. A veces, esta demora también responde a la necesidad de los especialistas, que hacen varias revisiones

para un dictamen definitivo. La mayoría de los laboratorios de genética forense actuales en nuestro país disponen de perfiles anónimos de ADN que provienen de muestras biológicas de casos no resueltos.

Historia y ADN

En Argentina contamos con un Banco Nacional de Datos Genéticos. Es un archivo público y sistemático de muestras biológicas y material genético de familiares de personas secuestradas y desaparecidas durante la dictadura militar. Se creó por ley en 1987, durante la presidencia del Dr. Raúl Alfonsín, gracias al incansable esfuerzo de las personas que integran la organización Abuelas de Plaza de Mayo, que continúan en la búsqueda de sus nietos. Se buscó desde un principio la forma de poder identificar a esos nietos con la sangre de sus abuelos, ya que los padres habían sido víctimas del terrorismo de Estado hasta el 10 de diciembre de 1983. Las integrantes de la organización viajaron por el mundo y se reunieron con científicos de distintas instituciones, buscando la forma de que su sangre (la de las abuelas y abuelos) pudiera servir para identificar a esos nietos. En 1982, un genetista argentino exiliado en los Estados Unidos, el doctor Víctor Penchaszadeh, las puso en contacto con Marie-Claire King. La genetista estadounidense y su equipo lograron llegar a lo que más tarde se conoció como el ÍNDICE DE ABUELIDAD, un procedimiento científico que logra la filiación de un niño con sus abuelos, cuando no están presentes los padres, mediante el análisis de su material genético. En los años que siguieron, surgió la necesidad de crear un banco de datos para obtener, almacenar y analizar las muestras relacionadas con delitos de lesa humanidad, que garantizara la conservación de los perfiles genéticos de cada uno de los miembros de las familias que sufrieron el secuestro o la desaparición de algún integrante. Y que pudieran depositar sus muestras en este banco. Desde su creación en 1987, primero bajo la órbita del Poder Ejecutivo Nacional y con sede en el servicio de Inmunología del hospital Durand de la Ciudad de Buenos Aires, desarrolló una base de datos de muestras genéticas y realizó miles de análisis en chicos y chicas sospechados de ser hijos de

personas desaparecidas y apropiados por familias de represores. A la fecha se identificaron a más de 130 nietos. Hoy en día y desde 2009, el Banco Nacional de Datos Genéticos pasó a ser un organismo autónomo y autárquico bajo la jurisdicción del Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación, y se mudó a su nueva sede de Avenida Córdoba 831, también en la Ciudad de Buenos Aires. Los servicios del Banco Nacional de Datos Genéticos son gratuitos, y en la actualidad solo realiza análisis genéticos a personas sospechadas de ser víctimas de crímenes de lesa humanidad. Todas las otras pruebas que se realizaban, como las de paternidad, de índole civil o criminal pasaron a la órbita judicial que las asigna a laboratorios de genética forense con los que tiene convenios.

Como podemos ver, la ciencia forense no solo suele resolver una muerte. También, puede cambiar una vida, para siempre.

SOBRE EL AUTOR

Gastón Intelisano nació en San Martín, provincia de Buenos Aires, en 1978. En 1996 obtuvo una beca universitaria otorgada por el Congreso de la Nación con la que cursó sus estudios superiores. Es licenciado en Criminalística, radiólogo, técnico de Autopsias, docente en la Tecnicatura en Pericias Forenses y oficial del Poder Judicial.

En 2011 publicó *Modus Operandi*, su primera novela policial y punto de partida para la saga protagonizada por el criminalista Santiago Soler (*Epicrisis*, *Error de cálculo*, *Principio de intercambio*, *La navaja de Ockham*). Desde entonces participó en festivales internacionales como BAN! Buenos Aires Negra, Córdoba Mata (Córdoba), Azabache (Mar del Plata), La Chicago Argentina (Rosario), y fue elegido para representar al país en Getafe Negro, el prestigioso festival de novela negra y policial de Madrid. Actualmente escribe la sexta novela de la serie.

Capítulo “ADN: largas cadenas” del libro *Elemental, mi querida ciencia (forense)*, de Gastón Intelisano, Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina / Colección Ciencia que ladra, 2021.

Arte de tapa: Fernando Sassali

Colección: “Ciencia al toque”

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Dirección de Museos, Exposiciones y Ferias

Campaña “Leé Ciencia. Leé Futuro”.

Godoy Cruz 2270 (C1425FQD) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

República Argentina, 2022.

Hecho en el depósito que marca la Ley 22.723.

Impreso en Argentina – Printed in Argentina.

Publicación realizada por EUDEBA SEM

Av. Rivadavia 1573 Ciudad de Buenos Aires. Abril 2022.



Elemental, mi querida ciencia (forense). Fragmento

GASTÓN INTELISANO

La ciencia forense no es mágica y no siempre existe evidencia que conduzca directamente al culpable, pero sin duda sus aportes son fundamentales para esclarecer un delito. ¿Alcanza con un cabello para identificar a una persona? ¿Qué significa que los cuerpos hablan en la mesa de autopsias? ¿Con unas gotas de sangre es posible reconstruir un asesinato? ¿Es cierto que las moscas pueden decirnos cuánto tiempo lleva muerta una persona? ¿Cuánto hay de verdad y cuánto de mito en las exitosas series y películas en las que se investigan crímenes? De la mano de Gastón Intelisano, *Elemental, mi querida ciencia (forense)* nos propone un esclarecedor recorrido por el complejo mundo de la ciencia del crimen, tan mostrado en la ficción como desconocido en la realidad. Como dice el autor, el crimen perfecto no existe. Lo que hay son malas investigaciones.

Leé ciencia. Leé Futuro es una iniciativa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación que se propone difundir lecturas de ciencia para niños, niñas, adolescentes y jóvenes como un modo de garantizar el acceso a la cultura científica.

