



**RED POR UNA AMERICA LATINA
LIBRE DE TRANSGENICOS**

BOLETÍN N° 253

¡ALERTA HUMANIDAD!: J. CRAIG VENTER INSTITUTE PATENTA EL GENOMA BACTERIAL MÍNIMO

ETC Group

El 31 de mayo de 2007 la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (US PTO por sus siglas en inglés) publicó calladamente una memorable solicitud de patente que señala una "divisoria de aguas" en la evolución como la conocemos. La solicitud de patente número 20070122826, titulada "Minimal bacterial genome" (genoma bacteriano mínimo), describe la creación en laboratorio del primer organismo vivo totalmente sintético; una bacteria nueva cuya información genética proviene de ADN sintetizado químicamente.

Reclama derechos de propiedad exclusivos sobre "un organismo que puede crecer y reproducirse" hecho con un conjunto de genes esenciales que también se reclaman en la solicitud. La existencia de esta solicitud de patente no significa que el organismo sintético ya estuviera en funciones cuando se hicieron los trámites (12 de octubre de 2006); sin embargo los solicitantes tienen la suficiente confianza en su proceso como para reclamar propiedad exclusiva del mismo, de manera pública y legal.

El beneficiario de la patente sería el instituto científico con sede en Estados Unidos encabezado por el magnate de la genómica, J. Craig Venter. El Instituto Venter también presentó la solicitud de patente internacional ante la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (número WO2007047148, publicada el 27 de abril de 2007).

El Grupo ETC, organización de la sociedad civil internacional con sede en Canadá, apelará esta patente.

¿Qué es un organismo sintético? Un organismo sintético ("sin") es producto de lo que llamamos "ingeniería genética extrema".

Los organismos sintéticos son diferentes de los organismos genéticamente modificados (OGMs), que son organismos existentes en la naturaleza a los que se les insertan secciones de ADN de otros organismos naturalmente existentes (una sección de ADN de una bacteria del suelo que se inserta en el maíz, por ejemplo).



Los organismos sintéticos no se hacen sustituyendo unos cuantos ingredientes de la receta de la vida, sino que se obtienen fabricando los ingredientes desde cero en un laboratorio y haciendo con ellos combinaciones nunca vistas. Si los investigadores en el Instituto Venter han fabricado el primer organismo vivo, completamente sintético, como lo describen en su solicitud de patente, será la primera especie hecha totalmente por humanos en la historia. En la solicitud de patente, este organismo sintético se llama "Mycoplasma laboratorium".

Siguiendo la tradición de ponerles nombre a las creaciones genéticas sin precedentes, (por ejemplo "Dolly", la oveja clonada), el Grupo ETC apodó "Sintia" a esta creación de laboratorio.

Quienes practican la biología sintética ya sintetizaron virus completos que funcionan, incluyendo un virus mortal de gripe y el virus de la polio (los virus no se consideran organismos vivos porque necesitan un huésped para reproducirse).

¿CÓMO SE HIZO SINTIA?

La primera vez que Craig Venter anunció públicamente su proyecto de construir formas de vida artificial fue en 2002. Sus colegas Clyde Hutchinson y el Premio Nóbel Hamilton Smith (que son los que se nombran como inventores en la patente) removieron genes de una bacteria real que se encuentra en el tracto genital (*Mycoplasma genitalium*) con el fin de determinar el conjunto de genes necesarios para tener un organismo vivo —la receta básica de la vida.

Según la solicitud de patente, esos 381 genes se sintetizan y se insertan en una "célula fantasma" —una célula de bacteria a la que se removió el material genético. Después esta célula se alimenta en un caldo rico en nutrientes (conocido como SP4, compuesto de extracto de levadura y sangre fetal bovina).

A partir de la lectura de la solicitud no queda claro que quienes buscan la patente ya dieron todos esos pasos y tuvieron éxito. De cualquier forma, ya reclamaron en su solicitud la propiedad monopólica del organismo resultante.

¿PARA QUÉ VAN A USAR A SINTIA?

Venter y sus colegas describieron su organismo sintético como una plataforma básica o "chasis" para construir otros organismos que tengan usos útiles para la industria, que sirvan como equivalentes genéticos de un sistema operativo de computadoras como el Microsoft de Windows.

En teoría, al agregar casetes sintéticos de ADN con funciones programadas, la bacteria podría recibir instrucciones para producir plásticos, fármacos, combustibles o incluso armas biológicas.

La solicitud de la patente reclama derechos específicos sobre un organismo que pueda producir hidrógeno o etanol para propósitos industriales.

En una entrevista reciente en Newsweek, Venter alardeó: "si lográramos un organismo que produzca combustible, sería el primer organismo con valor de miles de millones o billones de dólares. Definitivamente patentaríamos todo el proceso."

En 2005, Venter fundó Synthetic Genomics, Inc. para comercializar microbios sintéticos que tengan aplicaciones en energía, agricultura y remediación de los problemas del cambio climático.



¿QUÉ RECLAMA ESTA SOLICITUD DE PATENTE?

La solicitud de patente estadounidense número 20070122826 reclama el monopolio exclusivo sobre:

- un conjunto de genes que constituyen un “genoma bacteriano mínimo”.
- El organismo sintético compuesto de esos genes.
- Cualquier versión del organismo que pueda hacer etanol o hidrógeno.
- Cualquier método de producción de etanol o hidrógeno que use tal organismo.
- Un método científico para probar la función de genes insertando otros genes a un organismo sintético.
- Una versión digital del genoma del organismo.
- Un conjunto de genes no-esenciales. La patente reclama la propiedad de un organismo sintético al que le faltan ciertos genes que el inventor ha identificado como “no esenciales”.

La amplitud y la naturaleza fundamental de los reclamos de esta solicitud de patentes indican que las empresas de Venter se están posicionando para convertirse en el Microsoft de la biología sintética, colocando tecnologías fundamentales de este campo bajo control monopólico.

¿ESTO ABRE EL CAMINO PARA PLANTAS, ANIMALES Y GENTE SINTÉTICA?

En teoría, sí. En el 2004, Craig Venter predijo que “las células y las formas de vida producto de la ingeniería genética serán relativamente comunes en una década.”

Según Drew Endy, que trabaja en biología sintética en el Massachusetts Institute of Technology (MIT): “No existen barreras técnicas para sintetizar plantas y animales, sucederá tan pronto alguien pague por ello.”

En una entrevista reciente (noviembre 2006), Endy predijo que sería posible sintetizar un genoma humano entero en una década.[6] Craig Venter es conocido por haber protagonizado varios puntos de quiebre en la historia de la genómica comercial. En 1996, fue el primero en secuenciar (descodificar) un genoma bacteriano.

Cinco años después encabezó la carrera comercial para descodificar el genoma humano entero. Si la sociedad no lo controla, parece plausible que la creación de organismos sintéticos desde cero avance a un ritmo similar.

¿CÓMO CONTROLAR Y REGULAR LOS ORGANISMOS SINTÉTICOS?

La biología sintética se está desarrollando sin un debate social adecuado sobre sus implicaciones socio-económicas, de seguridad, salud, ambiente y derechos humanos.

Venter y sus colegas están acelerando la ciencia de la vida artificial mucho tiempo antes de que la sociedad haya tenido la oportunidad de discutir o evaluar sus implicaciones.

Una preocupación de los ambientalistas es que los microbios sintéticos tengan impactos imprevistos si son liberados intencional – o accidentalmente. Los expertos en seguridad están preocupados que la biología sintética ahora habilitará el rápido diseño y la producción de armas para la guerra biológica que antes eran inaccesibles.

En el 2006, una coalición de 38 organizaciones de la sociedad civil llamó a los que trabajan en biología sintética a retirar la propuesta para autorregular la tecnología, y comenzar un diálogo con la sociedad. Muchas empresas y científicos que promueven la biología sintética se encontrarán en Zurich, Suiza, del 24 al 26 de Junio en la conferencia “Synthetic Biology 3.0”. ETC hablará en este evento.



LOS MICROBIOS DE PANDORA

Silvia Ribeiro

El 31 de mayo pasado, la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos (USPTO) publicó, rutinariamente, como si se tratara de una solicitud para patentar una nueva máquina de coser o una patineta, la solicitud número 20070122826, sobre el primer ser vivo artificial ensamblado totalmente en un laboratorio.

La misma solicitud se presentó a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, con el pedido de prioridad para más de 100 países, entre los cuales se incluye a México, Brasil, Ecuador, Costa Rica, Honduras, Colombia, Cuba, El Salvador entre otros países de todos los continentes.

"Se ha traspasado una frontera social fundamental y la mayoría de la gente ni siquiera sabe qué está sucediendo", declaró Jim Thomas, del Grupo ETC, organización que ha iniciado una campaña para denunciar y derogar esta patente.

La solicitud fue presentada por el Instituto J.Craig Venter, que la tituló "Genoma bacteriano mínimo". Pide derechos exclusivos monopólicos sobre "un organismo que puede crecer y reproducirse", compuesto de un conjunto de genes "esenciales".

El Instituto J. Craig Venter, creado por el famoso científico del mismo nombre, arribó a definir qué genes serían "esenciales" -según su criterio-, eliminando parcialmente genes de la bacteria *Mycoplasma genitalium*, para ver cuáles eran imprescindibles para su sobrevivencia. Concluyó que se podían eliminar 101 genes del total de esta bacteria.

Con esta guía, la solicitud reclama derechos monopólicos sobre el organismo vivo artificial que resulta de sintetizar un conjunto de 381 genes "esenciales" que se le insertan a una célula "fantasma" -una célula vaciada previamente de material cromosómico. El producto fue bautizado por el instituto como "Mycoplasma Laboratorium". En su lugar, el Grupo ETC acuñó para este tipo de organismos vivos artificiales el nombre de "Sintia" (de sintético).

En la solicitud se reclama también el derecho exclusivo sobre la ausencia de los 101 genes que consideraron no esenciales, de tal modo que cualquier otro investigador que eliminara esos genes, debería pagarle derechos a las empresas de Venter

Según Venter y sus colegas, Sintia sería un "chasis", al que se le podrían insertar diferentes "cassettes", distintos tipos de material genético que instruyeran a ese organismo vivo auto-replicante a producir sustancias industriales, desde plásticos hasta combustibles. La solicitud mencionada pide derechos exclusivos sobre un organismo que pueda producir etanol o hidrógeno para fines industriales. Tal como el propio Craig Venter alardeó con la revista Newsweek esta semana, "si lográramos un organismo que produzca combustible, sería el primer organismo valuado en miles de millones o billones de dólares. Sin duda patentaríamos todo el proceso" (4/6/2007). A Newsweek esto le parece lógico, sin embargo, Venter ha conseguido su enorme capital microbiano y otros recursos afirmando que su investigación es "sin fines de lucro".

Craig Venter se ha caracterizado toda su carrera por la ambición y la arrogancia. Ya desde su puesto como investigador de los Institutos Nacionales de Salud, participante en el proyecto internacional público de secuenciamiento del genoma humano, intentó patentar más de seis mil genes del cerebro humano.

Más tarde, con la experiencia que adquirió en este proyecto público, fundó su propia empresa privada para competir éste. Desde hace algunos años, recibe financiamientos millonarios del gobierno de Estados Unidos, a través de instituciones "sin fines de lucro", como el Instituto Venter.



Cobijado en éstas ha recorrido los mares megadiversos del planeta, recogiendo muestras de microorganismos de México, Costa Rica, Panamá, Ecuador, El Salvador, Chile, entre otros.

Allí el discurso era que sus actividades "son investigación para el bien de la humanidad", con lo que consiguió llevarse lo que quería con poco trabajo e incluso con la colaboración de investigadores nacionales y gobiernos. En el 2005 se sacó esta careta -parcialmente- fundando la empresa Synthetics Genomics (Genómica Sintética), con capital privado, principalmente del mexicano Alfonso Romo, para comercializar microbios sintéticos que tengan aplicaciones en energía, agricultura y remediación de cambio climático.

Venter declaró entonces a The Wall Street Journal que la empresa aprovecharía la investigación del Instituto Venter, porque ahora ya estaban pasando "de leer el código genético a escribirlo" (29/5/2007)

Venter no es el único que tiene estas intenciones. Existen al menos 66 empresas que sintetizan y venden trozos de ADN sintético, a quienes se las soliciten y muchos laboratorios trabajando en sintetizar organismos vivos artificiales. El potencial de uso de armas biológicas de estas tecnologías es tremendo y conocido por todos los que trabajan en ellas.

¿Qué pasaría si a Sintia se le carga un "casete" tóxico y se libera? Y aunque no fuera intencionalmente tóxico, ¿que pasaría con esos organismos vivos artificiales en el ambiente, y en interacción con los organismos vivos naturales, incluyendo plantas, animales, humanos? ¿Qué significa la creación en laboratorio de formas de vida que nunca antes existieron?

La biología artificial traspasa tantas fronteras -éticas y filosóficas, sociales, políticas, económicas, de bioseguridad, etcétera- que su desarrollo no puede quedar de ninguna manera en la decisión de un puñado de empresas y científicos que trabajan en ella. Mucho menos en una oficina de patentes.

La Jornada, 09/06/07

=====

SECUENCIAR EL GENOMA HUMANO NO FUE LA META, ES SOLO EL INICIO

Entrevista por Debbie Ponchner a J. Craig Venter.

Cuando se habla de genética humana, el nombre de J. Craig Venter aparece par a par con el de Francis Collins, director del Proyecto del Genoma Humano de EE. UU. Ambos son los padres de la secuenciación de nuestro código genético.

Venter, quien ha hecho su gran aporte desde el ámbito privado, fue invitado al país en el marco de una reunión de la escuela de negocios Wharton, de la Universidad de Pennsylvania, EE. UU.

Tras impartir su charla el viernes pasado, Venter conversó con La Nación acerca de cómo la genómica aún está en pañales y sus planes de confeccionar organismos vivos de forma sintética. Este es un extracto de la entrevista:

Han pasado casi siete años desde que se publicó el mapa del genoma humano. En el campo de la medicina y la salud, ¿se ha avanzado tanto como usted esperaba

Creo que estamos aún en una etapa muy temprana en el análisis del genoma humano. Me siento defraudado por el centro de genómica del gobierno estadounidense porque desde que publicamos la secuencia del genoma humano, no se ha hecho secuenciación de genomas humanos de forma sustancial. Están secuenciando marsupiales, vacas y caballos, pero no están secuenciando más humanos, y lo que necesitamos es más humanos



"Al mismo tiempo, hay una revolución silenciosa. Gente que está utilizando genes que hemos descubierto en el genoma para desarrollar fármacos de punta contra el cáncer

"Así que hay muchos pedazos del genoma que están siendo usados para avanzar en la medicina y la ciencia, pero la gente parece no saber qué sale de ahí.

"Cuando se inició la secuenciación del genoma humano había quienes decían que era una carrera a la meta, pero yo decía que era una carrera al punto de inicio, no a la meta. Lo vemos como un inicio y desafortunadamente el inicio se demora más de lo debido. Si yo hubiera estado a cargo lo hubiera hecho más rápido.

Al principio, los investigadores se dedicaron a encontrar genes donde una sola mutación era responsable de causar terribles, pero poco comunes enfermedades. Ahora se está pasando a tratar de comprender el componente genético de males más comunes, pero donde más de un gen está involucrado.

Así es, y es una observación importante que, desafortunadamente, a muchos de mis colegas les ha tomado mucho tiempo darse cuenta de eso y cambiar de enfoque de estudio.

"La gente quería explicar las enfermedades y hasta la biología en términos de cambios únicos en genes únicos, y esas son las situaciones más escasas, casi nunca sucede. Los avances iniciales que vinieron de la genética, como la enfermedad de Huntington, fueron resueltos porque estaban en esa rara categoría de genes.

"La mayoría de las enfermedades y de las características humanas están relacionadas a cientos y hasta miles de genes. Sabemos de 300 genes que controlan o están involucrados en la presión arterial.

"Tenemos que ver la imagen completa y eso es lo que el genoma nos da. Por eso es clave lo que vamos a publicar pronto, que es el primer genoma diploide, es decir que tiene los dos juegos de cromosomas. Es mi genoma, así que los cromosomas tanto de mi padre como mi madre han sido secuenciados.

Entonces, el mapa del genoma humano que se publicó en el 2001, ¿era solo la mitad de genoma

Era un mapa haploide. Eran 3.000 millones de pares de bases, el que estamos haciendo ahora es de 6.000 millones de pares de bases, porque hay suficiente diferencia en lo que obtenemos.

Y cuando se hizo el primer mapa del genoma humano, ¿cómo se sabía qué mitad del cromosoma se estaba secuenciando

No sabían. El proyecto público eligió pedazos de ADN de forma aleatoria. Era solo un mosaico con una gran inexactitud y la estimación en el grado de diferenciación entre los humanos. Así que lo que hemos estado pensando en los últimos siete años a cerca de la variación humana está equivocado. Es como aplaudir con una mano.

EVOLUCIÓN Y BASURA

El genoma también permite estudiar la evolución. ¿Qué le ha sorprendido más de lo aprendido entre comparar nuestro genoma con el de otras especies?

Mi equipo contribuyó a la secuenciación del mono macaco, y hace un año fue la publicación del genoma del chimpancé. Cuando comparemos el genoma humano al chimpancé o al mono macaco, veremos los cambios exactos que se dieron. Sabremos que cambiar ese o aquel gen fue lo que hizo que el cerebro fuera más grande.

"Cuando todos los genes sean descubiertos, permitirán seguir el paso de la evolución más atrás en nuestro planeta. Cuando tengamos un inventario completo vamos a poder entender la evolución".



En los primeros estudios del genoma humano resultó que gran parte del ADN en nuestro código no codifica proteínas y fue bautizado como 'ADN basura'. Ahora resulta que mucho de ese 'ADN basura' tiene funciones muy importantes. Eso, ¿le sorprendió?

Yo siempre he estado opuesto al término 'basura'. Una de las características negativas del ser humano es que cuando hay algo que no entendemos lo catalogamos como algo que no tiene importancia.

"Cuando comparamos el humano, con el chimpancé y con el mono macaco, todos ellos están tan cerca que hay muy pocas diferencias en los genomas, pero cuando lo comparamos con el pez globo o con el tiburón elefante, una de las especies más tempranas de peces cartilaginosos, que acabamos de secuenciar junto a un equipo en Singapur, mucho de lo que la gente cataloga como 'basura' fue preservado a lo largo del tiempo, así que claramente está ahí por algún motivo.

"Estas cosas pueden indicar la forma de los cromosomas, cómo se doblan, que se abre para ser expresado, hay un montón de cosas importantes además de codificar proteínas.

Entonces, ¿es equivocado pensar que la única función de los genes es codificar proteínas?

Es cierto para las más simples de las bacterias, pero cuando pasamos a bacterias más complejas, hay mucha regulación, hay muchos otros factores que van más allá de ADN (ácido desoxirribonucleico) que pasa a ARN (ácido ribonucleico) y codifica una proteína.

"En mi generación, la Biología ha pasado del punto en que no comprendía ni un solo gen a tener completados varios genomas y conocer millones de genes. Hemos tenido que cambiar las ideas de todo el mundo, incluidas las nuestras.

NEGOCIO DE LOS GENES

Cuando en 1998 usted fundó Celera Genomics para secuenciar el genoma humano, la iniciativa tenía un componente comercial, se quería vender la información. ¿Qué lo llevó a cambiar esa intención

Bueno, había un componente comercial debido a la necesidad. Yo quería secuenciar el genoma humano, pero solo si podía publicar la información. La gente que me estaba financiando me dijo que si quería secuenciar el genoma y dar la información, tenía que tener un plan de negocios.

"El plan que diseñé fue el de crear bases de datos y las principales compañías farmacéuticas y universidades del mundo se apuntaron a utilizar las bases de datos.

"Creo que fue un modelo efectivo, pero yo estaba trabajando con gente que sabía cómo diseñar instrumentos, pero no le gustaba las bases de datos y por eso luego fracasó. (Venter dejó Celera Genomics tras la publicación del genoma humano en el 2001).

Al inicio de la revolución genómica existía la idea de que el ADN y los genes podían ser patentados y que se podía generar riqueza a partir de eso. ¿Ya hemos dejado eso atrás?

La única forma que podemos avanzar del conocimiento básico, como es el mapa del genoma humano, al desarrollo de algo que puede afectar la vida de un paciente con cáncer, es a través del desarrollo comercial.

"Y adivine qué: los gobiernos no financian el desarrollo de nuevas terapias; si no hay desarrollo comercial, no nos beneficiamos.

"No obstante, esta idea de varios grupos de patentar genes, yo espero que ya se haya disipado. Creo que la gente se está dando cuenta que no se pueden patentar seis millones de genes. Es el nuevo tratamiento el que debe tener propiedad intelectual, no el gen. Hay mucho campo para el desarrollo comercial, pero no viene de ser dueños de la secuencia, viene de lo que se hace con ella".



GENÉTICA AMBIENTAL

Usted ahora se ha enfocado en lo que ha llamado genética medioambiental. ¿Cuál es el objetivo de ir y secuenciar los genomas de los microorganismos en los océanos?

La motivación principal fue entender nuestro planeta y la diversidad de la vida al mismo tiempo que gran parte de la humanidad está destruyendo nuestro medioambiente. "Una de las cosas que podemos hacer con esto es medir. La gente no puede medir los cambios que está sufriendo el medioambiente con solo tomar fotografías. Comprender los componentes más fundamentales de la biología, lo que está ocurriendo al nivel de los microbios, puede llevarnos a ver que un tipo de microbios que desaparece puede ser equivalente a la desaparición de los arrecifes de coral.

"Comprender estos ecosistemas es fundamental para países como Costa Rica que tiene uno de los arrecifes más bellos del mundo. Entender la totalidad nos da la posibilidad de hacer una medición y notar los cambios.

"Por el otro lado, tal vez encontremos en nuestra investigación organismos como el que descubrimos en ventosas de alta temperatura que es capaz de capturar dióxido de carbono y con ello produce gas natural. Esto puede ser beneficioso para evitar daños futuros al ambiente o para revertir aquellos que ya hemos hecho"

¿Cómo debe Costa Rica utilizar todo su tesoro en biodiversidad?

Con la biodiversidad que Costa Rica goza, si no están haciendo algo con eso, están desperdiciando una gran oportunidad. Tiene que ser una prioridad nacional. De comprender toda esta diversidad van a salir nuevas soluciones

Su otro proyecto es la fabricación de organismos de forma sintética. ¿Cuán avanzado está? ¿Le ha ayudado en su tarea lo que ha descubierto en los océanos?

En estos momentos lo que hemos hallado en el mar no lo estamos usando en este proyecto. Estamos en una etapa inicial donde estamos construyendo los procedimientos de laboratorio, solo hacer un cromosoma de forma química es un reto inmenso. Pero, cuando pasemos de la etapa de 'si es posible' a la etapa de 'diseños futuros' será muy importante.

¿Cuan lejos están de crear sintéticamente una molécula o un organismo que pueda resolver el problema energético y de contaminación del planeta? ¿Es viable?

Nuestra atmósfera, todo el aire que respiramos viene de estos microbios y sus procesos biológicos. Así que sabemos que es una solución potencial. Estamos dañando todo ese equilibrio al poner demasiado dióxido de carbono en él y si alguna vez usted ha tratado de respirar dentro de una bolsa de papel, sabe que no se puede hacer durante mucho tiempo. "No podemos sobrevivir respirando dióxido de carbono, nuestro planeta tampoco. Creo que la biología tiene una oportunidad teórica de jugar un papel muy importante en el futuro"

HACIA EL FUTURO

La revolución genómica se ha dado de la mano del creciente potencial de análisis de las computadoras. ¿Hasta dónde podremos llegar? ¿Hay un límite?

Si pudiéramos hacer 10.000 genomas hoy no tendríamos las computadoras para analizarlos. Así que necesitamos que la Ley de Moore (que afirma que el número de transistores por pulgada en circuitos integrados se duplicaba cada 18 meses) continúe de forma significativa hacia el futuro o que se dé un cambio aún más dramático.

"Los avances en la computación y en la matemática son tan importantes, y van paralelos, a la biología. Cuando pasemos a la próxima etapa de la biología, las computadoras van a



hacer mucho más importantes porque vamos a querer crear modelos en la computadora, antes de construirlos”.

Usted es una de las afortunadas personas en este planeta que tiene su genoma secuenciado. ¿Qué ha aprendido de su genoma?

He aprendido que es muy difícil interpretar el código genético de forma exacta en estos momentos y que un único gen no te da la respuesta a nada. Mi futuro libro Life Decoded (que se publicará este año), justamente hace este análisis.

“Hay información contradictoria, tengo ciertos genes que me ponen en riesgo para ciertas enfermedades y luego tengo otro gen, que me ayuda a metabolizar algunos cancerígenos que tal vez me ayude. Tengo otro gen que la gente asocia con una vida muy larga, entonces ¿a cuál le creo? No sabemos suficiente para interpretarlo.

“No obstante, he aprendido suficiente sobre mi riesgo cardiovascular para decidir tomar estatinas para así tratar de cambiar el resultado de mi código genético”.