

LOS MECANISMOS DE DISPERSIÓN DE LOS ORGANISMOS VIVOS COMO UNA EXPLICACIÓN A SU ACTUAL DISTRIBUCIÓN EN NUESTRO PLANETA

EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE Y
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Excmo. Sr. Director de la Real Academia de Córdoba,
Excmos. e Ilmos. Sres. Académicos,
Ilmo. Sr. Presidente de la Academia de Ciencias Sociales y del
Medio Ambiente de Andalucía
Excmas. e Ilustrísima Autoridades
Amigas y amigos

PREÁMBULO

Una de las múltiples posibilidades de juego de palabras que nos permite nuestro idioma español, es el uso de los verbos ser y estar.

Ya hace unos años en el discurso de inauguración de curso me permití unos símiles en relación a este hecho que hoy de nuevo voy a repetir aquí en relación a los miembros de esta Academia, donde estoy absolutamente convencido que son todos los que son y están todos los que están, por eso me siento enormemente orgulloso de haber sido considerado por ustedes por lo que soy para permitirme hoy estar donde estoy.

Tengo que indicarles que desde que llegué a Córdoba hace ya más de 25 años, siempre sentí una especial atracción por esta Academia y miraba con admiración y un cierto toque de envidia a aquellos que iban siendo nombrados miembros de ella. Por eso cuando el Dr. Criado me dio la noticia sentí que otro más de los objetivos que me propuse cuando llegué a esta tierra se había cumplido, por eso, gracias Director-Presidente, gracias Académicos por considerar lo que soy para poder estar hoy dando este pequeño discurso de presentación.

Justo el día en que el Director de la Academia me comunicó la noticia de la admisión en esta digna institución, leía en la prensa que unos científicos españoles por primera vez en la historia habían sido portada en la revista *Science* con la publicación de un artículo titulado "*Wind as a long distance dispersal vehicle in the Southern Hemisphere*", "*El viento como vehículo de dispersión en el Hemisferio Sur*", donde demostraban cómo las plantas y otros organismos habían conseguido colonizar los territorios discontinuos que forman gran parte de dicho hemisferio gracias a los fortísi-

mos vientos producidos por la presencia del continente antártico con sus grandes acumulaciones de hielo y nieve y vientos anabáticos y catabáticos, lo que podría explicar las muy intensas relaciones florísticas que existen entre islas muy separadas unas de otras.

La importancia del descubrimiento me sugirió el posible tema de mi discurso de ingreso. ¿Por qué no hablar de cómo la vida pudo originarse en la Tierra? y el porqué de que estas formas de vidas se encuentren distribuidas de la forma en cómo lo están y quién o quiénes han ayudado a esto.

LA VIDA EN LA TIERRA

El joven astrofísico norteamericano Neil DeGrasse Tyson considera que la vida es química, por lo tanto por analogía con el mundo de los ordenadores la vida es el hardware del sistema. Es más, el Profesor de la Universidad de Harvard Andrew Knoll apostilla: *“La vida es química, por eso cuando uno consigue la receta, el software, se puede fabricar y bastante rápido”*.

Lo anterior explicaría el porqué una vez que la vida apareció en la Tierra, aún no sabemos cómo, su evolución procedió a gran velocidad, originándose multitud de formas, sencillas al principio, complicadas después, que también dada su especialización volvieron de nuevo a ser aparentemente sencillas y todo mediante un fenómeno de colonización de nuevos nichos, es decir, de aquellos lugares donde podían vivir, a través de lo que conocemos como la adaptación evolutiva y que permitió que prácticamente cualquier lugar del planeta fuera colonizado por lo que luego hemos dado en llamar “las especies”, que a su vez fueron desplazando a otras peor adaptadas y ampliando su área de distribución en función de su capacidad de competición y al fenómeno de la dispersión.

La vida, tal como la conocemos nosotros, es impredecible. Nuestra supervivencia a menudo depende en gran medida de encontrarse en el lugar oportuno y en el momento correcto. ¿Es este un fenómeno universal, o depende de cada especie?

Las poblaciones de organismos vivos en la naturaleza experimentan diferentes condiciones de lugar en lugar y de tiempo en tiempo. El resultado es que la adaptación local, que es la tendencia de los genes individuales a la supervivencia a través de las generaciones, es en cierta medida, impredecible. Este hecho es particularmente cierto cuando consideramos sólo aquellas manchas de hábitats que son, por término medio, iguales en calidad y sostenibilidad para un organismo. Aunque se pueda esperar que un organismo pueda sobrevivir y reproducirse con la misma probabilidad en un territorio adecuado, la variación aleatoria en cada mancha a través del tiempo hace difícil para el individuo predecir si sus características cumplirán, excederán o se quedarán cortas en relación a las expectativas de triunfo en la colonización.

¿Cómo debería comportarse un individuo en un mundo tan voluble?. Muy sencillo, esperando. “En muchas ocasiones la más sabia decisión es no decidir”, se dice algunas veces.

Esperar, sin embargo, no es el único camino para competir con las fluctuaciones ambientales; de hecho, si el ambiente tiene tendencia a cambiar abruptamente, por ejemplo por la acción de fuegos, inundaciones o la aparición de epidemias, puede ser mejor escaparse del sitio que esperar. Si la modificación es impredecible puede ocurrir que la dispersión reduzca la competencia entre los individuos parentales y su descendencia. Por otro lado, la dispersión reduce la endogamia, siendo una reacción al hacinamiento local. La lista, pues, de ventajas es bastante larga. Por tanto, la distribución geográfica

de un organismo vivo se encuentra condicionada por la existencia de un hábitat adecuado para su dispersión. Teóricamente pues un organismo puede sobrevivir fuera de su distribución original, la cuestión es porqué no ocurre así normalmente. La explicación es simple: porque no se dispersa a otras áreas debido a la presencia de barreras, principalmente de tipo geográfico.

La biogeografía, la parte de la Biología de Sistemas que estudia como se distribuyen los organismos en la Tierra, define tres patrones de dispersión:

1.- Difusión o movimiento gradual de una población a través de terrenos favorables por un período de varias generaciones. Son ejemplos la "polilla gitana" *Lymantria dispar* que ataca a los castaños y a las encinas y el hongo que produce la "podredumbre del castaño" *Cryphonectria parasitica*.

2.- A saltos, o movimiento de organismos individuales a grandes distancias, seguido del establecimiento con éxito de una población en el nuevo área; por lo general las áreas intermedias no son adecuadas para la vida de estos organismos. Un ejemplo clásico es la colonización de las islas oceánicas.

3.- Dispersión secular. Es la dispersión a lo largo de lo que podríamos llamar el tiempo evolutivo. Miles o cientos de miles de años. El resultado puede ser la aparición de nuevas ecoespecies a lo largo de su área de distribución como una consecuencia de la selección natural. Ejemplos pueden ser los de *Abies*, *Quercus* y *Pinus* en América del Norte.

Hoy día está ampliamente aceptado que la selección natural favorece a aquellos individuos que producen un mayor número de diásporas. La dispersión permite a estas diásporas colonizar nuevos áreas donde exista un menor grado de competencia, aumentando las posibilidades de supervivencia y reproducción. Pocos son los ejemplos de especies no dispersivas. Las que existen sólo se encuentran en hábitats muy aislados como es el caso de los ecosistemas extremos, picos de las altas cumbres e islas oceánicas.

¿Puede pues la evolución adaptativa explicar la distribución de los organismos vivos en nuestro planeta?

En parte sí, y en parte no, ¿y por qué? Pues porque para aceptar la disposición espacial de los animales y plantas en el mundo de hoy, es necesario tomar en consideración algunos factores externos e internos, sin los cuales sería absolutamente imposible que estos organismos hubieran alcanzado su actual distribución.

Tres al menos son esos factores externos y de los que hablaremos más tarde:

a- La deriva de los continentes

b- El clima y sus factores asociados

c- La aparición de la especie humana en la escena de la biodiversidad terrestre que ha roto las barreras impuestas por la propia dinámica del planeta.

De entre los internos, es evidente que los mecanismos adaptativos para la dispersión son los más importantes y muy obvios en el mundo vegetal donde la evolución en la forma y estructura de frutos y semillas ha jugado un papel muy importante en la actual distribución de las plantas haciendo uso básicamente del viento, el agua y de los animales.

Son adaptaciones a la anemocoria o dispersión eólica las semillas pelosas, los frutos sámaras y los vilanos, mientras que a la zoocoria o dispersión animal, lo son los frutos pomo (la manzana), las bayas, o las drupas (las ciruelas) que poseen tejidos nutritivos que atraen para su alimentación a determinados animales y así son transportados, a veces a muy larga distancia durante el tiempo que dura la digestión de los frutos. Este tránsito no sólo no es negativo para la supervivencia del propágulo sino que aumenta su capacidad de germinación. También son adaptaciones zoócoras aquéllas que sirven

para engancharse al pelaje o la piel de los animales como es el caso de las cúpulas que guardan las semillas de las castañas o algunos frutos de leguminosas.

La aparición del fruto es, en la evolución de las angiospermas, un proceso de evolución adaptativa que permite una mejor y mayor dispersión y por tanto un incremento en su capacidad de colonización de nuevos nichos.

El "llantén mayor", *Plantago major* posee una distribución geográfica a nivel global, encontrándose en todos los continentes excepto la Antártida. Es una planta de los pastizales que se desarrolla tanto sobre suelos ácidos como básicos, se trata pues de una especie tolerante o eurióica.

La razón primaria de esta capacidad de colonización consiste en su eficaz mecanismo de dispersión. Sus semillas, que son comidas por los pájaros y transportadas a los sitios más diversos, son muy resistentes a las duras condiciones ambientales como es el caso del aparato digestivo de los animales; poseen una cubierta pegajosa que se adhiere a la piel, pico y plumas, y son también dispersadas por el hombre en sus prácticas agrícolas. Sin embargo su éxito no es absoluto, pues no se extiende a las zonas más boreales, aunque es capaz de vivir en las cimas de las montañas, por lo que el factor temperatura no es el limitante de su distribución sino las condiciones de luz, por eso, aunque invaden con facilidad las zonas alteradas, una vez que crece la vegetación los llantenes desaparecen, luego además del factor horas de luz, la competencia por ésta puede ser un factor limitante para su distribución.

LOS FACTORES EXTERNOS Y LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ORGANISMOS

Modelos de distribución global

La deriva continental y los eventos geológicos (con sus cambios climáticos asociados) determinaron patrones de distribución a gran escala. En realidad se trata más de historias evolutivas que de patrones ecológicos, que dieron lugar en muchos casos a las llamadas especies vicariantes. Una especie ocupa un área muy amplia continua que se rompe por los fenómenos anteriormente citados, formándose barreras que dan lugar a una especiación divergente como en el caso del género *Abies* en el Mediterráneo.

Aunque pueda parecer raro, alrededor de la Cuenca Mediterránea viven al menos siete especies de abetos que son el residuo de los extensos bosques de coníferas que existieron en esta zona hace unos 20 millones de años, antes de retirarse los hielos en el cuaternario, y que derivaron con casi toda seguridad del actual *Abies alba* y que evolucionaron divergentemente gracias al aislamiento geográfico.

La deriva de los continentes

Como demostraron Alfred Wegener y Frank Taylor en 1912, los continentes son islas de escaso espesor, no más de 25 Km., de rocas de baja densidad que flotan en un material más denso que fluye del interior del planeta mediante corrientes convectivas. Los autores mencionados postularon que la Tierra era sólo hace 200 millones de años un continente gigante, Pangea, del que se separaron los actuales que vagaron hasta la posición que ocupan hoy día mediante lo que llamamos la Deriva Continental.

Estos movimientos han dado lugar a dos consecuencias ecológicas importantes, por un lado la posición de los continentes ha influido en la evolución del clima de las cuencas oceánicas y por otro se han creado y roto barreras a la dispersión. Como en el caso descrito anteriormente para las plantas (*Abies*), estos fenómenos son también el

origen de las especies vicariantes de algunos grupos animales como es el caso de las aves sin colas los *Paleognatos* o avestruces y derivados (*Estuccioniformes*, *Casuaniformes*, *Apterigoformes*, *Reiformes* y *Tinamiiformes*) en el Hemisferio Sur, probablemente derivados de un ancestro común que habilitaba las tierras emergidas de la Godwana, y que se convirtieron en diferentes especies cuando los continentes se fragmentaron.

El clima y sus factores asociados

El área de distribución de una especie se encuentra rodeada de zonas donde la especie no puede mantener una población debido a que se lo impiden las condiciones físicas o la escasez de alimentos. Son las denominadas barreras a la dispersión. En el primero de los casos, casi siempre se encuentran ligadas a las condiciones climáticas. Un ejemplo típico es el de la familia *Palmaceae* que se encuentra distribuida por todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Sin embargo, sus límites pueden ser ampliados a las regiones templadas del mundo donde existen estaciones frías y cálidas claramente diferenciadas. Los límites de su distribución se definen en estas zonas por aquellos lugares donde se producen heladas. La explicación es fácil, las palmeras son monocotiledoneas y por tanto crecen a partir de un único ápice en el tallo principal. Si se producen heladas, estos tejidos, sobre todo en los momentos tempranos de su desarrollo, se necrosan haciendo que el tallo muera. Por lo tanto, el límite de la distribución geográfica de las *Palmaceae* se encuentra marcado por su sensibilidad a las heladas. Los cambios climáticos pues, si se producen en un sentido u otro permitirán el avance o retroceso de la distribución climática de estos organismos.

Pero no sólo las plantas se ven afectadas por el factor clima sino también los animales, como es el caso de las libélulas. La "libélula común azul" o *Enallagma cyathigerum*, es una de las libélulas más ampliamente distribuidas en el mundo, ya que ocupa la mayoría de los ecosistemas localizados entre el paralelo 45 Norte y el Círculo Polar Ártico de todo el mundo. Su amplia distribución se debe con toda certeza a su tolerancia ecológica (especie eurioica) y su capacidad de ocupar un gran espectro de hábitats en climas muy diferentes; sin embargo su distribución se encuentra limitada hacia el sur por las regiones áridas y semiáridas que se encuentran dominadas por las altas presiones subtropicales y donde las aguas permanentes no abundan.

Por el contrario, la libélula común mediterránea, *Anax imperator* que vive en Europa, Oriente Medio y la India, se encuentra además en el Hemisferio Sur en Sudáfrica, gracias a su gran capacidad de vuelo que le permite alcanzar zonas inundadas que se encuentran muy aisladas geográficamente unas de otras.

Otra vez un cambio del clima permitirá avances o retrocesos de una u otra especie en función del carácter de dicho cambio.

LA ESPECIE HUMANA COMO FAVORECEDORA DE LA DISPERSIÓN DE OTROS ORGANISMOS

Una de las características de la especie humana desde su aparición en la Tierra ha sido su tendencia innata a romper las barreras naturales que impiden la distribución de muchas especies de animales y vegetales con un elemento adicional importante, aquellas especies que son introducidas por el hombre en hábitats donde no existen competidores naturales se expanden a gran velocidad y en algunos casos compiten con ventaja contra los organismos que viven naturalmente en dichos ecosistemas. Sólo ciento se-

senta estorninos, passeriformes muy comunes en Europa, fueron introducidos en Estados Unidos (cerca de Nueva York) en 1918; escasamente 60 años después su población cubría una superficie de más de 6 millones de kilómetros cuadrados.

Muchas han sido las especies no nativas introducidas por el hombre, la mayoría afortunadamente, y hablo desde un punto de vista conservacionista, no sobreviven, aunque existe una llamada "Regla del Diez": Una de cada diez especies importadas se convierte en introducida, una de cada diez introducidas se establece y una de cada diez se convierte en una epidemia.

Otros ejemplos de introducciones humanas con éxito son la de los perros en Australia y los cerdos y ratas en las islas del Pacífico. Los pinos y los eucaliptos en todo el mundo y muchos otros cientos de especies más.

Un ejemplo interesante a destacar por su actividad invasora es la del "mejillón cebra" *Dreissena polymorpha*, un molusco que está invadiendo los ríos y lagos de América colonizando tuberías y desagües de depósitos de agua y embalses y restringiendo el caudal que pasa por ellos dando lugar a pérdidas multimillonarias. El "mejillón cebra" procede de los Balcanes, Polonia y Rusia. Apareció por primera vez en Norteamérica en 1988 en el lago St. Claire, vecino de los lagos Hurón y Erie. Se cree que los ejemplares pioneros llegaron en el agua de lastre de algún barco procedente de un cauce fluvial europeo que fue luego descargado en el lado canadiense del primero de los lagos.

La predicción es que en menos de 20 años todos los ríos y lagos de Estados Unidos estarán invadidos por esta especie. Es necesario subrayar que las poblaciones de "mejillón cebra" pueden alcanzar la increíble densidad de 700.000 individuos/m². Aparentemente el éxito de este organismo en la zona invadida se debe a las características climáticas y físico-químicas de las nuevas aguas que no se dan en su lugar de origen.

Las grandes dispersiones epidémicas de origen antrópico

Entre los organismos con una más amplia capacidad de dispersión de nuestro planeta se encuentran los hongos, de ahí su ubicuidad. Sus diásporas, las esporas, están muy bien adaptadas a la dispersión por el viento, los animales y el agua, utilizando mecanismos explosivos balísticos y sistemas de protección que les permiten defenderse de los factores externos y viajar a grandes distancias. Como muchos hongos son parásitos, las infecciones naturales o inducidas por el hombre de origen fúngico pueden causar efectos catastróficos si las plantas o los animales afectados son de interés económico para el hombre; incluso pueden dar lugar a fenómenos sociales de importancia histórica para la evolución humana. Uno de esos casos es el ocurrido en Irlanda desde 1845 a 1849 y que se debió a la acción de *Phytophthora infestans* la ("podredumbre de la patata").

Este hongo ataca a las hojas de las plantas de patata con lo que el rendimiento en la producción de tubérculos baja considerablemente, este hecho se ve agravado porque el propio hongo ataca también a los tubérculos a los que puede destruir, incluso si están almacenados.

La enfermedad fue introducida de América del Sur por el hombre con las nuevas variedades de patata, apareciendo en Normandía en Junio de 1845 y avanzando a una velocidad de 80 Km./semana de tal manera que alcanzó Irlanda en septiembre del mismo año. Al comienzo de la epidemia, Irlanda poseía una población de 8 millones de habitantes, 3/4 de los cuales se alimentaban básicamente de la patata que representaba el 50 % de la dieta.

El invierno de 1846-1847 fue uno de los peores en la historia de este país, con fuertes nevadas y heladas desde Noviembre a Febrero, lo que se añadió al desastre

alimenticio de la población, se le denominó la “*Gran Hambruna de 1846*”. El peaje de la muerte subió alarmantemente, la gente fallecía en los bordes de los caminos, cientos de personas se encontraban tan débiles que no podían caminar hacia las zonas donde se habían establecido las ollas populares. El hambre fue seguida por las fiebres dada la debilidad de las gentes con nulas defensas para luchar contra las infecciones y la situación se hizo cada vez peor con la extensión del tifus, disenteria y escorbuto.

Algunas crónicas relatan como las carreteras estaban llenas de muertos o moribundos: un inspector de carreteras llegó a contar 140 cuerpos en un día de servicio. En 1851 habían muerto de hambre por la falta de su alimento básico, la patata, 1.000.000 de personas, otro millón tuvo que emigrar y de estos, 250.000 murieron en menos de un año por enfermedades producidas por la malnutrición. El efecto sobre el desarrollo político y social posterior de Irlanda fue incalculable y a ello se debió la emigración masiva de irlandeses a Norte América y como consecuencia a la redistribución social y demográfica de las minorías étnicas de ciudades como Chicago y Nueva York.

Otro caso parecido es el del “moho azul del tabaco” causado por la acción de *Peronospora tabacina*. Este hongo, destruye las hojas del tabaco reduciendo la calidad del producto al que hace inutilizable. Se detectó por primera vez en 1957-58 creciendo sobre tabaco ornamental que se cultivaba en invernaderos de Gran Bretaña y que no estaba genéticamente preparado para resistir la invasión del hongo. En 1959 había atacado ya al tabaco comercial, extendiéndose a toda Europa y al Mediterráneo en muy poco tiempo. La cosecha se redujo en dos años al 50 %, destruyendo también el 60 % del tabaco curado y almacenado, dando lugar a efectos económicos importantes sobre todo en países de Europa Central y Occidental fuertemente dependientes de este cultivo.

Otro caso más es el de la “roya del café” que, producida por la acción de *Hemileia vastatrix* dio lugar a una catástrofe económica de caracteres globales en el s.XIX, que no alcanzó a la de la podredumbre de la patata por no ser el café un alimento básico.

El hongo, ataca a las hojas del cafeto desecándolas y haciendo que se caigan prematuramente; los árboles se van agotando año tras año y no producen ni nuevas ramas ni por lo tanto frutos.

La roya del café se detectó por primera vez en 1861 en el este de África, infectando al café silvestre que luego fue introducido en plantaciones de Ceilán (1869). En pocos años la producción anual de café en este país bajó de 42 millones a menos de 3 millones de kg. de tal manera que en 1890 hubo de abandonarse dicho cultivo y reemplazarse por el del té y el caucho. Probablemente este hecho fue el que transformó a los británicos de bebedores de café en bebedores de té dada la condición de colonia inglesa de Ceilán y principal proveedora de la primera de las infusiones al Imperio Británico en este momento de la historia.

Desde aquellas fechas las esporas del hongo fueron diseminadas al Este y al Oeste por el viento, convirtiéndose en 1960 en una enfermedad típica de los cafetales del Viejo Mundo. El Hemisferio Occidental se mantuvo indemne durante un tiempo, sin embargo en 1970 el hongo llegó al Brasil y desde entonces se va extendiendo hacia América Central.

Los efectos catastróficos podrían ser tremendos dada la dependencia económica del cultivo de este producto en todos estos países, sobre todo, teniendo en cuenta que la producción de una variedad resistente puede tardar en obtenerse más de veinte años.

LA DISPERSIÓN GALÁCTICA DE LA VIDA

Hace unos años tuve ocasión de charlar muy relajadamente con el Premio Nobel de Medicina de 1959 Arthur Kornberg. En un momento dado la conversación derivó hacia el tema del origen de la vida. Me dijo lo mismo que postulan Tyson y Kroll, “convénzase, la vida es pura física y pura química que ha andado dando vueltas para acá y para allá durante millones de años a través de eso que llamamos el universo”.

Después de su marcha estuve varios días dándole vueltas en mi cabeza a lo dicho por Kornberg. ¿Se originó la vida en la misma Tierra, o procede del exterior habiéndose dispersado por todas las galaxias?

Nuestra atmósfera se encuentra en todo momento poblada por lo que llamamos los bioaerosoles (bacterias, virus, esporas, granos de polen, partículas inanimadas, etc.). No son al fin y al cabo, más que partículas originadas en la superficie de nuestro planeta, a veces en puntos muy alejados, que al final, después de un largo viaje, terminan gracias a la gravedad depositándose sobre la superficie del planeta. A veces estos aerosoles se resuspenden comenzando un nuevo ciclo que parece no tener fin. En estos procesos, las características físico-químicas de las partículas pueden cambiar, aunque siempre siguiendo unos modelos más o menos predecibles. Sin embargo, el sistema Tierra no es un sistema absolutamente cerrado, sino que está sometido a la entrada continua de energía, polvo estelar, partículas subatómicas extraterrestres y pequeños meteoritos que quedan atrapados en nuestra atmósfera que funciona como un sumidero que, dependiendo de su tamaño, los incorpora al espectro de aerosoles circulantes.

¿Qué ocurriría si entre estas partículas se encontraran seres microscópicos o diásporas de origen extraterrestre que hubieran resistido las terribles agresiones del espacio exterior y llegado hasta nuestra atmósfera?

En algún momento de 1952, en un tranquilo paraje de Inglaterra, un cohete de origen terrestre que orbita nuestro planeta entra en la atmósfera y por razones desconocidas no se desintegra a su paso por el denso aire terrestre.

Dos enamorados vuelven a pie a casa de sus padres. En ese momento, un fogonazo ilumina el cielo oyéndose un fuerte estampido. Corren hacia el lugar donde ha caído el objeto, y encuentran una estructura fusiforme que se ha empotrado contra la casa que aún humea. El padre de la chica estupefacto observa la escena. Llegan policía, bomberos y el ejército, con ellos el Profesor Bernard Quatermass diseñador del cohete. En realidad, se trataba de un experimento secreto que consistía en enviar un vehículo espacial a una órbita a más de 2000 kilómetros de la Tierra para estudiar el comportamiento del ser humano. Quatermass ordena que se abra el habitáculo apareciendo en el interior un único astronauta que inmediatamente es introducido en una ambulancia y trasladado al hospital. Quatermass estudia el interior de la cápsula y encuentra que los trajes de los otros dos astronautas descansan vacíos sobre sus sillones. Los médicos reconocen al astronauta Víctor Carroon. Uno de ellos, cerca de él, oye que susurra “Ayúdeme”. Su corazón late anormalmente hasta un punto preocupante. Su piel presenta unas raras anomalías y la estructura ósea de su cara está cambiando rápidamente, sus huellas dactilares son diferentes a las que poseía anteriormente, incluso se podría decir que no eran humanas. La mujer de Carroon asustada por los acontecimientos decide sacar a su marido del hospital, éste en una especie de estado catatónico observa un pequeño cactus que hay sobre una mesilla, no lo duda, de un certero golpe lo aplasta con la mano produciéndose un fuerte dolor. Más tarde, cuando un detective contratado por su mujer lo lleva en el ascensor, le asesta un tremendo golpe en la cara y lo mata. Cuando se descubre el cadáver del detective se observa que de él se ha extraído hasta el último

hálito de vida. La señora Carroon desesperada informa a la policía acerca de la historia del cactus. Quatermass encuentra la maceta y elabora una teoría. Supone que en el espacio exterior hay alguna fuente de vida, no en un planeta sino vagando a través de él en forma de energía pura o de esporas. Si algo atraviesa esa nube, lo absorbe comenzando una vida vegetativa que necesita alimentarse para sobrevivir.

Cuando se realiza una investigación más detallada del cohete se encuentran en su interior restos de una masa mucilaginoso que una vez analizada, resulta ser orgánica y curiosamente de un extraordinario parecido a la sustancia humana (sic). Mientras tanto, Carroon comienza una errática tarea de destrucción y muerte absorbiendo toda la energía viva que se encuentra a su paso y dejando un rastro de dicha sustancia misteriosa. Al mismo tiempo, su forma humana va desapareciendo, transformándose en una monstruosa criatura informe de la que se desprenden propágulos que a su vez se transforman en pequeños seres asesinos capaces de engullir todo lo vivo que llega a su alcance. El ejército consigue eliminar a todos los seres que se encuentran en las primeras etapas del desarrollo pero no a Carroon.

En un determinado momento unas cámaras de televisión que se encuentran grabando unas imágenes de unas obras de restauración de la catedral de Westminster descubren sobre un andamio un cuerpo que cuelga de la zona más alta de la bóveda, detrás algo que parece un pulpo gigante espinoso que es en lo que se ha convertido Carroon. Quatermass ante el peligro que se cierne sobre Londres, conecta unos gruesos cables al andamio y ordena que toda la potencia eléctrica de la ciudad se conduzca a través de ellos. El monstruo es incinerado por la potente descarga y muere.

El jefe de la policía, aliviado se dirige a Quatermass y le dice “que con poner orden en este mundo ya tiene bastante”, Quatermass lo mira con desprecio y farfulla que en cuanto pueda volverá a repetir los experimentos. Unos meses más tarde, una nueva nave despegó rumbo a la misma zona del cosmos donde se había producido el incidente.

Lo anterior no es más que el resumen del argumento de una película que cuando la vi en mi niñez me aterrorizó y me dejó sin dormir durante bastantes días y que había sido realizada en 1955 por la productora Hammer (“El experimento del Doctor Quatermass”). La película, basada en una popular serie de televisión de la BBC de 1953, tuvo como actor principal a Brian Donlevy, un alcohólico que frecuentemente rodaba bajo los efectos de la bebida. Cuando la película llegó a América llevó el título de “*The Creeping Unknown*” que se prolongó en una saga a la que pertenecen “*Eso, el terror de más allá del espacio*” (1958), “*Enemigos desde el espacio*” (1957), “*Cinco millones de años a la Tierra*” (1967), “*La conclusión Quatermass*” (1980) y más cercana a nuestros días “*Alien*” (1979)

Obras de ficción, pero que cuentan con un respaldo científico no exento de controversia. Ya en 1908 el Premio Nobel de Química, el danés Svante George Arrhenius (por cierto sobrino de un catedrático de botánica rector de la Agricultural High School de Ultuna), publicó un libro sobre el tema, donde explicaba su teoría de la “*Panspermia*” (Mundos en construcción) que permitía diseñar un universo en el que la vida ha existido siempre, emigrando y vagando de un rincón a otro del espacio interestelar y colonizado continuamente los planetas.

La vida, viajaría pues, en forma de esporas que escaparían de la atmósfera de un planeta por movimientos aleatorios, siendo conducida posteriormente a través del espacio por la presión de la luz de los soles a otros planetas.

Un problema serio para la teoría de Arrhenius era que las esporas en el vacío del espacio estarían sujetas al peligro de la radiación especialmente en la vecindad de las

estrellas. Sin embargo, recientemente se ha postulado que si una nube de bacterias fuera lo suficientemente densa, el contenido interno estaría protegido de la radiación por las capas exteriores, y que una cubierta de polvo de sólo 0,5 micrómetros de espesor podría proteger adecuadamente a una bacteria de la radiación ultravioleta del espacio. Hoyle y Wickramasinghe, de los que hablaremos más tarde, han hallado una solución a la ecuación dispersión/espacio exterior, la mejor manera de que la vida pueda viajar por el espacio es en un cometa. La idea de que los cometas aportasen vida a nuestro planeta no es nueva: Isaac Newton ya indicó que "la continua llegada de material cometario debe ser esencial para el desarrollo de la vida en la Tierra".

El Premio Nóbel, descubridor del ADN Francis Crick, propuso en 1981 un origen exterior para la primera vida en la Tierra. Ya antes este mismo autor, junto con el químico Leslie Orgel, había publicado un artículo en la revista *Icarus* donde propugnaba la hipótesis de la "*Panspermia dirigida*", un fenómeno no aleatorio llevado a cabo por seres de una inteligencia superior, habitantes de una galaxia cercana.

Posteriores evidencias como el descubrimiento de posibles bacterias en un meteorito procedente de Marte, han recalentado la discusión al respecto, o como el sorprendente hallazgo de que una bacteria terrestre puede sobrevivir a las durísimas condiciones del ambiente lunar. Este es el caso de una bacteria común, que se coló en la Tierra después de haber realizado un amplio periplo espacial a bordo de una cámara de televisión de la sonda lunar Surveyor 3 que alunizó en nuestro satélite el 20 de abril de 1967. Dos años más tarde el astronauta Pete Conrad, en el viaje del Apolo XII a la Luna, trajo de vuelta la cámara para su examen. La sorpresa fue mayúscula cuando los científicos de la NASA encontraron en ella unos pocos individuos de "*Streptococcus mitis*" que se desarrollaron a partir de cultivos obtenidos de la espuma de poliuretano que recubría las placas de los circuitos de la cámara. Los 50-100 microorganismos sobrevivieron al lanzamiento, vacío espacial y tres años de exposición a la radiación y un frío profundo cercano al cero absoluto.

¿Pueden por tanto algunas formas de vida o sus precursores químicos ser transportados desde muy lejos del sistema solar hasta nuestro planeta? ¿Puede un planeta infectar a otro balísticamente?.

El astrónomo Fred Hoyle y los exobiólogos Wallis y Wickramasinghe, han aportado en los últimos años elementos, algo discutibles para otros autores, que pueden favorecer la teoría panspérmica. Según ellos, la masa de elementos escapada del presumible cometa de 10 kilómetros que produjo el cráter Chicxulub en la Península de Yucatán, con casi 100 kilómetros de radio, debió ser de unos 300 millones de metros cúbicos, un tercio rocas y un 10 por ciento eyecciones de alta velocidad que pudieron haberse transportado directamente a Marte. La probabilidad de impactar ese planeta es baja, pero aún del 0.1 al 1%. Puesto que la transferencia inversa podría ocurrir de la misma forma, la evolución de la vida en ambos planetas podría haber estado íntimamente relacionada.

Estos autores han calculado que una partícula del tamaño de una bacteria media puede resistir brevemente temperaturas de hasta 500 °C. *Escherichia coli* no vive normalmente en medios de este tipo, pero sí lo hace en nuestro intestino, con unas condiciones muy extremas, y es más, las arqueobacterias desarrollan su vida en manantiales de agua hirviendo.

Si bacterias del tipo *Escherichia* viajaran en un cometa que entrara en nuestra atmósfera, tendrían que haber atravesado condiciones muy extremas y radiaciones muy intensas, ¿podrían soportarlo?. Hoy día sabemos que la bacteria *Deinococcus radiodurans* conocida como "*Conan la bacteria*" por los científicos de la NASA, pue-

de sobrevivir a dosis 300 veces más alta de las que puede soportar un humano, por lo que bacterias de este tipo podrían comportarse como buenos vectores para la panspermia.

Por tanto, si algún tipo de vida, en algún caso puede que peligrosa, en la mayoría probablemente beneficiosa para la evolución de la Tierra, pudo haber venido de arriba, ¿porqué aterrorizarnos entonces con las historias de marcianos, como lo hicimos con H.G. Wells y su “*Guerra de los Mundos*”?

Al fin y al cabo, nosotros seamos quizás y gracias a los mecanismos de dispersión galáctica, tan extraterrestres como ellos.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DOCUMENTALES COMPLEMENTARIAS

1. Arrhenius, S.G. (1908) *Worlds in the Making*. Harper & Brothers. New York.
2. Cain, M.L., Nathan, R. & Levin, S.A. (2003) Long distance dispersal. *Ecology* 84: 1943-1944
3. Cooke, R.C. (1980) *Fungi, man and his environment*. Longman. New York
4. Corbaz, R. (1964) Evolution de l'épidemie de mildiu de tabac (*Peronospora tabacina*). *Phytopathologische Zeitschrift*. 51:191-192
5. Crick, F.H.C. & Orgel, L. E. (1973) Directed panspermia. *Icarus*, 19: 341
6. Daly, M.J. & Minton, K.W. (1995) Resistance to radiation. *Science*, 270:1318
7. Darlington, P.J. (Junior) (1957) *Zoogeography, the geographical distribution of animals*. J. Wiley & Sons. New York
8. De Grasse Tyson, N. & Goldsmith (2004) *Origins: Fourteen billion years of Cosmic History*. W.W. Norton. New York.
9. Friedenberg, N.A. (2003) Determinism in a transient assemblage: the roles of dispersal and local competition. *American Naturalist*, 162:586-596
10. Friedenberg, N.A. (2003) Experimental evolution of dispersal in spatiotemporally variable microcosm. *Ecology Letters* 6:953-959
11. Hamilton, W.D. & May, R.M. (1977) Dispersal in stable habitats. *Nature*, 269:578-581
12. Hoyle, F. & Wickramasinghe, Ch. (1978) *Lifecloud: The origin of life in the Universe*. Harper & Row. New York.
13. Hoyle, F & Wickramasinghe, Ch. (1993) *Our place in the Cosmos*. J.M. Dent Ltd. The Orion Publishing Group. London
14. Knoll, A. (2003) *Life in a young planet*. Princenton University Press. New Jersey
15. Liu, C. & De Grasse Tyson, N. (2002) *One Universe: at home in the Cosmos*. On-line versión: <http://www.nap.edu/html/oneuniverse>
16. Muñoz, J., Felicísimo, A.M., Cabezas, F., Burgaz, A.R. & Martínez, I. (2004). Wind as a Long-Distance Dispersal Vehicle in the Southern Hemisphere. *Science*, 304: 1144-1147
17. Myers, A.A. & Giller, P.S. (1990) *Analytical Biogeography*. Chapman & Hall. London.
18. Nathan, R. (2001) The challenge of studying dispersal. *Trends in Ecology and Evolution*, 16:481-483
19. Raven, P.H. & Axelrod, D.I. (1974) Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61:539-561; 637-657
20. Schieber, E. (1972) Economic impact of coffee rust in Latin America. *Annual Review of Phytopathology*, 10: 491-510

21. Soter, S. & De Grasse Tyson, N. Eds. (2001) *Cosmic Frontier: Astronomy at the cutting edge*. The New York Press, New York
22. Tilman, D., Lehman, C.L. & Yin, C. (1997) Habitat destruction, dispersal and deterministic extinction in competitive communities, *American Naturalist* 149: 407-435
23. Wallis, M.K. & Wickramasinghe, Ch. (1992) Comet Halley's Remote Outburst. *The Observatory*, 112: 228-230
24. Wegener, A. (1929). *The origins of Continents and Occans*. Dover Pub. New York.