

Jugando a ser dios en Galápagos

J. Craig Venter, señor de la genómica se lanza a una expedición global para recolectar diversidad microbiana y construir nuevas formas de vida

J. Craig Venter, el magnate de la genómica y brujo científico que recientemente creó un organismo vivo único, a partir de cero, en pocos días; está buscando ganancias fáciles en los ecosistemas marinos ricos en biodiversidad de las Islas Galápagos. Desde su yate de 95 pies, “The Sorcerer II” (El Hechicero II), Venter navega alrededor del globo recolectando diversidad microbiana cada 200 millas, de los mares y costas ricos en genes.¹ El barco de Venter ya tomó muestras del Mar de los Sargazos (en el Atlántico Norte), en México, Costa Rica, Panamá, Ecuador (Galápagos), Chile y va en camino a la Polinesia Francesa (Tahití, Bora Bora, etc.). Al paso del Sorcerer, a los gobiernos les queda el tema del dominio público de la biodiversidad y su potencial patentamiento y privatización, así como qué hacer frente a la creación artificial de nuevas formas de vida, que muestran enormes huecos en la capacidad de la comunidad global para evaluar las nuevas tecnologías.



*J. Craig Venter —el aprendiz de brujo— en busca de otro origen
de las especies en Galápagos*

Asunto: Una expedición marítima para la caza de microbios, encabezada por J. Craig Venter (famoso por mapear el genoma humano) amenaza con privatizar y convertir en mercancías los biomateriales de las naciones. Aunque el Instituto para las Alternativas en Energía Biológica (IBEA, por sus siglas en inglés) —uno de los tres institutos de investigación de Venter, que encabeza esta iniciativa— prometió no patentar los microbios que recolecte y secuencie, se podrían solicitar patentes por los microbios modificados o por nuevas formas de vida diseñadas a partir de los organismos recolectados. El yate de Venter, el Sorcerer II, navega ahora hacia el Pacífico Sur después de recoger microbios marinos de Maine a México, Panamá, Chile y —más recientemente— en las famosas Islas Galápagos de Ecuador. La odisea marina de Venter pone sobre el tapete cuestiones éticas y ambientales sobre nuevas tecnologías que pueden servir para crear especies artificiales.

Implicaciones: La inusual expedición ya descubrió más genes de los que los científicos creían que existían, incluyendo casi 800 genes fotorreceptores que convierten la luz del sol en energía. El equipo de Venter (biólogos de Estados Unidos) también está colectando microbios que sobreviven en ambientes extremos (extremófilos), por ejemplo en volcanes o fosas sulfurosas del suelo marino. Los extremófilos se han convertido en un botín muy preciado para la investigación farmacéutica, agrícola y química. Pero, más importante, el viaje del Sorcerer simboliza la convergencia de dos de las mayores tendencias tecnológicas: Venter demostró que es posible mapear un microbio y utilizarlo como plantilla para construir una nueva forma de vida. Mientras Venter y los biotecnólogos construyen nuevas formas de vida a partir de pedazos de microbios, los nanotecnólogos están construyendo máquinas biológicas —o máquinas híbridas empleando materia tanto orgánica como inorgánica— de abajo hacia arriba (construyéndolas molécula a molécula). Las dos tendencias convergen en las cambiantes orillas de la nanobiotecnología —la inversión favorita de los capitales de riesgo actualmente en Estados Unidos. Las implicaciones son para quitar el aliento: no se trata sólo de nuevas especies y nueva biodiversidad —sino de formas de vida que son dirigidas por humanos y son auto reproducibles. La nano biotecnología está trasladando a la ciencia desde los organismos genéticamente modificados a los organismos *atómicamente* modificados.

Políticas: Si bien la iniciativa de IBEA es fascinante, amenaza a la soberanía nacional y levanta más dudas acerca del ya deficiente trabajo del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) en torno a acceso y reparto de beneficios.² Pero además, el trabajo de Venter plantea consideraciones éticas y ambientales acerca del uso de la biodiversidad para construir nuevas formas de vida desde cero. Los reclamos de propiedad intelectual sobre vida artificial también implican preocupaciones de orden público.

Foros: La situación inmediata que enfrenta el gobierno de Ecuador podría ser ventilada mediante debates públicos y haciendo un esfuerzo por retener la soberanía sobre las muestras que ya se enviaron a Estados Unidos, al amparo de un permiso de exportación que le dio a Venter el Parque Nacional de Galápagos. Las Naciones Unidas deben crear un nuevo mecanismo que haga posible que la comunidad internacional monitoree el desarrollo de nuevas tecnologías cuya introducción podría tener efectos sobre la salud humana, el ambiente y el bienestar de la sociedad. El Grupo ETC piensa que esto podría lograrse mejor con la creación de una Convención Internacional para la Evaluación de Nuevas Tecnologías (ICENT) en las Naciones Unidas. Hasta ahora, no existe un organismo intergubernamental que tenga la capacidad de monitorear y evaluar las tendencias en la ciencia y la tecnología y sus impactos de largo alcance en la sociedad. Las agendas de la sociedad civil deben incorporar urgentemente el debate y la acción sobre la orientación de la ciencia y el impacto de nuevas tecnologías.

Organizaciones sociales de Ecuador quedaron estupefactas cuando supieron que el equipo de investigadores de Venter, financiado por el gobierno de Estados Unidos, había ya completado un “muestreo extensivo” en las Galápagos, según lo informó Venter en la conferencia de prensa del 4 de marzo en Washington DC³. Las muestras de biodiversidad colectadas por Venter ya fueron enviadas a Estados Unidos para su secuenciamiento⁴, lo cual las organizaciones ecuatorianas consideran un violación a las leyes nacionales y un ataque a la soberanía de ese país.

El Instituto (IBEA) de Venter (no lucrativo, con sede en Estados Unidos) había estado negociando un Memorándum de Entendimiento con el gobierno de Ecuador para establecer los términos de acceso a las Islas Galápagos, pero tal memorándum no se firmó antes de recoger las muestras. (Venter asegura que tiene memorándums firmados con los gobiernos de México y Chile para recolectar muestras en sus territorios). Se le otorgó al IBEA una “licencia de exportación” firmada por el director del Parque Nacional de Galápagos y por un empleado del Servicio Ecuatoriano para la Salud de Animales y Plantas (SESA), que permite el transporte de las muestras a la sede del IBEA en Rockville, Maryland (Estados Unidos) donde el secuenciamiento genético tendrá lugar. El permiso estipula que las muestras permanezcan como propiedad del Parque Nacional de Galápagos al tiempo que están en la custodia de Venter. Las organizaciones de la sociedad civil en Ecuador argumentan que la expedición de Venter es biopiratería porque el permiso no fue autorizado por la autoridad apropiada, porque no hubo consulta pública y porque nada evita que los recursos del Ecuador sean privatizados mediante patentes monopólicas tiempo después. También consideran que la

investigación de Venter tiene profundas implicaciones sociales y éticas.

¿Los microbios colectados en Galápagos servirán para formar la plantilla de Venter para crear nuevas formas de vida artificial? ¿Quién poseerá y controlará los productos diseñados por Venter con la diversidad microbiana? En años recientes los campos de la biotecnología y la nanotecnología se han fusionado para formar una nueva disciplina, la *nano biotecnología*. Desde 1999, los se han invertido más de USD \$450 millones de capital de riesgo en nano biotecnología. Combinados con los recursos del gobierno de Estados Unidos, que el año pasado sumaron aproximadamente USD \$ 800 millones destinados a la nanotecnología, los investigadores tienen un potencial sin precedentes para fusionar los reinos de lo vivo y lo no vivo. Las formas funcionales de vida de Venter, podrían jugar un papel prominente en la creación de nano productos y nano procesos.

J. Craig Venter —El aprendiz de brujo:

La controversia no es algo nuevo para el Dr. Venter.

El conocido científico encendió la protesta mundial en 1991 cuando presentó solicitudes de patentes sobre miles de genes del cerebro humano, cuando trabajaba en los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos. Como anterior líder de Celera Genomics, la compañía que fundó en 1998, Venter ganó notoriedad por secuenciar el genoma humano en sólo tres años (usando su propio ADN), desafiando abiertamente al proyecto público Genoma Humano.

Grupos ecuatorianos denuncian la biopiratería marina:

“El instituto de Venter ha violado flagrantemente nuestra constitución y varias leyes nacionales, incluyendo la Decisión 391 del Pacto Andino sobre el acceso a recursos

genéticos” dijo Elizabeth Bravo de Acción Ecológica, una organización de defensa ambiental con sede en Quito.

“Cuando las negociaciones sobre el acceso a los recursos genéticos se dan a puerta cerrada, ante la ausencia de debate público y la falta de información, y en un contexto que abre las puertas a las patentes monopólicas, no tiene otro nombre que biopiratería. No se trata sólo de que el IBEA no haya negociado el acceso legal, estamos además profundamente preocupados por el potencial que tiene el instituto de Venter para permitir la privatización de los organismos microbianos que se encuentran en uno de los ecosistemas más únicos y ricos del planeta, si se les encuentra aplicación comercial.” Aunque Venter promete que no buscará la propiedad intelectual sobre los microbios recolectados o sus secuencias genéticas, no hay nada que prevenga los reclamos de patentes monopólicas sobre los resultados que tengan usos comerciales derivados de la diversidad recolectada.

“La investigación del instituto está financiada por el gobierno de Estados Unidos, de modo que claramente surge la cuestión de la soberanía nacional sobre la biodiversidad —un principio fundamental del Convenio de Diversidad Biológica de Naciones Unidas, que el gobierno de Estados Unidos no ha firmado. Finalmente, estamos profundamente preocupados por las graves cuestiones éticas que presenta la investigación de Venter relacionadas con la creación de nuevas formas de vida en laboratorio”, dijo Bravo.

Organizaciones de la sociedad civil en Ecuador, incluyendo Acción Ecológica, están demandando que las muestras recolectadas por el instituto de Venter sean repatriadas a Ecuador. También demandan que el gobierno de Ecuador haga públicos

todos los documentos antes de firmar cualquier acuerdo sobre biodiversidad relacionado con Galápagos u otro territorio ecuatoriano.

¿Genomas para la vida?

Literalmente siguiendo los pasos de las famosas expediciones de Carlos Darwin en el siglo XIX, Venter busca revolucionar la biología evolutiva del siglo XXI, ahora con el concepto de la “genómica ambiental.” Desde el 2002, el IBEA de Venter ha conseguido USD \$12 millones para el programa “Genomes to Life” (genomas para la vida) del Departamento de Energía de Estados Unidos para crear nuevas formas de vida en el laboratorio, que pudieran ser diseñadas para producir energía o limpiar los gases del efecto invernadero. Los microbios exóticos —como los que se encuentran en Galápagos— son la materia prima para la creación de nuevas fuentes de energía y nuevas formas de vida. Debido a su biodiversidad endémica extraordinariamente rica, —diversidad que no se encuentra en ningún otro rincón del planeta— Galápagos es un lugar que no puede dejar de tenerse en cuenta.

Un artículo reciente en *The Scientist* enfatiza que, además de la muy plausible meta de buscar energía limpia, esos son microbios altamente lucrativos que podrían conllevar enormes recompensas financieras:

“Unas pocas docenas de científicos están en la carrera para sintonizar esos microbios fisiológica, química y genéticamente, para producir hidrógeno de manera económica con prácticamente cero contaminantes. Las ganancias serían enormes. No solo podría prevenir el calentamiento global futuro, disminuir dramáticamente la contaminación ambiental y fortalecer la economía, sino que el ganador de esta carrera poseería los derechos de propiedad intelectual de la

tecnología que podría ser la base de una industria multimillonaria en dólares. En otras palabras, la fiebre del oro está desatada.”⁵

Según Venter, incluso en las aguas pobres en nutrientes en el Atlántico Norte se han encontrado niveles muy altos de diversidad genética. Durante la conferencia de prensa del 4 de marzo Venter anunció que su expedición de recolección en el Mar de los Sargazos en 2003 encontró una megadiversidad nunca registrada.⁶ El agua de mar recolectada en Sargazos contenía un mínimo de 1,800 especies antes desconocidas. El instituto de Venter también identificó 1, 214,207 genes (porciones de ADN) que desempeñan funciones específicas —unas diez veces el número total de los genes descubiertos a la fecha de todas las otras fuentes. (Venter estima que existen de 10 a 20 mil millones de genes en la Tierra). El equipo también encontró casi 800 nuevos genes fotorreceptores, que permiten a los organismos obtener energía a partir de la luz del sol.

Venter... ¿inventor audaz?

En noviembre del 2003 el Secretario de Energía del gobierno de Estados Unidos, Spencer Abraham anunció que los científicos del IBEA ya habían ensamblado más de 5 mil bloques de ADN para crear un diminuto virus artificial, que infecta a las bacterias. “Este avance nos acerca a nuestra meta de crear microbios enteros que sean de cien a mil veces más grandes que el virus artificial que inventamos ahora”, dijo el secretario Abraham.⁷

In vivo, in vitro, in Venter?

De la supervivencia del más apto a la supervivencia del más ambicioso-

Mientras el Sorcerer II empacaba microbios de las Islas Galápagos, la prensa británica reportó el descubrimiento del HMS Beagle, el velero hundido y extraviado por mucho tiempo que perteneció a Carlos Darwin, que lo llevó alrededor del mundo y a las Galápagos en 1835. Fue este periplo a las islas remotas lo que inspiró su revolucionario trabajo, *El origen de las especies*, publicado por primera vez en 1859. Su teoría de la evolución, algunas veces sintetizada como “la supervivencia de los más aptos” ha dominado la genética y la biología desde entonces. Se calcula que las Islas Galápagos, debido a lo remoto que se encuentran, mantienen el 96% de la diversidad original de sus especies. Se considera que las 127 islas que forman el archipiélago tienen un rango increíble de plantas, vertebrados e invertebrados que se cuentan por millares. Durante su conferencia de prensa del 4 de marzo, J. Craig Venter sugirió los paralelismos entre el trabajo del HMS Beagle y el Sorcerer II, enfatizando que Darwin aprendió mediante la observación, mientras él trabaja con el secuenciamiento (¿de la supervivencia del más apto a la supervivencia del más ambicioso?) Sin embargo, el equipo de Venter realmente está rompiendo paradigmas. Hasta hace tres décadas, la vida se podía hacer *in vivo*, luego fue posible fertilizar un óvulo *in vitro* (un tubo de ensayo). ¿Llegará el momento en que la construcción de nuevas formas de vida desde cero se conozca como *in Venter*?

¿Otro origen de las especies?

Lo que Venter ha hecho con los fondos del Departamento de Energía es bastante revolucionario. En vez de incorporar un gen específico de interés en un organismo vivo —lo que los ingenieros genéticos han hecho por tres décadas— Venter ha creado un organismo a la orden partiendo de cero. ¿Cuáles son las implicaciones?

¿Cómo se capturan, preservan y exportan los microbios desde el Sorcerer II a Estados Unidos?

Filtros: En el yate, las muestras son bombeadas mediante una serie de filtros que progresivamente se vuelven más finos (de 3 micrones, .8 micrones y .1 micrón). Los filtros atrapan organismos de varios tamaños, así que los mismos filtros funcionan como “contenedores” de los microbios.

Congeladores: Los filtros que contienen las muestras se ponen en una bolsa etiquetada y se congelan a cero grados centígrados en un congelador a bordo del barco. Al proseguir el viaje esas bolsas de microbios de colocan en hielo seco y se embarcan hacia los laboratorios en Estados Unidos.

Microscopio: Un microscopio Nikon proyecta en una pantalla plana de 42 pulgadas, empotrada en la pared de la cabina del barco. Los investigadores escudriñan los organismos en transparencias para hacer un primer conteo.

“Los microbios son un suerte de maestros químicos de nuestro planeta”—Dr. Edward DeLong, científico señor del Monterrey Bay Aquarium Research Institute en California.⁸

El primer y más grande impacto de las formas de vida hechas a medida por Venter será en nano biotecnología. Aunque la teoría de la “Plaga gris” (robots de nano escala que se salen de control hasta que desestabilizan por completo el ecosistema global) ha atraído mucho la atención de la prensa especializada, el escenario futuro más posible es el de la fusión entre la materia viva y la no viva, resultando en organismos híbridos y productos que podrían comportarse de maneras imprevistas e incontrolables. En un escenario de esta “Plaga verde”, un microbio diseñado puede terminar en diseños de su propia voluntad. La industria no ha sido capaz de controlar a los organismos genéticamente modificados. ¿Qué pasaría cuando un organismo completamente nuevo —producto de la nano biotecnología— ande suelto por el mundo?

También existe la preocupación por la posibilidad de que un organismo artificial se convierta en plataforma de una nueva generación de armas biológicas.

Irónicamente, en 1999 Venter abandonó un emprendimiento anterior de construir la primera forma de vida artificial, porque pensó que el riesgo de crear una plantilla para nuevas armas biológicas era muy alto.⁹ Ahora, Venter tiene un plan para minimizar los riesgos: “podemos no revelar todos los detalles que enseñarían a otras personas cómo hacer este organismo...”¹⁰

Algunos científicos, incluyendo a Venter mismo, ven su trabajo como genómica avanzada e ingeniería genética, y lo separan del campo de la nano biotecnología. Carlos Montemagno, codirector del Institute for Cell Mimetic Space Exploration y Jefe del Departamento de Bioingeniería en la UCLA, ya creó exitosamente complejas nano máquinas con motores biológicos. El no considera que la creación reciente de Venter sea todavía genuina nano biotecnología. Lo que convertiría el proyecto de Venter en algo nanobiológico, según Montemagno, es la presencia de un componente no biológico para el “ensamblaje preciso de la materia”.¹¹ Michael Heller, profesor de bioingeniería e ingeniería eléctrica y cibernética, está de acuerdo.¹² Aunque reconoce que toda la biología opera en la nano escala, considera que la nano biotecnología es la combinación de artefactos científicos con la biología, tal como la inserción de un sensor dentro de una célula.

Al final, no importa qué tan noble sea el objetivo o como se llame, la creación de máquinas hechas por humanos —biológicas, nanológicas o combinadas— tendrá implicaciones profundas para el ambiente y para nuestra definición de la vida misma.

Conclusión: La controversia lo persigue.

En relación a las nuevas formas de vida:

La investigación de Venter sobre la creación de nuevas formas de vida nos lleva a lugares desconocidos. Si bien el IBEA insiste en hacer una diferencia entre la expedición de recolección de microbios de Venter y el contrato para construir nuevas formas de vida para el Departamento de Energía de Estados Unidos, es un desafío a la razón sugerir que los microbios y genes únicos recogidos por el Sorcerer II no serán de interés para el proyecto del Departamento de Energía, especialmente cuando la expedición está descubriendo tantos nuevos genes fotosensitivos relevantes para nuevas fuentes de energía. El extraordinario atractivo que tiene la idea de resolver los problemas de energía del mundo mediante nuevas formas de vida hechas a medida, tiende a eclipsar las muy reales preocupaciones acerca de las potenciales consecuencias negativas, como la Plaga Verde o lo que Martín Rees, del *Astronomer Royal* del Reino Unido, llama el riesgo del “bioerror o bioterror”.¹³ La sociedad no está nada preparada para evaluar esos temas. Las Naciones Unidas —mediante la creación de una Convención Internacional para la Evaluación de Nuevas Tecnologías (ICENT)— debe construir la capacidad para examinar los impactos sociales, económicos y éticos de las nuevas tecnologías. Hasta ahora, no hay un organismo intergubernamental que tenga la capacidad de monitorear y evaluar las tendencias en la ciencia y la tecnología y sus impactos sociales de largo alcance. Pero también a la luz del fracaso de las Naciones Unidas para prevenir y proteger a los pueblos contra la privatización de recursos y conocimientos colectivos, las sociedades necesitan comprometerse urgentemente en debates acerca de la orientación e implicaciones de las nuevas tecnologías, y las estrategias para recuperar el control social de la ciencia para

el bien común, así como estrategias para prevenir la privatización de los recursos.

En relación a los recursos biológicos del Ecuador:

¿Quién controlará (y se beneficiará) en última instancia de las colecciones de diversidad microbiana que están siendo transportadas desde la expedición oceánica de Venter hacia su laboratorio de secuenciación en Rockville, Maryland (Estados Unidos)? Contrario a las afirmaciones hechas por Venter y su instituto, el tema de la propiedad intelectual no está resuelto. En una carta al Grupo ETC, el abogado del IBEA, Reid Adler, escribe: “El IBEA no solicitará patentes ni derechos de propiedad intelectual sobre la información del secuenciamiento de ADN de esos genes.”¹⁴ Pero también aclara: “Después de que esa información sea publicada, los investigadores en un país dado tal vez quieran estudiar microbios que tengan un interés científico particular o tengan potencial valor comercial.” En otras palabras —y se trata de un diferencia crucial— no hay nada que evite que Venter o cualquier otro investigador saquen patentes monopólicas sobre los resultados comercialmente útiles derivados de los microbios o del secuenciamiento de sus genes. Adler también escribe que toda la información colectada estará en el dominio público para que cualquiera la use. Sin embargo, la licencia de exportación otorgada a Venter deja en claro que las muestras permanecen como propiedad de Ecuador, pero no menciona nada acerca de los datos de secuenciamiento que se coloquen en internet. De modo que el instituto de Venter no tiene autorización legal para tomar decisiones sobre lo que se define como propiedad del Ecuador, y menos aún bajo qué condiciones se disponibiliza su biodiversidad al público.

Ciencia extrema: el estudio de la vida extremófila

Los *extremófilos* —literalmente, amantes de los límites extremos— pertenecen a una clase especial de microorganismos que sobreviven en condiciones tan difíciles que la vida como la conocemos no podría progresar. Calor extremo, frío extremo, la ausencia de oxígeno y luz del sol, la presencia de metales tóxicos como arsénico y zinc —resulta que ninguna de esas condiciones ambientales propicia la vida. Investigadores aventureros, amantes de lo extremo por derecho propio, han comenzado a tomar en cuenta a estos organismos ultra rudos para encontrar respuestas a algunas de las preguntas científicas más difíciles, tal como la producción de energía limpia y la descontaminación de los desechos tóxicos.

—*Deinococcus radiodurans*, descubierto en el desierto de Atacama en Chile, se piensa que es el microbio más fuerte en la tierra por su capacidad para vivir donde existe muy poca agua y nutrientes y debido a su capacidad para reparar su propio ADN después de ser expuesto a sequías y altas dosis de radiación.¹⁵

—Cinco organismos antes desconocidos se encontraron en la mina Montaña de Hierro de Maine en el norte de California, cientos de pies bajo tierra, a 50 grados centígrados en agua envenenada con arsénico. El estudio de esos organismos podría ayudar a encontrar formas para limpiar lugares con desechos tóxicos.¹⁶

—*Methanogenium frigidum*, encontrado en el Ace Lake en la Antártica sobrevive en aguas increíblemente frías sin oxígeno ni luz del sol y produce gas metano, una fuente potencial de energía alternativa.

—Hay otros microbios de enorme interés para las estrategias de descontaminación, que habitan en el tracto intestinal de los humanos.

Los investigadores no están estudiando a los extremófilos solo por interés académico, o para hacer una versión microscópica del reality show “Sobrevientes”. Están buscando productos y procesos potenciales para los que aún falta mucho para que puedan ser producidos por medios convencionales. El Secretario de Energía de Estados Unidos, Spencer Abraham, mientras anunciaba la creación exitosa de un virus artificial por parte de uno de sus financiados (el IBEA, de Venter), sugirió que “es fácil imaginar, en un futuro no muy distante, una colonia de microbios especialmente diseñados que vivan dentro del sistema de control de emisiones de una planta de carbón, consumiendo su contaminación y su dióxido de carbono.”¹⁷ Abraham agregó: “podríamos fabricar bichos microscópicos que coman dióxido de carbono, otros que ayuden a que crezcan árboles en tierras erosionadas y climas hostiles, y crear hidrógeno para los vehículos que mañana se moverán con combustible celular.”¹⁸

Dr. J. Craig Venter **Los pasos de Venter**

1991 — El investigador de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, Dr. J. Craig Venter incendia la protesta mundial cuando su laboratorio de investigación, parte del Proyecto Genoma Humano, solicita patentes sobre miles de secuencias genéticas del cerebro humano.

Julio 1992 — Con un respaldo de USD \$70 millones en capital de riesgo, Venter deja los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos para convertirse en presidente y director ejecutivo del Institute for Genomic

Research, un centro de investigación sin fines de lucro. El instituto cederá todos los derechos de cualquier producto que desarrolle a una nueva compañía, Human Genome Sciences Inc., de la cual Venter es co-propietario.

1995 — el instituto mencionado decodifica el primer material genético completo de un organismo vivo (*haemophilus influenzae*).

Mayo 1998 — Venter anuncia que está formando una compañía privada, Celera Genomics, que dentro de tres años podría secuenciar el código genético completo del ser humano —siete años antes que el término

programado para la misma tarea por el Proyecto Genoma Humano (público).

Enero 1999 —Venter anuncia que Celera Genomics se encuentra en la pista para construir la primera forma de vida simple artificial, con base en más de 300 genes extraídos de un solo microbio. Pero Venter afirma que Celera detendrá posteriores investigaciones porque los organismos artificiales podrían ser utilizados maliciosamente y convertirse en armas biológicas.

Octubre 1999 —Celera Corporation hace solicitudes preliminares de patentes sobre secuencias de ADN humano por un total de unos 6,500 genes completos o parciales.

Junio 2000 — Celera y el proyecto de fondos públicos, Proyecto Genoma Humano, publican en conjunto sus primeros borradores del genoma humano.

Enero 2002 — Venter es forzado a renunciar de Celera Genomics, la compañía que fundó.

Abril 2002 — Venter anuncia que el ADN usado por su anterior compañía, Celera Genomics, para decodificar el genoma humano, era casi todo de su propia persona.

Agosto 2002 — Venter anuncia sus planes para construir el centro de secuenciación genético más grande del mundo, para reducir al

máximo el tiempo y costo necesarios para determinar el código del ADN humano, de animales y microbios. “Nuestra meta es llegar hasta donde podamos hacer un análisis completo del genoma en minutos u horas, y no meses o años.” Venter se convierte en presidente de tres organizaciones sin fines de lucro, el Center for the Advancement of Genomics, el Institute for Biological Energy Alternatives, y el J. Craig Venter Science Foundation. Según Venter, estas organizaciones están dedicadas a explorar asuntos sociales y éticos en el campo de la genómica, así como a buscar soluciones alternativas al problema de la energía mediante fuentes microbianas.

Noviembre 2002 — Craig Venter y el premio Nobel Hamilton Smith anuncian que recibirán un fondo de USD \$ 3 millones del Departamento de Energía de Estados Unidos para crear una forma de vida nueva “minimalista” en el laboratorio, de una sola célula, parcialmente creada artificialmente.

Abril 2003 — El Departamento de Energía de EEUU otorga USD \$9 millones más por tres años, para el Institute for Biological Energy Alternatives (IBEA), para investigación relacionada con el trabajo en genómica.

Septiembre 2002 — Se decodifica el genoma del perro, el poodle cuyo genoma fue secuenciado es la mascota de Venter.

NOTAS:

¹ Información detallada acerca de la expedición y un mapa de la ruta del Sorcerer II se encuentra en el sitio web: www.sorcerer2expedition.org

² Ver ETC Group: “Del confinamiento global al autoconfinamiento. Diez años después: una crítica al CBD y las directrices de Bonn”, ETC Communiqué no. 83, enero/febrero del 2004, disponible en www.etcgroup.org

³ El 4 de marzo, el IBEA de Venter anunció los resultados de la expedición para coleccionar diversidad microbiana en el Mar Sargaso y también describió su muestreo en México, Costa Rica, Panamá, y las Galápagos, entre otros lugares. Ver: www.sorcerer2expedition.org

⁴ Ver Acción Ecológica, Boletín de Prensa, “Mientras unos juegan a crear vida, en Galápagos se la roban,” Quito, 9 de marzo del 2004. www.accioneologica.org

⁵ Sam Jaffe, “Biologically Derived Hydrogen —Future Fuel? En *The Scientist*, vol. 17, número 8- 28; 21 de abril de 2003.

⁶ Los detalles se describen en un artículo que aparece en *Science Online*, “Environmental Genome Shotgun Sequencing of the Sargasso Sea” ; J. Craig Venter et al., 4 de marzo de 2004. disponible en internet: www.sciencemag.org

⁷ Anónimo, Boletín de Prensa del Departamento de Energía: “Researchers funded by the DOE ‘Genomes to Life’ Program Achieve Important Advance in Developing Biological Strategies to produce Hydrogen, Sequester Carbon Dioxide and Clean up the Environment”, 13 de noviembre de 2003. En internet: <http://www.doegenomestolife.org/news111303oress.shtml>

⁸ Andrew Pollack, “A New Kind of Genomics with an Eye on Ecosystems”, en *New York Times*, 21 de octubre de 2003.

⁹ P. Cohen “A terrifying power,” en *New Scientist*, 30 de enero de 1999, p. 10

¹⁰ Justin Gillis, “Scientists Planning to Make New Form of Life”, en *The Washington Post*, 21 de noviembre de 2002, p. A1

¹¹ Comunicación personal con Carlo Montemagno, Nueva York, viernes 27 de febrero de 2004.

¹² Comunicación personal con Michael Heller, Nueva York, viernes 27 de febrero de 2004.

¹³ Martín Rees, *Our Final Hour* New York, Basic Books, 2003, p. 41. Rees es profesor en la Universidad de Cambridge y en Astronomer Royal del Reino Unido.

¹⁴ Carta de Reid Adler, del Consejo General del IBEA, a Pat Mooney, Director Ejecutivo del Grupo ETC, 3 de marzo de 2004.

¹⁵ Kate Ruder, “Radiation Resistant Microbe Found in Chilean Desert”, 14 de noviembre de 2003. En internet: http://www.genomenewsnetwork.org/articles11_03/desert.shtml

¹⁶ Kate Rudder, “Iron Mountain’s Champion Extremophiles”, en *Genome News Network*, 6 de febrero de 2004. En internet: http://www.genomenewsnetwork.org/articles/2004/02/iron_mtn.php?print=1

¹⁷ Anónimo, Boletín de Prensa del Departamento de Energía, “Researches funded by the DOE ‘Genomes to Life’ Program Achieve Important Advance in Developing Biological Strategies to produce Hydrogen, Sequester Carbon Dioxide and Clean up the Environment”, 13 de noviembre de 2003. En internet: <http://www.doegenomestolife.org/news111303oress.shtml>

¹⁸ Afirmaciones del Secretario de Energía Spencer Abraham, Forestal Auditorium, 13 de noviembre de 2003. en internet: <http://www.doegenomestolife.org/news111303oress.shtml>

El Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración, Grupo ETC antes RAFI, es una organización internacional de la sociedad civil, cuya secretaría internacional está en Canadá. El Grupo ETC se dedica a la promoción de la diversidad cultural y ecológica y de los derechos humanos. El Grupo ETC es miembro del proyecto CBDC (Conservación y desarrollo de la biodiversidad con comunidades de pequeños agricultores), una iniciativa experimental de colaboración entre 14 organizaciones de la sociedad civil e instituciones públicas de investigación. El proyecto CBDC tiene como objetivo la exploración de programas dirigidos por las comunidades en la conservación y promoción de la diversidad agrícola. Más información en www.cbdcprogram.org