

Transcripciones en español i català

# Spencer Wells construye un árbol genealógico para toda la humanidad

*Jambo, bonjour, zdraveite, trayo...* Estos son algunos de los lenguajes en los que he hablado un poco durante las últimas seis semanas, ya que estuve en 17 países. Creo que estoy al final de este loco recorrido que he estado haciendo para revisar varios aspectos del mi proyecto, y del que más adelante les hablaré un poco. He visitado algunos lugares bastante increíbles, lugares como Mongolia, Camboya, Nueva Guinea, Sudáfrica, Tanzania dos veces; ya estuve aquí hace un mes.

La oportunidad de hacer una gira alrededor del mundo como esta es completamente maravillosa por muchas razones. Ves cosas increíbles y logras hacer comparaciones puntuales entre personas alrededor del mundo. Y lo que realmente te llevas de eso, lo que a primera vista te llevas de la experiencia, no es que todos seamos iguales, aunque también les hablaré sobre eso, sino cuan diferentes somos. ¡Hay tanta diversidad alrededor del mundo! 6.000 lenguas diferentes, habladas por 6.500 millones de personas, todos de diferentes colores, formas y tamaños. Al caminar por las calles de cualquier gran ciudad, cuando viajas, quedas asombrado por la diversidad en la especie humana.

¿Cómo explicamos esa diversidad? Bueno, de eso les hablaré hoy, sobre cómo estamos usando las herramientas de la genética, en particular de la genética de poblaciones, para contarnos cómo generamos esta diversidad y cuánto tiempo tardó. El problema de la diversidad humana, como en todas las grandes preguntas científicas, como explicar algo así, se puede dividir en subpreguntas. Y estas pequeñas subpreguntas se pueden resolver.

La primera es una pregunta sobre los orígenes. ¿Realmente compartimos todos un origen común? Y asumiendo que lo tenemos, que creo que es una suposición que todos los de esta sala damos por buena, ¿cuándo fue eso? ¿Cuándo nos originamos como especie? ¿Cuánto tiempo hemos estado divergiendo unos de otros?

Y la segunda pregunta está relacionada, pero es ligeramente diferente. Si surgimos de una fuente común, ¿cómo es que logramos ocupar todos los rincones del planeta y generar toda esta diversidad en el proceso? Las diferentes formas de vida, las diferentes apariencias, las diferentes lenguas alrededor del mundo.

Bueno, la pregunta de los orígenes, como tantas otras preguntas en biología, parece que la contestó Darwin hace más de un siglo. En *La descendencia del hombre* escribió: "En cada gran región del mundo los mamíferos vivientes están cercanamente emparentados con las especies extintas de la misma región. Por esto es probable que África antiguamente fuera habitada por simios extintos, relacionados cercanamente al

gorila y chimpancé. Y dado que estas dos especies son ahora las especies más cercanas al hombre, es más probable que nuestros primeros progenitores vivieran en el continente africano, más que en ninguna otra parte”.

Así que ya terminamos, nos podemos ir a casa, se acabó la pregunta del origen. Bueno, no del todo porque Darwin estaba hablando sobre nuestros ancestros distantes, nuestros ancestros comunes con los simios. Y está bastante claro que los simios se originaron en el continente africano. De acuerdo a los registros fósiles, aparecieron alrededor de hace 23 millones de años. En aquel entonces, África estaba desconectada de las otras masas terrestres, debido a los caprichos de las placas tectónicas, flotando cerca del Océano Índico. Tropezó con Eurasia hace unos 16 millones de años, y entonces tuvimos el primer éxodo africano, que es como lo llamamos. Los simios que migraron en aquel entonces, terminaron en el sureste asiático, se convirtieron en los gibones y orangutanes. Y aquellos que se quedaron en África evolucionaron en gorilas, chimpancés y nosotros. Entonces sí, si estamos hablando sobre nuestro ancestro común con los simios está muy claro que comenzamos aquí al ver los registros fósiles.

Pero en realidad esa no es la pregunta que estoy haciendo. Estoy preguntando sobre nuestros ancestros humanos, seres que reconoceríamos como "nosotros" si estuvieran sentados en esta sala, que si estuvieran mirándonos por encima de nuestros hombros, no nos asustaríamos. ¿Qué hay de nuestra ascendencia humana? Porque si retrocedemos lo suficiente, más de mil millones de años, compartimos un ancestro común con todas las criaturas vivas en la tierra. El ADN nos une a todos, así que compartimos un ancestro con las barracudas, bacterias y hongos. Sin embargo, lo que estamos preguntando, es sobre el ancestro humano. ¿Cómo estudiamos eso?

Bueno, históricamente se ha estudiado usando la ciencia de la paleoantropología, excavando cosas del suelo, y basándonos principalmente en la morfología, el modo en que las cosas toman forma, frecuentemente la forma del cráneo, diciendo: "Esto se ve un poco más a nosotros que aquello, así que debe ser mi ancestro. Este debe ser de quien descendo directamente."

Argumentaré que el campo de la paleoantropología nos da muchas posibilidades fascinantes sobre nuestros orígenes, pero no nos da las probabilidades que realmente queremos como científicos. ¿Qué quiero decir con eso? Están viendo un gran ejemplo aquí. Estas son tres especies extintas de homínidos, potenciales ancestros humanos. Todos fueron excavados al oeste de aquí, en la garganta de Olduvai, por la familia Leakey. Y todos datan de más o menos el mismo tiempo. De izquierda a derecha tenemos Homo erectus, Homo habilis, y Australopithecus-- ahora llamado Paranthropus boisei, el australopitecino robusto. Tres especies extintas, en el mismo lugar, en el mismo tiempo. Eso significa que los tres juntos no pueden ser mi ancestro directo. ¿Con cuál de estos tipos estoy realmente relacionado? Posiblemente con un mejor ancestro, pero no son las probabilidades lo que realmente estamos buscando.

Bueno, un enfoque distinto ha sido el mirar la morfología humana usando los únicos datos que hasta hace muy poco se tenían a mano, una vez más, principalmente la

forma del cráneo. La primera persona en hacer esto sistemáticamente fue Carl von Linné, un botánico sueco que en el siglo XVIII empezó la tarea de categorizar cada organismo viviente del planeta. Y tú te creías que tenías un trabajo difícil. E hizo un muy buen trabajo. Categorizó alrededor de 12.000 especies en su *Systema Naturae*. De hecho él acuñó el término "Homo sapiens", que significa "hombre sabio" en latín. Pero al ver la diversidad humana alrededor del mundo, dijo que parecía que veníamos de diferentes sub-especies o subcategorías. Y habló sobre africanos y americanos y asiáticos y europeos, y sobre una categoría claramente racista a la que llamó monstrosus, la cual incluía básicamente a todas las personas que a él no le gustaban, inclusive especies imaginarias como los elfos.

Es fácil descartar esto como ideas, quizás bienintencionadas, pero que no dejan de ser ignorantes, de un científico del siglo XVIII trabajando en la era predarwiniana. Aunque si hubiese tomado como referencia la antropología física reciente de hace 20 o 30 años, en muchos casos habríamos llegado básicamente a la misma clasificación de la humanidad. Las razas humanas, de acuerdo con los antropólogos físicos de hace 30 o 40 años –Carlton Coon es el mejor ejemplo–, han estado divergiendo unas de otras –esto fue en la era postdarwiniana– durante más de un millón de años desde la época del Homo erectus. ¿Pero basándonos en qué datos? Muy pocas. Muy pocas. Morfología y muchas suposiciones.

Bueno, de lo que les hablaré hoy, lo que ahora les explicaré, es un nuevo enfoque de este problema. En vez de salir y adivinar nuestra ascendencia, excavando restos del suelo, posibles ancestros, y sin basarme en la morfología, porque aún no la comprendemos completamente. No sabemos las causas genéticas subyacentes de esta variación morfológica.

«La pregunta sobre nuestro origen es una pregunta sobre nuestra genealogía»

Lo que necesitamos hacer es cambiar completamente el enfoque del problema. Porque, en realidad, lo que estamos formulando es un problema genealógico. O una pregunta genealógica. Lo que intentamos hacer es construir un árbol genealógico para todas las personas que hoy están vivas. Y como cualquier genealogista les diría... cualquiera tiene un miembro de la familia, o quizás tú, que ha intentado construir un árbol familiar, determinar el origen en el tiempo. Comienzas en el presente, con relaciones de las que estás seguro. Tú y tus hermanos tenéis padres en común. Tú y tus primos compartís abuelos comunes. Gradualmente rastreas más y más en el pasado, agregando relaciones cada vez más distantes. Pero finalmente, sin importar cómo de bueno seas en escarbar los registros de la iglesia, llegas a lo que los genealogistas llaman "un muro de ladrillos". Un punto desde el cual no puedes saber nada más de tus ancestros, y entras en este oscuro y misterioso terreno que llamamos historia, a través del cual tenemos que seguir nuestro camino orientándonos solo a tientas.

¿Quiénes fueron estas personas que vinieron antes? No tenemos registros escritos. Bueno, de hecho sí los tenemos. Está escrito en nuestro ADN, en nuestro código genético. Tenemos un documento histórico que nos lleva a través del tiempo hasta los primerísimos días de nuestra especie. Y eso es lo que estudiamos.

Ahora haremos un rápido repaso sobre el ADN. Sospecho que no todos en la audiencia son genetistas. Es una molécula lineal muy larga, una versión codificada de cómo hacer una copia tuya. Es la copia del plano para hacerte. Está compuesto por cuatro subunidades llamadas A, C, G, y T. Y es la secuencia de estas subunidades lo que define ese plano. ¿Cuán largo es? Bueno, son miles de millones de estas subunidades de longitud. Un genoma haploide. De hecho tenemos dos copias de todos nuestros cromosomas. Un genoma haploide tiene alrededor de 3.200 millones de nucleótidos de longitud. Y todo esto, si lo unes, son más de seis mil millones de nucleótidos de longitud. Si tomas todo el ADN de una célula en tu cuerpo y lo estiras de punta a punta, mide alrededor de dos metros. Si tomas el ADN de todas las células de tu cuerpo y lo estiras de punta a punta, llegaría hasta la Luna, te llevaría y traería miles de veces. Es mucha información.

Y entonces, cuando copias esta molécula de ADN, transcribirla es un trabajo bastante difícil. Imagínate el libro más grande del que puedas pensar, *Guerra y paz*. Ahora multiplícalo por 100. E imagina copiar todo eso a mano. Y que lo haces hasta muy tarde en la madrugada, y eres muy, muy cuidadoso, y estás tomando café y prestando atención, pero de vez en cuando, cuando lo estás copiando a mano, cometes un pequeño error, un cambio de letra. Sustituyes una I por una E, o una C por una T.

Lo mismo ocurre con nuestro ADN mientras se transmite a través de generaciones. No ocurre muy a menudo, tenemos un mecanismo de revisión de lectura incluido. Pero cuando ocurren y estos cambios se transmiten a las siguientes generaciones, se convierten en marcadores de descendencia. Si compartes un marcador con alguien, significa que compartes un ancestro en algún punto del pasado. La persona que tuvo ese cambio en su ADN por primera vez. Y es al ver el patrón de variación genética, el patrón de estos marcadores en las personas de todo el mundo, y evaluando la edad relativa cuando ocurrieron a través de la historia, que somos capaces de construir un árbol genealógico para todos los que estamos vivos hoy.

Estas son dos secuencias de ADN que usamos ampliamente en nuestro trabajo. El ADN mitocondrial, que traza la línea materna de descendencia. Obtuviste tu ADNmt de tu madre, y tu madre de su madre. Y así hasta la primera mujer. El cromosoma Y, el fragmento de ADN que hace que los hombres sean hombres, traza una línea paterna de descendencia. Todos en esta sala, todos en el mundo, pertenecen a un linaje de algún punto de estos árboles. Ahora, aunque estas sean versiones simplificadas de los árboles reales, siguen siendo complicados, así que simplifiquémoslos. Les damos vuelta, los combinamos para que parezcan un árbol con la raíz abajo y las ramas arriba. ¿Cuál es el mensaje que nos tenemos que llevar?

Bueno, lo primero que uno nota es que los linajes más profundos en nuestros árboles genealógicos tienen sus raíces en África, entre africanos. Eso significa que los africanos han estado acumulando esta diversidad mutacional durante más tiempo. Y lo que eso significa es que somos originarios de África. Está escrito en nuestro ADN. Cada pieza de ADN que vemos tiene más diversidad dentro de África que fuera de África. Y en algún punto del pasado, un sub-grupo de africanos abandonaron el continente africano para ir a poblar el resto del mundo.

¿Cuánto tiempo hace que compartimos esos ancestros? ¿Fue hace millones de años, como lo podríamos sospechar al observar esta increíble variación alrededor del

mundo? No, el ADN nos cuenta una historia que es muy clara. En los últimos 200.000 años, todos nosotros compartimos un ancestro, una única persona, La Eva mitocondrial en África, seguramente habréis escuchado hablar de ella. Es una mujer africana que originó toda la diversidad mitocondrial que hoy existe en el mundo.

Pero lo que es más sorprendente, es que si observan el cromosoma Y, el lado masculino de la historia, el cromosoma Y, Adam, vivió hace apenas 60.000 años. Eso son sólo unas 2.000 generaciones humanas. En el sentido evolutivo es solo un abrir y cerrar de ojos. Eso nos indica que en aquel entonces seguíamos viviendo en África. Fue un hombre africano quien dio origen a toda la diversidad del cromosoma Y alrededor del mundo. Ha sido sólo durante los últimos 60.000 años cuando hemos comenzado a generar esta increíble diversidad que vemos alrededor del mundo. Una historia increíble. Efectivamente, somos todos parte de una gran familia africana.

Todo esto parece muy reciente. ¿Por qué no surgimos antes? ¿Por qué el Homo erectus no evolucionó en una especie distinta o, mejor dicho, en sub-especies, razas humanas alrededor del mundo? ¿Por qué hace tan poco que salimos de África? Bueno, esta es una gran pregunta. Estos porqués, particularmente en genética y en el estudio de la historia en general, son siempre las grandes preguntas. Aquellas que son difíciles de responder.

Y entonces, cuando todo lo demás falla, hay que hablar del clima. ¿Qué pasaba con el clima mundial hace alrededor de 60.000 años? Bueno, estábamos atravesando la peor parte de la última edad de hielo. La última edad de hielo comenzó aproximadamente hace 120.000 años. Tuvo sus altibajos, pero realmente comenzó a acelerarse hace 70.000 años. Hay muchas evidencias de los núcleos sedimentarios, de los tipos de polen, de isótopos de oxígeno y más. Llegamos al último máximo glacial hace 16.000 años, pero básicamente, desde hace 70.000 años en adelante, las cosas se estaban poniendo muy duras, muy frías. El hemisferio norte tenía enormes capas de hielo creciendo, las ciudades de Nueva York, Chicago, Seattle, todas estaban bajo una capa de hielo. La mayor parte de Gran Bretaña y toda Escandinavia estaban cubiertas por capas muy gruesas de hielo.

África es el continente más tropical del planeta, un 85% de su territorio está entre los trópicos de Cáncer y Capricornio. Y no hay muchos glaciares ahí, excepto en las altas montañas de aquí, en el este africano. Entonces, ¿qué estaba ocurriendo aquí? No estábamos cubiertos de hielo en África. Al contrario, África se estaba secando en aquél entonces. Este es un mapa paleoclimático de cómo se veía África hace entre 60.000 y 70.000 años, reconstruido a partir de todas estas piezas de evidencia que mencioné antes. La razón de esto es que el hielo succiona la humedad de la atmósfera. Si piensan en la Antártica, es técnicamente un desierto, tiene muy poca precipitación.

Así que el mundo entero se estaba secando. Los niveles del mar estaban bajando. Y África se estaba convirtiendo en un desierto. El Sahara era mucho más grande de lo que es ahora. Y el hábitat humano estaba reducido a sólo unas pequeñas regiones comparado con lo que tenemos hoy. La evidencia de los datos genéticos es que la población humana en aquella época, hace más o menos 70.000 años, llegó a menos de 2.000 individuos. Casi nos extinguimos. Pendíamos de un hilo.

Y entonces ocurrió algo. Esto es un ejemplo muy gráfico. Miren algunas herramientas de piedra. Las de la izquierda son de África, de hace alrededor un millón de años. Las

de la derecha fueron hechas por los neandertales, nuestros primos lejanos, no nuestros ancestros directos, que vivían en Europa. Y datan de hace unos 50.000 o 60.000 años. Ahora, a riesgo de ofender a algún paleoantropólogo o antropólogo físico de la audiencia, básicamente no hay muchos cambios entre estos dos grupos de herramientas de piedra. Las de la izquierda son bastante similares a las de la derecha. Estamos en un periodo de una larga parálisis cultural que va desde hace un millón de años hasta hace unos 60.000 a 70.000 años. Los estilos de herramientas no cambian tanto. La evidencia es que el estilo de vida humano no cambió mucho durante ese período.

Pero luego, hace 50, 60 o 70.000 años, en algún lugar de aquella región, todo convulsionó: aparece el arte. Las herramientas de piedra se empiezan a tallar con más precisión. La evidencia es que los humanos comenzaron a especializarse en la caza de presas específicas, en determinadas épocas del año. El tamaño de la población comenzó a expandirse. Probablemente, de acuerdo con lo que muchos lingüistas creen, alrededor de esa época aparecen los lenguajes modernos completos, lenguajes sintéticos con sujeto, verbo, objeto, que usamos para expresar ideas complejas, tal como lo hago ahora. Nos volvimos mucho más sociales. Las redes sociales se expandieron.

Estos cambios en el comportamiento nos permitieron sobrevivir a aquellas difíciles condiciones en África, y nos permitieron empezar a expandirnos alrededor del mundo. Hemos estado hablando en esta conferencia sobre historias africanas de éxito. Bueno, ¿quieren saber la historia africana más exitosa? Véanse en el espejo. Ustedes lo son. La razón por la que están vivos hoy en día es por aquellos cambios en nuestros cerebros que ocurrieron en África, probablemente en la región donde estamos sentados ahora mismo, alrededor de hace 60.000 o 70.000 años, permitiéndonos no sólo sobrevivir en África, sino expandirnos fuera de África. Una temprana migración a lo largo de la costa sur de Asia abandonó África alrededor de hace 60.000 años, llegando a Australia rápidamente, hace 50.000 años. Poco después hubo una migración hacia Medio Oriente. Estos habrían sido cazadores de la sabana.

Así que aquellos de ustedes que irán a uno de los recorridos después de la conferencia, podrán ver cómo es una sabana de verdad. Y es básicamente un proveedor de carnes. Las personas que se habrían especializado en matar animales, cazándolos en esas sabanas proveedoras de carne, moviéndose al norte, siguiendo las praderas hacia el Medio Oriente hace 45.000 años, durante una de las escasas fases húmedas en el Sahara. Migraban hacia el oriente, siguiendo las praderas, porque a esto es a lo que se adaptaron a vivir.

Y cuando llegaron al Asia Central, llegaron a lo que era una súper carretera en la estepa. Una súper carretera de praderas. Las praderas en ese tiempo, durante la última era glacial, iban desde Alemania hasta Corea, y el continente entero estaba a su disposición. Entraron a Europa hace aproximadamente 35.000 años. y finalmente,

un pequeño grupo migró al norte a través del peor clima imaginable. En Siberia, dentro del Círculo polar ártico, durante la última era de hielo, las temperaturas eran de  $-56^{\circ}\text{C}$ ,  $-62^{\circ}\text{C}$ , incluso quizás  $-73^{\circ}\text{C}$ , y migraron hacia América, llegando finalmente a la última frontera.

Una historia increíble, y ocurrió primero en África. Los cambios que nos permitieron la evolución de este cerebro altamente adaptable que todos llevamos con nosotros, permitiéndonos crear culturas originales, que ha permitido desarrollar la diversidad que vemos en un viaje alrededor del mundo como el que he estado haciendo.

Ahora, la historia que les acabo de contar es literalmente un recorrido alrededor del mundo de cómo poblamos el planeta, la gran travesía paleolítica de nuestra especie. Y esa es la historia que relaté hace un par de años en mi libro, *El viaje del hombre*, y en un documental que hicimos con el mismo título. Y mientras acabábamos este documental, coproducido por National Geographic, empecé a hablarle a la gente de NG sobre el proyecto. Y se entusiasmaron mucho. Les gustó el documental, y dijeron, "¿Sabes que vemos esto como si fuera la siguiente ola en el estudio del origen humano, de donde todos venimos? Usando las herramientas del ADN para cartografiar las migraciones alrededor del mundo. El estudio de los orígenes humanos está en nuestro ADN, y queremos llevarlo al siguiente nivel. ¿Qué quieres hacer a continuación?". Esta es la gran pregunta que el National Geographic te puede hacer.

Y les dije que esto sólo era un simple boceto de cómo migramos alrededor del planeta. Y está basado en unos cuantos miles de personas que nos sirvieron de muestra, un puñado de poblaciones alrededor del mundo. Estudiamos unos cuantos marcadores genéticos, y hay muchos vacíos en este mapa. Apenas hemos conectado los puntos. Lo que necesitamos hacer es incrementar el tamaño de la muestra al menos en un orden de magnitud o más. Cientos de miles de muestras de ADN de personas de todo el mundo.

Y ese fue el origen del Proyecto Genográfico. El proyecto se lanzó en abril de 2005. Tiene tres componentes principales. Obviamente la ciencia es una parte importante. El estudio de campo que hemos hecho alrededor del mundo con personas autóctonas. Personas que han vivido en el mismo lugar por un largo período de tiempo. Mantienen una conexión con el lugar donde viven que gran parte del resto de nosotros hemos perdido. Si mis ancestros vienen de todo el Norte de Europa. Y yo vivo en la Costa Este de América del Norte cuando no estoy viajando. ¿De dónde soy autóctono? En realidad de ninguna parte. Mis genes están todos revueltos. Pero hay personas que mantienen ese enlace con sus ancestros que nos permite contextualizar los resultados de ADN.

Ese es el foco del estudio de campo, de los centros que hemos establecido alrededor del mundo. Diez de ellos, con los mejores genetistas de poblaciones. Pero además, queremos abrir este estudio a cualquier persona alrededor del mundo. ¿Con qué

frecuencia llegas a participar en un gran proyecto científico, como el proyecto Genoma Humano, o la misión Mars Rover?

En este caso, la realidad es que puedes hacerlo. Puedes ir a nuestro sitio web, [Nationalgeographic.com/genographic/lan/es](http://Nationalgeographic.com/genographic/lan/es), pedir un equipo y testear tu propio ADN. Y pueden enviar esos resultados a la base de datos, y contarnos un poco sobre tu pasado genealógico, teniendo los datos analizados como parte del esfuerzo científico.

Esta empresa es totalmente sin ánimo de lucro, así que el dinero que recaudamos, después de cubrir los costos de hacer las pruebas y los componentes del equipo, se reinvierte en el proyecto. La mayor parte va a algo que llamamos "Legacy Fund", el Fondo del Legado. Es una entidad caritativa, básicamente una entidad que subvenciona becas y que da dinero a los grupos indígenas de alrededor del mundo para proyectos educativos y culturales propuestos por ellos mismos. Ellos usan este fondo para hacer sus proyectos, y les mostraré un par de ejemplos.

¿Cómo nos está yendo en el proyecto? Hemos obtenido alrededor de 25.000 muestras recolectadas de gente autóctona de alrededor del mundo. Lo más sorprendente ha sido el interés por parte del público. 210.000 personas han comprado los equipos desde que lanzamos la web hace dos años, hemos recaudado 5 millones de dólares. La mayor parte del dinero, al menos la mitad, va al "Legacy Fund".

Hemos entregado las primeras becas de Legado, de unos 500.000 dólares. Proyectos alrededor del mundo: odocumentar poesía oral en Sierra Leona, preservar los patrones de tejido tradicional en Gaza, revitalizar el lenguaje en Tajikistán, etcétera. Así que el proyecto va muy, muy bien. Y les pido que visiten el sitio web y vean este espacio.

Muchas gracias.



# Spencer Wells construeix un arbre genealògic per a tota la humanitat

Spencer Wells:

*Jambo, bonjour, zdraveite, trayo...* Aquests són alguns dels idiomes en què he parlat una mica les darreres sis setmanes, ja que he estat a disset països. Crec que ja em trobo al final d'aquest recorregut esbojarrat que he estat fent per revisar diversos aspectes del meu projecte i del qual més endavant us parlaré una mica. He visitat alguns indrets bastant increïbles, llocs com Mongòlia, Cambodja, Nova Guinea, Sud-àfrica i Tanzània dues vegades, ja vaig ser aquí ara farà un mes. L'oportunitat de fer una gira al voltant del món com aquesta és del tot meravellosa per moltes raons. Veus coses increïbles i aconseguixes fer comparacions puntuals entre persones de tot el món. I el que realment t'emportes de tot això, el que a primera vista t'emportes de l'experiència, no és que tots siguem iguals, tot i que també els parlaré d'això, sinó com en som tots, de diferents. Hi ha tanta diversitat a tot el món! 6.000 llengües diferents parlades per 6.500 milions de persones, totes de diferents colors, formes i mides. En caminar pels carrers de qualsevol gran ciutat, quan viatges, et meravelles de la diversitat de l'espècie humana.

Com s'explica aquesta diversitat? Bé, d'això els parlaré avui, de com fem servir les eines de la genètica, en particular de la genètica de poblacions, per explicar-nos com es va generar aquesta diversitat i quant de temps va trigar. El problema de la diversitat humana, com en totes les grans preguntes científiques, com explicar un fet com aquest, es pot dividir en subpreguntes. I aquestes petites subpreguntes es poden resoldre.

La primera pregunta és sobre els orígens. Realment compartim tots un origen comú? I assumint que el tenim, que crec que és una suposició que tots els d'aquesta sala donem per bona, quan va passar això? Quan ens vam originar com a espècie? Quant de temps hem estat divergint els uns dels altres?.

I la segona pregunta hi està relacionada, però és lleugerament diferent. Si sorgim d'una font comú, com és que hem aconseguit ocupar tots els racons del planeta i generar tota aquesta diversitat en el procés? Les diferents maneres de viure, les diferents aparences, les diferents llengües a tot el món.

Bé, la pregunta dels orígens, com tantes altres preguntes en biologia, sembla que la va respondre Darwin fa més d'un segle. A *La descendència de l'home* va escriure: "A totes les grans regions del món, els mamífers vivents són parents propers de les espècies extingides a la mateixa regió. Per això és probable que Àfrica antigament fos habitada per simis extingits, que tenien un vincle molt proper amb el goril·la i el ximpanzé. I com que aquestes dues espècies són ara les espècies més properes a

l'home, en certa manera, és més probable que els nostres primers progenitors visquessin al continent africà que en cap altre lloc”.

Així que, ja hem acabat. Ens en podem anar cap a casa. S'ha acabat la pregunta de l'origen. Bé, no del tot perquè Darwin parlava sobre els nostres ancestres llunyans, els nostres ancestres comuns amb els simis. I és bastant clar que els simis es van originar al continent africà. Van aparèixer fa aproximadament 23 milions d'anys, d'acord amb els registres fòssils. Llavors, Àfrica estava desconnectada de les altres masses terrestres, pels capricis de les plaques tectòniques, surant prop de l'oceà Índic. Va ensopegar amb Euràsia fa uns setze milions d'anys i llavors vam tenir el primer èxode africà, que és com l'anomenem. Els simis que van migrar llavors van acabar al Sud-est Asiàtic i es van convertir en els gibons i els orangutans. I els que es van quedar a Àfrica van evolucionar en els goril·les, els ximpanzés i nosaltres. Així que sí, si estem parlant sobre el nostre avantpassat comú amb els simis, queda molt clar que vam començar aquí quan veiem els registres fòssils. Però, de fet, aquesta no és la pregunta que estic fent. Estic preguntant sobre els nostres ancestres humans, éssers que reconixeríem com a iguals si estiguessin asseguts en aquesta sala, que si ens miessin traient el cap per damunt de la nostra espatlla, no ens donarien cap ensurt.

I la nostra ascendència humana? Perquè, si retrocedim prou, compartim un ancestre comú amb totes les criatures vives de la Terra. L'ADN ens uneix a tots, així que, si anem prou enrere, més de mil milions d'anys, compartim un ancestre amb les barracudes, amb les bacteries i amb els fongs. No obstant això, l'interrogant és sobre l'ancestre humà. I això com ho estudiem? Bé, històricament s'ha estudiat fent servir la ciència de la paleoantropologia, excavant coses de terra i basant-nos principalment en la morfologia, la manera en què les coses van prenent la seva forma, sovint la forma del crani, dient: “Això s'assembla una mica més a nosaltres que allò, per tant, deu ser el meu ancestre. Jo en dec ser un descendent directe.”

Argumentaré que el camp de la paleoantropologia ens ofereix moltes possibilitats fascinants sobre els nostres orígens, però no ens dona les probabilitats que realment volem com a científics. Què vull dir amb això? Aquí en veuen un gran exemple. Aquestes són tres espècies extingides d'homínids, potencials ancestres humans. Tots van ser trobats a l'oest d'aquí, a la gorja d'Olduvai, per la família Leakey. I tots daten més o menys del mateix temps. D'esquerra a dreta tenim l'*Homo erectus*, l'*Homo habilis* i l'*Australopithecus*, ara anomenat *Paranthropus boisei*, l'australopitecí robust. Tres espècies extingides al mateix lloc i a la mateixa època. Això vol dir que no totes tres poden ser el meu ancestre directe. Amb quin d'aquests tres païos estic realment relacionat? Possiblement amb un ancestre millor, però no són les probabilitats el que estem buscant.

Un enfocament diferent ha estat mirar la morfologia humana fent servir les úniques dades que fins fa molt poc es tenien a l'abast, unavegada més principalment la forma del crani. La primera persona en fer-ho sistemàticament va ser Carl von Linné, un botànic suec que al segle XVIII va emprendre la tasca de categoritzar cada ésser

vivent del planeta– i tu et pensaves que la teva feina era complicada–. I ell va fer una molt bona feina, va categoritzar al voltant de 12.000 espècies al seu *Systema Naturae*. De fet, ell va encunyar el terme *Homo sapiens*, que significa “home savi” en llatí. Però quan va veure la diversitat humana que hi havia a tot el món va dir que semblava que veníem de diferents subespècies o subcategories. I va parlar d’africans, americans, asiàtics i europeus, i d’una categoria clarament racista ala qual va anomenar *monstrosus*, que incloïa bàsicament totes les persones que a ell no li agradaven, amb espècies imaginàries com els elfs.

És fàcil descartar això com a idees, potser benintencionades, però no exemptes d’ignorància, d’un científic del segle XVIII treballant a l’era predarwiniana. Tot i que si haguéssim pres de referència l’antropologia física recent de fa 20 o 30 anys, en molts casos hauríem arribat a la mateixa classificació de la humanitat. Les races humanes, d’acord amb els antropòlegs físics de fa 30 o 40 anys –Carlton Coon n’és el millor exemple–, han estat divergint les unes de les altres –això va ser en l’època postdarwiniana– durant més d’un milió d’anys des de l’època de l’*Homo erectus*, però basant-nos en quines dades? Ben poques. Ben poques. Morfologia i moltes suposicions.

Bé, del que els parlaré avui, el que ara els explicaré, és un nou enfocament d’aquest problema sense provar d’endevinar la nostra ascendència excavant restes de terra, possibles ancestres, i sense basar-me en la morfologia, perquè encara no la comprenem del tot. No sabem les causes genètiques subjacents d’aquesta variació morfològica.

«La pregunta sobre el nostre origen és una pregunta sobre la nostra genealogia»

El que hem de fer és canviar completament l’enfocament del problema. Perquè, en realitat, el que estem formulant és un problema genealògic. O una pregunta genealògica. El que intentem fer és construir un arbre genealògic per a totes les persones que avui són vives. I com qualsevol genealogista els diria... Tothom té a la família algun membre, o potser tu mateix has intentat construir un arbre familiar, determinar l’origen en el temps. Comences al present, amb les relacions de les quals n’estàs segur. Tu i els teus germans teniu pares en comú. Tu i els teus cosins compartiu avis comuns. Gradualment rastreges més i més en el passat, afegint les relacions més distants. Però, finalment, tant se val que siguis molt bo furgant als registres de l’església, arribes al que els genealogistes anomenen “una paret de maons”, un punt des del qual no pots saber res més dels teus ancestres, i entres en el fosc i misteriós terreny que anomenem història, on hem de seguir el nostre camí orientant-nos només a les palpentes.

Qui eren aquestes persones que van venir abans? No en tenim registres escrits. Bé, de fet, sí que els tenim. Està escrit al nostre ADN, al nostre codi genètic. Tenim un document històric que ens porta a través del temps fins als dies primerencs de la nostra espècie. I això és el que estudiem.

Ara farem una ràpida repassada de l'ADN. Em sembla que no tots entre el públic són genetistes. És una molècula lineal molt llarga, una versió codificada de com fer una còpia teva. És la còpia del plànol per fer-te. Està formada per quatre subunitats anomenades A, C, G i T. I és la seqüència d'aquestes subunitats el que defineix aquest plànol. Com n'és, de llarg? Bé, són milers de milions d'aquestes subunitats de longitud. Un genoma haploide. De fet, tenim dues còpies de tots els nostres cromosomes. Un genoma haploide té al voltant de 3.200 milions de nucleòtids de longitud. I tot això, si ho uneixes, són més de 6.000 milions de nucleòtids de longitud. Si agafes tot l'ADN d'una cèl·lula del teu cos i l'estires de punta a punta, fa gairebé dos metres. Si agafessis l'ADN de totes les cèl·lules del teu cos i l'estiressis de punta a punta, arribaria fins a la Lluna i tornaria fins aquí, milers de vegades. És molta informació.

Llavors, quan copies aquesta molècula d'ADN, transcriure-la és una feina bastant difícil. Imagina't el llibre més llarg que puguis pensar, *Guerra i pau*. Ara multiplica'l per 100 i imagina't que l'has de copiar a mà. I que ho fas fins ben tard a la matinada, i que vas amb molt de compte, i que vas prenent cafè i parant-hi molta atenció, però que, de tant en tant, mentre copies a mà, fas alguna petita errata, un canvi de lletra. Canvies una "I" per una "E", o una "C" per una "T". El mateix li passa al nostre ADN mentre es transmet a través de generacions. No passa gaire sovint, tenim un mecanisme de revisió de lectura incorporat, però quan hi ha canvis i es transmeten a les següents generacions, es converteixen en marcadors de descendència. Si comparteixes un marcador amb algú, vol dir que comparteixes un ancestre en algun punt del passat amb la persona que va tenir aquell canvi en l'ADN per primera vegada. I és observant el patró de variació genètica, el patró dels marcadors en les persones de tot el món, i avaluant l'edat relativa de quan es va produir a la història, que som capaços de construir un arbre genealògic per a tots els que avui som vius.

Aquestes són dues seqüències d'ADN que fem servir molt a la nostra feina. L'ADN Mitocondrial traça la nostra línia materna de descendència. Has obtingut l'ADNmt de la teva mare, i la teva mare, de la seva. I així fins a la primera dona. El cromosoma Y, el fragment d'ADN que fa que tots els homes siguem homes, traça una línia paterna de descendència. Tots en aquesta sala, tots al món pertanyem a un llinatge d'algun punt d'aquests arbres. Ara bé, tot i que aquestes són versions simplificades dels arbres reals, continuen sent complicats, així que simplifiquem-los. Els donarem la volta i els combinarem perquè semblin un arbre amb l'arrel a sota i amb les branques a dalt. Quin és el missatge que ens hem d'endur?

Bé, el primer que un nota és que els llinatges més profunds dels nostres arbres genealògics tenen les arrels a Àfrica, entre africans. Això vol dir que els africans han estat acumulant aquesta diversitat mutacional durant més temps. I el que això significa és que som originaris d'Àfrica. Ho tenim escrit a l'ADN. Cada fragment d'ADN que veiem té més diversitat dins d'Àfrica que fora d'Àfrica. I en algun punt del passat, un subgrup d'africans va abandonar el continent africà per anar a poblar la resta del món.

Quant de temps fa que compartim aquests ancestres? Fa milions d'anys, com ens podria semblar en observar aquesta increïble variació arreu del món? No, l'ADN ens explica una història ben clara. En els darrers 200.000 anys tots nosaltres compartim un ancestre, una única persona. L'Eva mitocondrial d'Àfrica, segurament n'han sentit a parlar, és una dona africana que va originar tota la diversitat mitocondrial que existeix al nostre món avui dia. Però el més sorprenent és que si observem el cromosoma Y, la cara masculina de la història, el cromosoma Y Adam va viure amb prou feines fa 60.000 anys. Això són només 2.000 generacions humanes. En el sentit evolutiu, això és un parpelleig. Això ens indica que llavors encara continuàvem vivint a Àfrica. Va ser un home africà qui va donar origen a tota la diversitat del cromosoma Y arreu del món. Ha estat durant els últims 60.000 anys que hem començat a generar aquesta increïble diversitat que veiem per tot el món. Una història increïble. Efectivament, tots som part d'una gran família africana.

Ens sembla que en fa molt poc, d'això. Per què no vam sorgir abans? Per què l'*Homo erectus* no va evolucionar en una espècie diferent o, més ben dit, en diferents subespècies, races humanes arreu del món? Per què fa tan poc que hem sortit d'Àfrica? Bé, aquesta és una gran pregunta. Aquests perquè, especialment en genètica i en l'estudi de la història en general, són sempre les grans preguntes. Les que són difícils de respondre.

I llavors, quan tota la resta falla, cal parlar del clima. Què passava amb el clima mundial fa 60.000 anys? Bé, estàvem passant per la pitjor part de l'última edat de gel. L'última edat de gel va començar ara fa 120.000 anys. Va tenir els seus alts i baixos, però es va començar a accelerar fa 70.000 anys. Hi ha molts indicis dels nuclis sedimentaris, dels tipus de pol·len, d'isòtops d'oxigen i més. Vam arribar a l'últim màxim glacial fa 16.000 anys, però bàsicament des de fa 70.000 anys en endavant, la situació s'anava tornant ben complicada, ben freda. L'hemisferi nord tenia enormes capes de gel creixent, les ciutats de Nova York, Chicago, Seattle, totes estaven cobertes per una capa de gel. La major part de Gran Bretanya, tot Escandinàvia, tot cobert per capes ben gruixudes de gel.

Àfrica és el continent més tropical del planeta. Un 85% del seu territori es troba entre els tròpics de Càncer i de Capricorn. I no hi ha gaires glaceres, llevat de les altes muntanyes d'aquí, de l'est d'Àfrica. Al contrari, llavors, Àfrica s'estava dessecant. Aquest és un mapa paleoclimàtic de com es veia Àfrica fa 60.000 i 70.000 anys reconstruït a partir de tots els fragments d'indicis que hem esmentat abans. La raó d'això és que el gel succiona la humitat de l'atmosfera. Si pensen en l'Antàrtida, és tècnicament un desert, té molt poca precipitació.

El món sencer s'estava dessecant. Els nivells del mar estaven baixant. I Àfrica s'estava convertint en un desert. El Sàhara era molt més gran del que és ara i l'hàbitat humà estava reduït només a unes petites regions si ho comparem amb el que tenim avui dia. Les dades genètiques demostren que la població humana en aquella època,

fa més o menys 70.000 anys, va arribar a menys de 2.000 individus. Gairebé ens extingim. Penjàvem d'un fil.

I llavors alguna cosa va passar. Això n'és un exemple molt gràfic. Mirin algunes eines de pedra. Les de l'esquerra són d'Àfrica, de fa aproximadament un milió d'anys. Les de la dreta les van fer els neandertals, els nostres cosins llunyans, no els nostres ancestres directes, que vivien a Europa. I daten de fa uns 50.000 o 60.000 anys. A risc d'ofendre algun paleoantropòleg o antropòleg físic del públic, bàsicament no hi ha gaires canvis entre aquests dos grups d'eines de pedra. Les de l'esquerra són bastant similars a les de la dreta. Estem en un període d'una llarga paràlisi cultural que va des de fa un milió d'anys fins fa uns 60.000 o 70.000 anys. Els estils de les eines no han canviat tant. És una prova que l'estil de vida dels humans no va canviar gaire durant aquell període.

Però després, fa 50, 60 o 70.000 anys, en algun lloc d'aquella regió hi va haver una gran convulsió. Va aparèixer l'art. Les eines de pedra es van començar a tallar amb més precisió. Hi ha evidències que els humans van començar a especialitzar-se en la caça de preses específiques en determinades èpoques de l'any. El volum de la població es va començar a expandir. Probablement, d'acord amb el que molts lingüistes creuen, al voltant d'aquesta època van aparèixer els llenguatges moderns complets, llenguatges sintètics amb subjecte, verb, objecte, que fem servir per expressar idees complexes, tal com jo ho faig ara. Ens vam tornar molt més socials. Les xarxes socials es van expandir.

Aquests canvis en el comportament ens van permetre sobreviure a aquelles difícils condicions a Àfrica i ens van permetre començar a expandir-nos arreu del món. Hem estat parlant en aquesta conferència sobre històries africanes d'èxit. Bé, volen la història africana d'èxit més important? Mirin-se al mirall. Són vostès. La raó per la qual estan vius avui dia és per aquells canvis en els nostres cervells que es van donar a Àfrica, probablement a la regió on ens trobem ara mateix, fa uns 60 o 70.000 anys, permetent-nos no tan sols sobreviure a Àfrica, sinó expandir-nos fora d'Àfrica. Una migració primerenca al llarg de la costa sud d'Àsia va sortir d'Àfrica fa 60.000 anys i va arribar a Austràlia ràpidament, fa 50.000 anys. Poc després, va haver-hi una migració cap a l'Orient Mitjà, que devien ser caçadors de la sabana. Així que, aquells de vostès que aniran a un dels recorreguts després de la conferència, podran veure com és una sabana de debò. I és bàsicament un proveïdor de carn. Aquella gent es devia haver especialitzat en matar animals, caçant-los en aquelles sabanes proveïdores de carn, seguint els prats cap a l'Orient Mitjà fa aproximadament 45.000 anys durant una de les escasses fases humides del Sàhara. Migraven cap a orient, seguint els prats, perquè és al que s'havien adaptat a viure.

I quan van arribar a Àsia Central, van arribar al que era una súper carretera en aquell període, una súper carretera de prats. Els prats, en aquella època, durant l'última edat de gel, s'estenien bàsicament des d'Alemanya fins a Corea i tenien tot el continent sencer a la seva disposició. Van entrar a Europa fa aproximadament 35.000 anys i,

finalment, un petit grup va migrar al nord a través del pitjor clima imaginable. A Sibèria, dins del casquet àrtic, on a la darrera edat del gel les temperatures eren de  $-56^{\circ}\text{C}$ ,  $-62^{\circ}\text{C}$  o fins i tot de  $-73^{\circ}\text{C}$ , i van migrar fins a Amèrica, fins arribar finalment a l'última frontera. Una història increïble que es va originar a Àfrica. Els canvis que ens van permetre l'evolució d'aquest cervell altament adaptable que tots portem amb nosaltres, que ens han permès crear cultures originals i que ens han permès desenvolupar la diversitat que veiem en un viatge al voltant del món com el que he estat fent.

La història que els acabo d'explicar és literalment el recorregut al voltant de tot el món de com vam poblar el planeta, la gran travessa paleolítica de la nostra espècie. I és la història que vaig relatar fa un parell d'anys en el meu llibre *El viaje del hombre* i en el documental que vam fer amb el mateix títol. Mentre acabàvem de fer el documental coproduït per National Geographic, vaig començar a parlar amb la gent de NG sobre aquest projecte. I els va entusiasmar d'allò més. Els va agradar el documental i van dir: "Saps que veiem això com si fos la propera tendència en l'estudi de l'origen humà, d'on venim tots? Fent servir les eines de l'ADN per cartografiar les migracions arreu del món. L'estudi dels orígens humans és al nostre ADN i el volem portar al següent nivell. Què vols fer després?". Que és la gran pregunta que National Geographic et pot fer. I els vaig dir que això només era un simple esbós de com migrem al voltant del planeta. I està basat en uns quants milers de persones que ens van servir de mostra, un grapat de poblacions al voltant del món. Vam estudiar uns quants marcadors genètics i aquest mapa està ple de buits, tot just hem connectat els punts. El que necessitem és incrementar l'espectre de la mostra almenys en una ordre de magnitud o més. Centenars de milers de mostres d'ADN de persones de tot el món.

I aquest va ser l'origen del Projecte Genogràfic. El projecte es va iniciar l'abril de 2005 i té tres components principals. Òbviament, la ciència n'és una part important. L'estudi de camp que hem fet per tot el món amb persones autòctones. Les persones que han viscut en el mateix lloc durant un llarg període de temps mantenen una connexió amb el lloc on viuen que gran part de la resta de nosaltres hem perdut. Si els meus ancestres venen de tot el nord d'Europa i jo visc a la Costa Est de Nord-amèrica quan no estic de viatge, d'on soc autòcton? En realitat, d'enlloc. Els meus gens estan tots barrejats, però hi ha persones que mantenen aquest vincle amb els seus ancestres que ens permeten contextualitzar els resultats d'ADN.

Aquest és el focus de l'estudi de camp, dels centres que hem establert per tot el món. Deu d'ells, amb els millors genetistes de poblacions. Però, a més, volem obrir l'estudi a totes les persones del món. Amb quina freqüència arribes a participar en un gran projecte científic com el projecte Genoma Humà o la missió Mars Rover?

En aquest cas, la realitat és que pots fer-ho. Vostè pot anar al nostre web [Nationalgeographic.com/genographic/lan/es](http://Nationalgeographic.com/genographic/lan/es), demanar un equip i testar el seu ADN. I poden enviar els resultats a la base de dades i explicar-nos una mica sobre el seu passat genealògic, tenint les dades analitzades com a part de l'esforç científic.

Aquesta empresa és totalment sense ànim de lucre, així que els diners que recollim després de cobrir els costos de fer les proves i dels components de l'equip es reinverteixen en el projecte. La major part va destinada al que anomenem *Legacy Fund*, el "Fons del Llegat", una entitat benèfica, bàsicament una entitat que subvenciona beques i que dona diners als grups indígenes de tot el món per a projectes educatius i culturals proposats per ells mateixos. Ells fan servir aquest fons per fer els seus projectes, i els en mostraré un parell d'exemples.

Com va el projecte? Hem recollit aproximadament 25.000 mostres de gent autòctona de tot el món. El més sorprenent ha estat l'interès per part del públic. 210.000 persones han comprat els equips des que vam crear el web fa dos anys i hem recaptat cinc milions de dòlars, dels quals la gran part, almenys la meitat, va al Fons del Llegat.

Hem lliurat les primeres beques del Llegat per valor de 500.000 dòlars. Projectes arreu del món: per documentar poesia oral a Sierra Leona, per preservar els patrons de teixit tradicional a Gaza, per la revitalització de la llengua al Tadjikistan, etcètera. Així que el projecte va molt i molt bé. I els demano que visitin el lloc web i que vegin aquest espai. Moltes gràcies.