

Emergencia de acontecimientos geológicos, biológicos y científicos de cierta importancia

*Dr. Marcelo Dankert**

Lo primero que voy a hacer es definir qué es lo que entiendo por emergencia. Entiendo algo que surge de golpe, de forma inesperada y que se mantiene, pero es algo que puede provocarlo el hombre. Cuando emerge una erupción de un volcán por ejemplo, a eso la llamo emergencia real, si emerge una idea también la llamo una emergencia. Esa idea se puede mantener después o tal vez ser superada por otra. A eso lo llamo emergencia intelectual, que puede traducirse en un gran adelanto científico.

Les agradezco mucho a los Drs. Brenci y Prosperi porque ya adelantaron bastante información sobre lo que yo pensaba decir y voy a pasar muy rápido por esa parte.

¿Qué es lo primero que emerge? Pensé en el *Big Bang* o mejor, el "Gran Pum". En castellano es el "Gran Pum", y queda más gracioso el "Gran Pum" porque el *Big Bang* fue un calificativo peyorativo que Fred Hoyle le puso a la teoría de estos señores que la iniciaron y en la que el no creía. Sostenía que el universo era estático. Como nos contó el Padre Coyne hace un par de años la propuso un sacerdote, el Abate Lemaitre, y después la completaron otros como Hubble, Friedman, etc. Como consecuencia de esa expansión la Tierra se forma, y adquiere más o menos el aspecto que tiene hoy, hace unos cuatro mil quinientos millones de años, que es la

* Doctor en Ciencias Químicas. Investigador del Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Buenos Aires.

edad que se le atribuye en general, en base a datos de decaimientos de compuestos radioactivos. Es un dato bastante preciso.

Una diferencia con la actual es que la atmósfera no era la de hoy, era otra, presumiblemente formada por nitrógeno, carbónico, monóxido de carbono, tal vez amoníaco y otros gases, pero no tenía oxígeno.

Otra gran emergencia real es la aparición de la vida, que está más o menos documentada hace tres mil quinientos millones de años. Esos estromatolitos, como los llaman los expertos, son depósitos de seres unicelulares, presumiblemente bacterias. En todo esto hay mucha suposición, imaginación y teorías. Teorías del origen de la vida hay un montón, y ya se mencionaron varias acá. Hay otras, pero de ese tema no voy a hablar porque hace un par de años también hubo un Simposio sobre el origen de la vida. Y las bacterias que surgen en ese momento ¿de qué viven? Posiblemente hayan sido lo que se llama litotróficas, es decir, viven de la oxidación y de la reducción de productos inorgánicos. Por ejemplo, ácido sulfídrico, azufre, sulfatos, sales ferrosas-férricas y cosas por el estilo, y esos procesos les dan energía para crear los materiales que ellas necesitan. El gran problema es transformar el anhídrido carbónico del aire, CO₂, en productos útiles para ellas.

Poco después aparece un gran invento de alguna de esas bacterias: aprovechan la energía de la luz del sol y se vuelven fototróficas, es decir, usan la energía del sol en forma parcial, pero en forma mucho más ventajosa que la quimiotrófica que tenían antes. Esto no quiere decir que desaparezcan las anteriores, que todavía hoy subsisten. Pasa un tiempo y aparecen otras bacterias que también aprovechan la luz, pero mucho más eficientemente, porque la usan además para romper el agua. Al agua la descomponen en hidrógeno y oxígeno: es lo que se llama la fotólisis del agua. Al hidrógeno lo usan para reducir al carbónico del aire, y al oxígeno, que

además es muy agresivo, lo desechan. Y ese desecho del oxígeno al ambiente va a ir acumulándose en la atmósfera: 0,1%, 1%, 10%, 20% a lo largo de los siglos y va a cambiar la historia de la superficie terrestre.(Figura 1). De modo que si hoy estamos acá es gracias a las bacterias que empezaron a liberar oxígeno hace dos mil quinientos millones de años. Algunas bacterias se enojan, se intoxican con el oxígeno y entonces desaparecen, se esconden en el fondo de los ríos, de los lagos, en las grietas del suelo. Son las precursoras de nuestras actuales anaerobias, que no pueden vivir en presencia de oxígeno. Otras más astutas aprovechan ese oxígeno producido por sus nuevas primas y viven con oxígeno o sin oxígeno, y entonces según las condiciones hacen un poco las dos cosas, son las precursoras de las actuales facultativas. Y otras aprenden a destruir al oxígeno agresor y a usarlo en beneficio propio. Posiblemente éstas son las precursoras de nuestros peroxisomas - el año pasado hablamos algo de eso. Todo esto puede ser considerado imaginación frondosa, pero tiene cierta base racional.

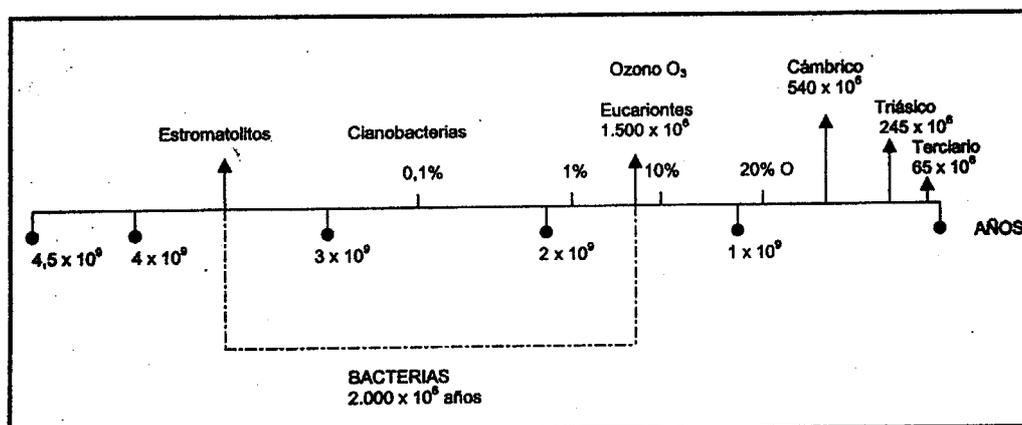


Figura 1: Acontecimientos importantes en la historia del planeta. Con bastante probabilidad la Tierra adquirió su actual estructura hace unos 4500 millones de años. Se acepta que la vida surgió hace por lo menos unos 3500 millones de años. Se indican las probables concentraciones de oxígeno, O_2 , en la atmósfera a lo largo del tiempo hasta llegar al 20% actual, la aparición de la capa de ozono, O_3 , y otros acontecimientos de importancia geológica y biológica.

La liberación de oxígeno tiene otra consecuencia que ya se mencionó también: se acumula en la atmósfera y ahí se convierte en un blanco de la radiación ultravioleta que el sol nos envía; la radiación lo transforma en ozono, O_3 como dijo el profesor Prospero, y ese O_3 a su vez es blanco de la radiación ultravioleta y se descompone en O_2 y O que ataca a otro O_2 y forma más ozono, y así se hace una cadena donde el O_2 se va transformando en ozono que a su vez se destruye hasta llegar a un equilibrio, en un circuito que en definitiva forma una especie de paraguas o superficie esférica que nos defiende de las radiaciones ultravioletas agresivas, porque a otras las necesitamos. Pero ¿eso qué causa? Eso hace que al disminuir esa lluvia de radiación letal sobre la Tierra, la vida que estaba limitada a los mares, pueda surgir y subir a los continentes. En ellos se puede vivir ahora, y eso provoca toda una revolución que además va acompañada por otra, que, de acuerdo a lo que definimos al principio es otra emergencia real. No se sabe bien si las bacterias se asocian, o si surge otro nuevo ente que es capaz de recibirlas, pero aparecen las células de eucariontes. Como se dijo aquí hoy, los procariontes tienen su material nuclear, es decir su ácido desoxirribonucleico, difuso en sus células: son las bacterias; en los eucariontes este material está concentrado en el llamado núcleo.

Además se produce otra modificación importante: estas nuevas células, que son bastante más grandes, pueden tener un tipo de bacterias incorporadas, las mitocondrias, que les permiten usar O_2 para producir energía, y van a dar origen a todo lo que después llamamos animales; y otras pueden incorporar no sólo a las mitocondrias, sino además a las cianobacterias, capaces de hacer fotosíntesis, que van a originar a los cloroplastos, y van a dar origen a los vegetales. Así que ya está planteado básicamente, lo que va a suceder en el futuro. El futuro son miles de años, todavía estamos en el precámbrico, el Cámbrico empieza hace unos 450 millones de años, todo lo anterior es precámbrico. Para tener una idea de esta escala les recuerdo lo que dijo ya una vez el Padre Coyne

aquí: si a esta escala de cuatro mil quinientos millones de años la metemos en veinticuatro horas, el hombre ha existido en los últimos dos segundos de ese día. Así que somos apenas un suspiro.

¿Qué pasa después? Esos seres se empiezan a diversificar y a evolucionar en base, simplemente, a su multiplicación, a las condiciones ambientales y al tiempo. Y en el Cámbrico ocurre algo que se llama la “explosión del Cámbrico”, aparecen muchísimos seres. ¿Porqué? Porque han aprendido a usar sales minerales, carbonato de calcio especialmente, y entonces quedan sus restos. Posiblemente antes también había muchos sin esas formaciones calcáreas, pero no los vemos hoy, porque se han destruido; esto también es hipótesis, pero el hecho es que en el Cámbrico hay una explosión de vida. Esa explosión de vida continúa, cada vez en forma más compleja, pero hay marchas y contramarchas porque después del Cámbrico vienen Ordovísico, Silúrico, Devónico, Carbonífero, Pérmico; y cada una de esas etapas está marcada por la presencia de cierto tipo de animalitos que aparecen o desaparecen, así que la existencia es un va y viene, y por ejemplo, al final del Pérmico hay una extinción monstruosa donde desaparecen casi todos los seres vivos y reaparecen después en el Triásico muchísimas más especies que las que había. Y al final del Cretáceo pasa exactamente lo mismo, (y ahí está el meteorito que hace sesenta y cinco millones de años dicen que cayó en Méjico y causo el desastre) y también con extinción casi total.

¿Qué quiere decir esto? Que en la naturaleza se hace lo mismo que hace un experimentador en su laboratorio: ensayo y error, si sale bien, fantástico, si sale mal hay que volver a empezar. Es decir ha habido creaciones y emergencias y extinciones todo a lo largo de la vida de la Tierra hasta hoy. Nosotros somos una de las últimas creaciones y ni siquiera somos únicos porque tenemos varios primos como ya se ha visto -no me meto en el tema porque lo va tocar otro investigador después-, algunos contemporáneos, treinta mil

años estuvo el *hombre de Neanderthal* conviviendo con el *Homo sapiens sapiens* -si tenía alma o no, no sé-, pero se sabe que convivieron. Y hay datos interesantísimos, por ejemplo, el *Neanderthal* tiene más tendencia, en los huesos que se han encontrado, a estar descalcificado y sobre todo a medida que los hallazgos en el mapa de Europa se corren hacia el Norte, esos seres tuvieron que soportar las glaciaciones. Las glaciaciones posiblemente implicaban mucha nieve o mucha lluvia, cielo nublado, poco sol, y el sol es necesario para formar vitamina D que es la que combate el raquitismo, ya que permite la fijación de calcio. Así que aparentemente, este autor decía que parte de la desaparición del hombre *Neanderthal* podía ser debida a que fue más dañado por el raquitismo que otros.

Entonces uno piensa, pero y ¿cómo? Los esquimales que viven en el Norte y están tapados de pieles hasta la cabeza y no tienen nada de Sol ¿Cómo fijan el calcio? Comen pescado y el pescado tiene vitamina D. En cambio no hay rastros que digan que el *Neanderthal* tenía anzuelos o algo que permitiera pensar que sabían pescar. El hombre de *Cro-Magnon*, que es su contemporáneo, sí sabía pescar.

Estas son las conclusiones que se sacan en líneas generales y uno extrapola y cree que es más o menos cierto, pero atención, que la imaginación del investigador correspondiente está siempre en primera línea, así que nada se puede discutir con demasiada precisión y hay teorías, eso sí, hay montones de teorías.

En la figura 2 se muestra simplemente uno de esos arbolitos que le gustan a los biólogos. Se muestra la célula original, luego surge una familia especial que ahora la llaman "el tercer reino" de los arquea o arqueobacterias que no son ni bacterias ni eucariontes porque son unas bacterias distintas que no tienen la estructura de las bacterias clásicas, pero tampoco son procariontes porque tienen núcleo difuso. Luego aparece toda una serie de bacterias que van a dar origen a las conocidas hoy; y finalmente llegamos a los eucariontes, primero a los

eucariontes monocelulares, (levaduras, protozoarios, etc) que a su vez van a dar origen a los procariontes pluricelulares, es decir, vegetales, hongos y a todos los animales incluyendo a los cordados y por supuesto al hombre, a la cabeza.

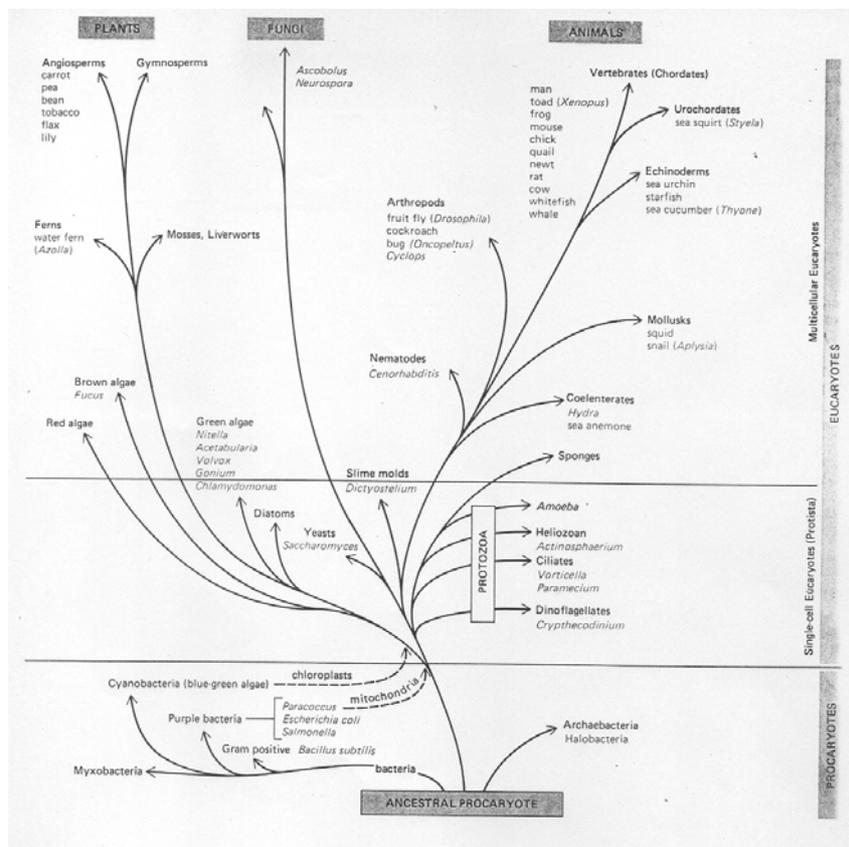


Figura 2: Relaciones evolutivas entre los principales grupos de organismos conocidos. Las ramificaciones indican un origen común, pero no en una escala de tiempos. Igualmente, la columna derecha indica las categorías más importantes de los organismos pero no en una escala de tiempos.

Cada una de esas ramas, para mí, es una emergencia, y estas emergencias se multiplican a cada paso, así que hay infinidad de emergencias en base a la definición que propuse. Emergencias que a veces son fallidas y muchos de esos seres desaparecen. El dibujo está hecho en base a una genealogía, y las distintas ramas no aclaran cuál es la especie que desapareció. En general está dibujado para los vivos, y sus

ancestros han desaparecido en el camino. Bueno, esto es brevemente lo que hoy creemos saber de estos procesos.

La emergencia intelectual

Más interesante es analizar qué es lo que el hombre a lo largo del tiempo pensaba sobre todos estos procesos. Veremos, entonces, algo sobre la emergencia de los conocimientos que llamamos emergencia intelectual.

En casi todas las culturas -me voy a referir sobre todo a nuestra cultura que se supone que es greco-romana-judeo-cristiana- y por supuesto en la que el hombre se cree lo más importante de todo. Es un animal, pero hasta por ahí no más. Para los hebreos el Señor dio un soplo divino y el barro se transformó en un señor. Para los griegos, Prometeo aprovechó una distracción de Júpiter le robó un rayo y le dio vida al hombre que había fabricado. La indignación de Júpiter fue total y se vengó en forma terrible porque le mandó una mujer. En cambio, para los hebreos como Dios lo vio tan triste y tan solo a Adán le regalo una mujer que era de su propia carne, de su costilla y esa es la ultima obra del Señor, la culminación de la Creación. De modo que lo maravilloso de todo esto es ver el sentido poético que los elaboradores de estas leyendas o teorías le daban. Porque como Dios ya sabía hacer todo, tenía experiencia, había separado la luz de las tinieblas, los Continentes de los mares, el Sol, la Luna, ¿qué crea? La mujer, su obra maestra, y después descansa. Con los griegos pasa algo parecido. Júpiter indignado le pide a Vulcano, que era un artesano habilísimo, que haga una mujer y éste la hace, y la hace tan linda y tan bien que todos los dioses se enamoran de ella y le dan todos los dones, todos: era buena, linda, cariñosa, inteligente, interesante, paciente, etc., es Pandora, tiene todos los dones, como su nombre lo indica, pero le regala también una caja... y Prometeo que era bastante previsor no la acepta, pero la acepta el hermano, Epimeteo, y ustedes ya saben lo que pasó. Pero, de todas maneras lo extraordinario es ver el

respeto que estos hombres tenían por la mujer, que ocupa un lugar especial tanto en la cultura hebrea como la griega: es lo mejor, es el *sumum*.

Esas culturas avanzan con conocimientos prácticos y reales, como la geometría de los griegos o los números de los hindúes llevados por los árabes a Occidente, en fin, aprenden muchas cosas y viven más o menos felices hasta que un sacerdote creó un problema bárbaro, Copérnico. Porque por supuesto todos creían que vivían en la Tierra y la Tierra era su casa y el centro del universo. Y este señor les dice que no, el centro del Universo no somos nosotros, es el Sol, nosotros vivimos en un modesto satélite. El encargado de divulgar la novedad es Galileo, con las consecuencias que todos ustedes conocen. Ese siglo XVII es maravilloso, contiene lo que se llama la explosión del barroco. Aparecen intereses de todo tipo. Ya el año pasado mencionamos a los matemáticos, a los físicos; hay una explosión cultural que no tiene proporción con lo que había pasado antes y esa explosión continúa todavía hoy porque se considera que la ciencia experimental, la ciencia positiva, nace con Galileo. Ya voy a volver a eso.

Hay que tener en cuenta que en esa explosión no hay sólo matemáticos como Newton o Leibniz, sino otros personajes que mencionamos el año pasado, como el señor que inventa el microscopio, Leeuwenhoek y aparece el micro mundo que después se va a olvidar y un siglo después se va a volver a redescubrir. O van Helmont que se ve en la necesidad de crear un tercer estado de agregación: el gaseoso, además de los ya conocidos sólido y líquido. Así que se va ampliando el conocimiento como se abre un abanico. Creo que todos estos hallazgos son otras tantas emergencias y las considero emergencias.

¿Qué se piensa sobre la vida en ese momento? Se cree, a pesar de todo eso que sabían, en la generación espontánea. Hay recetas para fabricar gusanos, recetas para fabricar moscas, recetas para fabricar lauchas, y lo peor del caso es

que las recetas funcionan porque aparecen las moscas, aparecen las lauchas y aparecen los gusanos. Con todo hay un italiano, Francesco Redi, que dice, "si uno pone un trapito arriba de la carne no se forman gusanos", pero nadie le cree. Es el mejor ejemplo de inercia intelectual, no hay cosa peor que la inercia intelectual que borra talentos de un plumazo porque sí.

En el siglo siguiente, en 1700, otro italiano Lázaro Spalanzani, un sacerdote, vuelve a repetir esos experimentos, hierva comida, los llama "caldos putrescibles", los tapa con un trapito y no se pudren. Nadie le cree. El único que saca partido de esos estudios, que no sé si los conocía o los redescubrió, es un francés, Appert, que hierva comida la vuelca en un frasco, lo tapa caliente y se le conserva años, y le facilita esa alimentación a Napoleón. Napoleón alimenta sus ejércitos con la comida conservada de esa manera; no tiene que perder tiempo en recolectar comida para alimentar a sus tropas y adquiere una movilidad fenomenal que es en parte la causa de sus éxitos. Appert, un nombre para recordar. ¿Por qué pasa eso? No tiene la menor idea, todavía las bacterias no son populares y el que aclara el panorama es, otro talento, Pasteur con sus famosos experimentos. Y ya estamos en 1860.

1860 es un año importantísimo por la cantidad de cosas que pasan. ¡Qué lástima que no está el Dr Puyau! Hace algunos años nos laceró recordando la opinión de Leibnitz sobre la química: "no es una ciencia". Y lo peor del caso es que en esa época tenía razón. Porque la química es viejísima, la química empieza en Egipto, es heredera de la cultura griega y los árabes la elaboran y crean el alambique, y el alcohol, el álcali y tantas otras cosas, pero pasa a ser una ciencia medio siniestra. Uno de los grandes alquimistas fue San Alberto Magno, nuestro patrono, y enseñó alquimia también a su discípulo, nada menos que Santo Tomás de Aquino, pero los dos llegaron a la conclusión que era una lista de embustes para engañar a ingenuos, porque, por ejemplo, decían que había que enterrar

el plomo para que madurara y se transformara en oro. Era experimental, ese experimento salía mal, pero era experimental. Hicieron cosas, no hay que ser injustos con ellos.

Otro, por ejemplo, con un nombre espectacular, Teofrasto Bombasto von Hohenheim, un suizo que a sí mismo se llamaba Paracelso que quiere decir algo así como "el incomparable" en griego. Sabía mucha inorgánica y la aplicó para curar enfermedades sobre todo con derivados del mercurio. No sé si los pacientes se le murieron o se salvaron, pero el cloruro mercurioso es un famoso remedio, calomel o calomelanos que se usaba en mi infancia. Posiblemente tuvo algunos éxitos porque crea lo que se llama la iatroquímica, es decir la química aplicada a la medicina, y en realidad se lo puede considerar un precursor de lo que va a ser la quimioterapia, iniciada por Paul Ehrlich cuatro siglos después. Así que siendo un alquimista tiene su mérito.

Pero el que pone orden es Lavoisier. Lavoisier, un abogado, no solo descubre, o co-descubre el oxígeno (porque los ingleses y los suecos también quieren tener su participación) y el nitrógeno, sino que aclara que la combustión y la respiración son lo mismo. Aclara lo que son esos componentes gaseosos que están en el aire, que hay uno que sostiene la vida que es el oxígeno y otro que es sin vida y por eso lo bautiza azoe "sin vida", y toda la química explota porque aparecen una serie de talentos como Liebig, Berzelius, Wohler. Liebig hace análisis químicos de todo, simplemente quemando las sustancias y midiendo el agua y el anhídrido carbónico que se liberan, y esos datos le dan una idea del carbono y del hidrógeno que tenían. En fin, Berzelius también pone orden. Berzelius es el creador de los símbolos químicos, arrasa con los símbolos de los alquimistas: el Sol era el oro, la Luna era la plata, Saturno era el plomo... Se acabó, borra todo eso, les pone nombres latinos y las iniciales de cada nombre representan los elementos. Era un hombre muy ordenado y cabeza dura como él solo -ya vamos a ver-. Por ejemplo, sostiene que la

fermentación es un proceso químico, los tres, tanto Liebig, como Berzelius como Wöhler, dicen que "la fermentación es un proceso químico, la harina, la cebada o lo que sea se transforma en alcohol químicamente". Y hay otros, como Schwann, o Cagniard-Latour, o Kützing que dicen: "no, no, acá tiene que haber vida, no puede ser", y ¿quién saca las castañas del fuego? Otra vez Pasteur.

Otro misterio era la "fuerza vital", nadie había logrado sintetizar un compuesto orgánico. Los compuestos orgánicos fueron así llamados por Berzelius y se consideraban derivados de los seres organizados, los seres vivos, entonces, eran orgánicos. Nadie había sintetizado una proteína, era imposible sintetizarla; nadie había sintetizado un polisacárido, era imposible sintetizarlo, y existía la misma traba que tenemos hoy, por ejemplo, para decir que "yo fabriqué un ser vivo", nadie me va a creer. Y eso es lo que le pasa a Wöhler, que teniendo un frasquito con una solución de cianato de amonio (CNO-NH_4), lo lleva a seco y cuando recoge los cristales no es más cianato de amonio, es urea [$\text{CO}-(\text{NH}_2)_2$] y la urea es un producto orgánico por excelencia. Lo más alborotado se lo cuenta a Berzelius. Berzelius dice "no puede ser, está equivocado, lo engañaron", no le cree. Otra vez la inercia intelectual sigue siendo la gran traba. Y la inercia intelectual la había tenido Wohler mismo también varios años antes, porque había disuelto cianógeno $(\text{CN})_2$ en agua y al calentarlo se le había transformado en oxalato de amonio $(\text{COO-NH}_4)_2$, y el oxalato es una sal orgánica, pero como estaba como sal la consideró como un compuesto inorgánico y no se dio cuenta; no podía creer que él estuviera sintetizando un compuesto orgánico. En esa época Friedrich Wöhler tenía 28 años. Esas barreras intelectuales son feroces, y voy a machacar todo el tiempo con eso.

Las enfermedades. Ya lo vimos la vez pasada: se creían causadas por olores, por miasmas, por malos aires, malaria. Tanto Koch como Pasteur confirman que a muchas

enfermedades las provocan las bacterias y entonces se aclara ese problema que había confundido a la humanidad por mucho tiempo y las hace responsables a las bacterias, que, como ya lo vimos, se transforman en símbolo de maldad, de enfermedad y de muerte.

Pero en esa época ocurre otro acontecimiento revolucionario, que creo vale la pena ver con cierto detalle. Se refiere a Carlos Darwin, y a la evolución. Carlos Darwin había sido un alumno más o menos, como para pasar discretamente en el colegio. Se recibió de *Bachelor of Arts* en Cambridge, y estaba en su casa lo más tranquilo. Le encantaba la vida natural, los bichos, la naturaleza, paseaba con su profesor Henslow por los prados sorteando arroyos, buscaba escarabajos -tenía una colección de escarabajos fenomenal en su casa-. Un día le llega una carta donde Henslow le dice, "hay una posibilidad de dar una vuelta por el mundo en un barco de la marina y necesitan un biólogo, yo voy a proponer su nombre si a usted le parece bien". Carlos, encantado, le pregunta al padre, Robert Darwin, un médico muy famoso y de muy buena posición -la madre había muerto cuando Darwin era chiquito- y el padre le dice: "pero cómo, te vas a ir por dos años ahora que estás recién recibido, cuando vuelvas no vas a tener entrada en ninguna parte. No, no, es un disparate. Si encontrás una persona con buen sentido que te diga que está bien, está bien, te autorizo". Carlos, muy desanimado, le manda una carta agradeciéndole mucho a Henslow aclarando que no podía ir porque no tenía autorización paterna. Y para matar las penas se va a la casa de sus tíos, los Wedgwoods, Ahí vivía un hermano de su madre y una prima, todavía chiquitita, que le gustaba bastante y con la que terminó casándose como diez años después. Le cuenta la historia a su tío y el tío comenta "es un disparate perder esa posibilidad de recorrer el mundo, quién no te dejó". -Papá no me dejó. -"Y ¿qué te dice?" -Esto, esto y esto -"bueno, vamos". Se va a la casa de Carlos y lo convence al cuñado de que era un disparate que no lo dejara ir. -"Bueno que se vaya." Carlos le manda una carta a Henslow diciendo, "-He revisado mi

decisión, puedo ir". Henslow le contesta "Uy, mire ya designamos a otro, ahora todo depende del capitán del barco. Le voy a arreglar una entrevista con el capitán del barco". El capitán del barco era Robert Fitz Roy. Entonces arregla una entrevista en Oxford .Aparece Fitz Roy muy elegante, súper aristócrata, era descendiente por la rama izquierda de Carlos II, el Rey que había creado la *Royal Society* y de una muchacha, Bárbara Valliers, más tarde duquesa de Cleveland, así que se manejaba en un mundo muy "*tory*", muy conservador Tenía veintitrés años y ya había dado la vuelta al mundo otra vez; un capitán muy experimentado. Se encuentra con este otro muchacho recién recibido de veintidós años para decidir si lo elegía a él o al otro. Conversan un rato y lo elige a él. Se embarcan y ese viaje que estaba programado para dos años durara cinco años.

Darwin convive cinco años en un barco de treinta metros de eslora con setenta y cinco personas y tres pasajeros: tres yamanas de nuestro Estrecho de Beagle que los había recogido Fitz Roy en el viaje anterior: Fuegia Basket, una chiquita; Jemmy Button, un muchachito, y York Mister, un indígena más maduro que estaba perdidamente enamorado de Fuegia Basket y con la que finalmente se casa.

En cuanto salen a alta mar el pobre Darwin se pesca un mareo espantoso, que no lo perdió nunca, así que esos cinco años para él fueron una tragedia, sólo estaba feliz cuando llegaba a tierra o cuando tenía buen tiempo. En su viaje desembarca en Argentina varias veces. Paso por ejemplo por Médano Redondo, donde estaba Rosas acampado. Describe el campamento de Rosas, dice que los soldados tenían un aspecto de forajidos impresionante. Uno de esos forajidos posiblemente pasó por acá cerca porque lo acompañó a Darwin a Buenos Aires a caballo; también paran en San Julián, ve la Patagonia, dice que es una tierra maldita -gracias a Dios - y así no tiente a ninguna nación invasora. Estaba casi despoblada.

Vuelve encantado a Inglaterra y al poco tiempo se casa con la prima elegida. Escribe, ordena los datos, las colecciones únicas que ha hecho en el viaje. Y pasan los años, pero no publica nada. La familia quería que fuese Ministro protestante, sacerdote; la idea de introducir la selección natural como criterio de creación de especies iba contra todas las creencias de ese momento y no se anima. Hasta que un día recibe una carta de Alfred Russell Wallace, un compañero de estudios, donde le pide que por favor lo presente a Henslow porque ha hecho un trabajo donde describe la aparición de las distintas especies. Con honestidad, hoy casi inexistente, Darwin le manda la nota a Henslow, y le dice -"mire este trabajo es excelente, piensa exactamente lo mismo que yo pienso y que hace años que lo pienso, pero si él lo quiere publicar que lo publique". Y lo llaman, lo llaman varios, un destacado geólogo, Lyell, un botánico, Hooker y le dicen: "no, no puedes hacer eso, vos tenés todas estas ideas desde mucho antes, no te dejes pasar". Lo convencen y presenta, con Wallace, un trabajo conjunto. Y al año siguiente se publica el libro famoso *El Origen de las Especies*.

¿Qué pasa? Fitz Roy había hecho ese viaje por dos motivos. Uno para hacer un mapa más correcto de Sudamérica, especialmente de las costas argentinas y chilenas, y además era un protestante muy creyente, muy fiel, quería demostrar que lo que decía la Biblia era cierto, quería demostrar que todo lo que estaba ahí escrito era la pura verdad en todas las áreas del conocimiento, inmutable. Cuando aparece esta publicación de Darwin no le gusto demasiado lógicamente, y la iglesia anglicana reaccionó con tanta violencia que en junio de 1860 se hace una reunión de varios días en Oxford a donde va el Obispo de Oxford y toda una serie de destacados científicos, el prof Henslow y T.H. Huxley, entre ellos. Darwin no pudo ir porque estaba enfermo. Presumiblemente Darwin se contagió del mal de Chagas-Masa propagado por la vinchuca, cuando pasó por acá y su vida fue un sacrificio permanente, sufrió

bastante porque tenía ataques de todo tipo. A pesar de ello vivió muchísimo, murió a los 81 años.

En el día crítico de la reunión el Obispo de Oxford, Samuel Wilberforce, está indignado, dice de todo contra esas nuevas teorías y después de algunos incidentes, en determinado momento se pone de pie un señor canoso, muy distinguido, esgrimiendo un libro en la mano, la Biblia, y dice con voz enérgica y emocionada: "toda la verdad está acá, esto es lo único que vale". Era el Vice-Almirante Robert Fitz Roy. Es realmente conmovedor. Ante la repercusión de la obra de Darwin, que él indirectamente había contribuido a realizar, y que estaba en total contradicción con su manera de pensar, con uno de los fines de su vida, lo que sucedía le resultaba insoportable: cinco años después, el domingo 30 de abril de 1865 se degollaba con su navaja de afeitar. Tenía 55 años. Su intransigencia se volvió autodestructiva. A este hombre hay que respetarlo, porque era honestísimo, sin ninguna duda. Y este tristísimo episodio da una idea de lo tolerante y comprensivo que hay que ser con aquellos que no piensan como uno.

Otra revolución biológica, o emergencia intelectual es en la genética. El hijo de unos modestísimos labradores, en un pueblito cerca de Brno, Brünn en alemán, actualmente Hyncice, en lo que hoy es la República Checa, quiere estudiar, no tiene un peso, y entonces se hace monje agustino. Se llama Hans Mendel, y cuando toma los hábitos cambia el nombre por el de Gregor, Gregorio Mendel. Lo ven con tanto entusiasmo por la ciencia que lo mandan a Viena a estudiar biología. Cuando vuelve le sugieren que estudie la manera de mejorar las cosechas. A lo que responde que para ello debe saber cómo se transmiten los caracteres hereditarios. Nadie sabía nada. Durante nueve años analiza unas doce mil plantas de arvejas en un jardín del convento, y finalmente obtiene sus famosas leyes observando como se heredaban las flores coloradas o blancas, las semillitas amarillas o verdes, o arrugadas o lisas, y otras cosas más. Publica su trabajo y no pasa absolutamente

nada. Nadie estaba preparado para entenderlo. Un prestigioso botánico, Carl Wilhem von Nägeli, califica al trabajo de "incompleto". Eso pasaba en 1866.

Hay que esperar hasta 1890 en que otro biólogo famoso, Hugo De Vries, manda un trabajo a publicar y uno de los jurados, el alemán C. E. Correns comenta: "¡Oh, yo tengo los mismos resultados, que bueno!" Y el otro jurado, E. Tschermack von Seyseneegg, un austriaco, dice: "Yo también tengo el mismo resultado", "publiquemos un trabajo conjunto". Se lo comunican a De Vries, y publican un trabajo en conjunto, lo que hoy nos parece una actitud insólita, porque hoy posiblemente se habría rechazado el trabajo y se publicaba otro solamente con los datos de los jurados. El hecho es que lo redactan en conjunto y al revisar la bibliografía encuentran el trabajo totalmente arrumbado de Mendel, que había muerto 4 años antes, y con toda generosidad, a las conclusiones obtenidas las bautizan *Las leyes de Mendel*. Y mantuvieron la palabra factor para designar al responsable de la información transferida. De modo que hay dos gestos insólitos de rectitud y de cortesía en esa gente: no solo reconocieron que los tres habían hecho lo mismo sino que le dieron la gloria a Mendel. Hugo De Vries, Tschermack y Correns, tres nombres para recordar. Después, en 1909, a un danés, Johannsen, no le gusta que se llame factor a esa información. Ya había factores para esto, factores para aquello y decide inspirarse en la historia latina. Recuerda que para ser candidato a senador en Roma había que ser descendiente de los fundadores de la ciudad y por lo tanto se debía conocer la *gens*, el linaje del candidato, y entonces propone llamar "*gen*" a ese factor que se hereda y acuña también las palabras "genotipo" y "fenotipo" que hoy todos usamos.

Otra emergencia, esta vez de carácter químico, ocurre en el Congreso de Karlsruhe. Ese Congreso se realizó porque los químicos estaban en un *mare magnum* terrible. Hablaban de átomos, de moléculas, de equivalentes, de partículas. La ley o

hipótesis de Avogadro decía que en varios gases o en dos gases que están en las mismas condiciones de temperatura, presión y volumen tienen todos el mismo número de partículas. ¿Qué es una partícula? ¿Qué es un átomo? No había conceptos claros. Se reúnen en Karlsruhe, para ponerse de acuerdo. Por ejemplo, Berzelius escribía la notación del oxígeno con una O, pero si el oxígeno estaba bivalente le ponía una rayita al medio; era complicado. No se ponen de acuerdo, y la conclusión de ese Congreso es que cada uno escriba como le parezca más razonable.

Pero, al final de la reunión, un italiano, Estanislao Cannizzaro reparte entre los participantes un librito donde les cuenta la historia de un "*Curso de filosofía química*". Un químico alemán muy importante, Lothar Meyer, lo lee con detenimiento y se da cuenta de que después de leer esa comunicación "es como si las escamas se le hubieran caído de los ojos". "Entendí todo": los elementos tienen átomos, pero dos átomos pueden unirse para dar una molécula; todas las sustancias tienen moléculas; el equivalente es la cantidad..., en fin, todas las cosas que todos sabemos y se aclara un gran problema. La comunicación de Cannizzaro fue importantísima para unificar lo que los químicos pensaban en ese momento sobre la fórmula de una sustancia pura. Es otra emergencia.

¿Qué otra cosa paso en esa época? La química continua desarrollándose. Hay talentos como Emilio Fischer, por ejemplo, que se pone a estudiar las proteínas y propone que son cadenitas de aminoácidos, como nos explicó hoy el Prof. Prosperi; estudia los azúcares y se da cuenta de que tienen carbono y agua en relación 1 a 1, de ahí lo del nombre de hidratos de carbono; determina su estructura, determina la estereo isomería, es decir, la orientación de cada oxhidrilo; estudia los lípidos y concluye que son esteres de ácidos grasos. También estudia los "principios activos" del café, del te, del chocolate y del ácido úrico y determina su parentesco estructural, centrado en la "purina" (del latín *purum uricum*) -

una estructura deducida por él, presente en toda esta familia de compuestos-. Prácticamente Emilio Fischer aclara las estructuras básicas de casi todos los grandes grupos de la química biológica. Algunos años antes otro señor, un suizo, Friedrich Miescher, le pide a su ayudante que averigüe que sustancias hay en unas vendas llenas de pus, porque trabaja en un sanatorio por donde pasan los heridos de la guerra de Crimea (1854-1856). El ayudante aísla el material lo precipita con sales, lo precipita con alcohol etc., etc. y finalmente obtiene una sustancia, determina su composición e informa: "Tiene una base orgánica, tiene un azúcar que posiblemente puede ser una pentosa y tiene fosfato, todo en relación 1, 1, 1". "No puede ser, -aclara Miescher- ¿cómo va a tener tanto fosfato? Eso se le contaminó con sales". Así que le da otra pila de vendas para que le saque pus, saque las sustancias y todo de nuevo: le vuelve a dar exactamente lo mismo. ¿Qué material había quedado allí? Prácticamente los núcleos de las células y a este compuesto lo llaman nucleína. Y es así como se aislaron por primera vez los hoy famosos ácidos nucleicos ¿Cuales son las bases orgánicas que participan en los ácidos nucleicos? Dos son derivadas de la "purina" de Fischer y otras dos derivan de otra estructura básica, la "pirimidina". Cada una de estas bases .combinada con una pentosa, es decir, con un azúcar de cinco átomos de carbono (la glucosa, el azúcar más común, es una hexosa, tiene seis átomos de carbono) constituye un nucleósido. Si además se le incorpora un fosfato pasa a ser un nucleótido. Y los ácidos nucleicos son cadenas de nucleótidos químicamente unidos. Si la pentosa es desoxi ribosa se habla de ácido desoxirribonucleico, ADN. Y en este caso las bases involucradas son dos purínicas: Adenina (A) y guanina (G), y dos pirimídicas: citosina (C) y timina (T). A los ADN se los suele representar también por los nucleótidos que los componen, por ejemplo cadenas tipo: ACTGGTACCGT... etc., etc. La secuencia de estos nucleótidos define cada ADN. Análogamente, si la pentosa participante es ribosa, se habla de ácido ribonucleico, ARN, y las bases que intervienen son las

mismas que forman el ADN, salvo para la timina (T), que es reemplazada por el uracilo (U). También se incorpora un fosfato por nucleósido, dando un nucleótido, y también se forman largas cadenas de nucleótidos, ahora del tipo: AAGUCGAU... etc., etc. Y nuevamente la secuencia de bases define las propiedades del ARN. Fantástico ¿Qué función cumplen estas sustancias? Nadie lo sabía, pero tenían la composición.

Me quedaban pendientes los virus. Virus en latín quiere decir veneno y las enfermedades estaban causadas por venenos; como vimos, venenos que podían venir con olor, con miasmas. Entonces, cuando aparecen las bacterias como responsables de las enfermedades, las bacterias pasan a ser virus. Aunque en algunos casos el tema no era tan claro. Por ejemplo, el agua se filtraba por filtros de porcelana porosa, sin esmaltar, las famosas bujías de Berkefeld o de Chamberland, en las que las bacterias quedaban retenidas y el agua purificada. Un botánico ruso, Dimitri Iwanowski, estudiando una enfermedad del tabaco, el mosaico, no encontró nada mejor que moler hojas infectadas y filtrarlas por una de esas bujías de manera que las bacterias quedaran retenidas y pasara un juguito limpio, sin bacterias. Pero ese juguito vuelve a infectar a las plantas, ¡Es un virus que puede atravesar los filtros!. Otro investigador destacado, el holandés Beijerinck, confirma el experimento y acuña el calificativo de "virus filtrable" y lo define como un *contagium vivum fluidum*, un concepto difícil de entender, porque sería algo así como "vida líquida". Unos años después, en 1898, se encuentra lo mismo con la aftosa, Löffler y Frascch demuestran que la causa un virus filtrable.

Poco después, estamos en 1900 aproximadamente, aparecen enfermedades humanas, fiebre amarilla, como lo demuestra Walter Reed, causadas por un virus filtrable, y después aparecen virus en bacterias. Sospechada su existencia por un inglés, Twort, un canadiense D'Herelle que estuvo acá, en Argentina, luchando contra la langosta, porque

los encontró luchando contra la langosta, los estudia en detalle y los bautiza bacteriófagos; virus por todos lados, nadie les cree. A D'Herelle le hicieron la vida imposible, hasta su jefe que era Director del Pasteur de Paris no le creía, y el director del Pasteur de Bruselas, hizo todo lo posible para desacreditarlo. D'Herelle se murió sin pena ni gloria, pero eran virus, tenía razón. Hoy la palabra "filtrable" ya no se usa, y las bacterias son bacterias y los virus, virus.

¿Qué es un virus? ¿Qué habían hecho los físicos y los matemáticos? Los físicos y los matemáticos nos volvieron locos a todos porque crearon una serie de conceptos absolutamente anti-intuitivos: uno puede estar en un lugar o en el otro y en el medio no hay nada. -¿Cómo? No puede ser.- Sí, estás acá o allá, en el medio no hay nada. Es la teoría de los cuantos: Max Planck, la discontinuidad de la materia. Fantástico, es anti-intuitivo, pero funciona perfecto, explica montones de fenómenos.

Otro señor habla del principio de indeterminación: Heisenberg -"Yo no puedo saber exactamente a qué velocidad va y dónde está una partícula, o una cosa o la otra para saberlo con precisión"- . ¿Cómo? Si yo veo pasar un avión y sé perfectamente de dónde a dónde va y a qué velocidad va. Difícil de entender. Pero también funciona.

Relatividad. Esto es un metro, yo peso ochenta kilos y voy a 60 Km. por minuto. No, eso depende de la velocidad a la que vayas, la única constante que hay es la velocidad de la luz en el vacío, si voy muy rápido soy más gordo. Difícil de entender, pero funciona. Eso era tan anti-intuitivo que a Einstein, que es el autor de la teoría, no le dieron el premio Nobel por la relatividad, se lo dieron por el efecto fotoeléctrico donde interviene la constante de Planck. Así que esa inercia intelectual, otra vez es terrible pero con él fueron más comprensivos.

Después De Broglie aparece con la onda asociada. Una partícula puede ser una partícula o una onda. Pero ¿cómo?, si es una partícula es una partícula, es una pelotita. No, pero también puede ser una onda. No se entiende. Bueno en base a esos conceptos revolucionarios que introdujeron los físicos se aclararon millones de cosas. Son otras tantas emergencias. Y hoy no quiero ni mencionar lo que es la estructura del átomo porque con los quark, los leptons y todas las partículas subnucleares que se barajan uno se vuelve loco y hay que ser un experto y saber mucha matemática. Ni mencionar la teoría "M".

El efecto de la discontinuidad fue tan revolucionario que un estudiante de Otto Hahn, el descubridor de la fisión del uranio, decidió ver cuál era el "cuanto de herencia". Entonces se fue a Estados Unidos en 1937 y ¿cuál es el "cuanto herencia"? pregunta. A lo que los biólogos le dicen que lo más chiquito que hay es un virus, un bacteriófago, que trabaje con eso. Y este hombre, físico alemán, Max Delbrück empieza a estudiar estos bacteriófagos y aclara casi todo. Tuvieron la suerte de que se desarrolló el microscopio electrónico en esa época y llegan hasta a verlos, así que fue un éxito total. En 1969 le otorgan el premio Nobel. Y los virus son virus y tienen existencia, y se plantea un problema, "pero los virus ¿tienen vida? ¿no tienen vida? ¿Son organismos? ¿no son organismos?" Problema. Concretamente son ácidos nucleicos asociados a determinadas proteínas, con determinada forma.

Después se complicó el problema porque aparecieron elementos todavía más sencillos que los virus. En eso vamos a entrar después.

¿Qué pasaba con la herencia? La herencia, como dijimos, estaba en manos de los genes. Los genes eran elementos que se manejaban en forma funcional: tiene un gen para ser rubio, tiene un gen para pelo negro, tiene un gen para pelo marrón... ¿Qué es un gen? No tengo la menor idea. Y a un señor se le ocurre estudiar la neumonía en las lauchas. Y entonces resulta

que las lauchas se enferman de neumonía cuando las inyecta con unas bacterias patógenas, unos neumococos. Pero este señor, que se llama Griffith, observa que una mutación de los neumococos que no tienen cápsula, -la cápsula es una cubierta que es externa a la pared celular de las bacterias y que era de polisacáridos- no enferman a las lauchas. Entonces ¿qué hace? Lo intuitivo. Toma bacterias con cápsulas, las muele bien, las mata, se lo mezcla a bacterias que no tienen cápsula y se lo inyecta a las lauchas. Y resulta que las lauchas se enferman. Los neumococos sin cápsula se han transformado en patógenos ¿Cuál es el factor de transformación? Estamos en 1928. Dedicó su vida a estudiar cuál era el factor de transformación, y eso lo logra recién Avery en un trabajo famoso de Avery, MacLeod y McCarty, en 1944, donde demuestra que el factor de transformación es ADN y por lo tanto es el portador de la herencia. ¿Fue ese un éxito total? No, nadie le creyó. Salvo unos pocos que aplaudieron la idea y lo confirmaron. Murió respetado, pero sin premio Nobel. Y entonces se aprende que la herencia está en una sustancia química. En ese momento Salvador Luria, que después va a ser Premio Nobel, tenía un estudiante bastante particular, un personaje, lo manda a Cambridge, Inglaterra a estudiar al lado de un señor Crick, Este estudiante se llamaba Watson, y ahí empiezan a estudiar la estructura del ADN. Tuvieron la suerte de que había una mujer extraordinaria, Rosalind Franklin, con gran habilidad para sacar fotografías excelentes de espectros de Rayos X, y tenía unas fotos magnificas de los espectros del ADN cristalizado. El jefe de ella, Wilkins, les muestra las fotos a estos dos muchachos y enseguida se dan cuenta de que hay una estructura helicoidal ahí, dos cadenas de ADN se enfrentan de tal manera que a una G corresponde una C, y a una A. corresponde una T. Ya varios años antes, otro investigador, Chargaff, había observado que todos los ADN que había analizado contenían iguales cantidades de A que de T, y de G que de C. Todo coincidía.

Publican, y cinco o diez años después Premio Nobel para los dos. La pobre Rosalind Franklin ya había muerto así que se quedó sin la gloria y además ni la mencionaron. Ahora, hay todo un movimiento de reconocimiento a su figura porque la verdad es que la trataban tan mal, tan mal, que por ser mujer, por ejemplo, no la dejaban comer con los profesores, porque esa era la sala de profesores, no de profesoras, en Inglaterra. De esta manera se aclara la estructura de los genes y los biólogos que estaban metidos en eso, se dan tal susto que inventan la "biología molecular", Claro, toda la bioquímica es molecular, pero ellos eran biólogos, manejaban principios, extractos, cruzamientos..., y lo que ven que están manejando moléculas estallan de alegría... Yo estaba en Estados Unidos cuando se produjo ese cambio y vi la euforia de los biólogos por estar trabajando con moléculas, ¡estamos trabajando con moléculas!, y todos querían ser químicos moleculares o biólogos moleculares en ese momento. Y esta es otra emergencia importantísima.

¿Qué otra cosa rara pasa? La transmisión genética horizontal. Todos sabemos que la herencia se transmite de padres a hijos, pero hay más. Los virus pueden llevar información de un individuo a otro. Todos los que hemos tenido sarampión, tos convulsa, todas esas enfermedades de chicos, lo recibimos de alguien y con toda seguridad que tenemos algún gen de ese alguien que el virus nos trajo prestado, eso se llama herencia horizontal. Y tal vez yo la pueda transmitir a mis hijos, y eso en bacterias es el "pan nuestro de cada día", es lo más común que hay, y lo hacen no sólo los virus sino otros entes más chiquitos que se llaman plásmidos, que son directamente cadenitas de ADN. Pero no sólo los plásmidos, hay fragmentos más chiquitos que se insertan en los plásmidos o en los virus y que se llaman transposones, y que se meten en las bacterias y en nosotros, porque a los transposones los descubrió una señora Bárbara Mc Klintock en el maíz, y nosotros tenemos transposones que se transmiten en forma horizontal también. Y como si eso fuera poco hay

también integrones. Los integrones son información genética para una sola proteína y tiene que haber un sistema tal en el integrón que permita que su ADN se inserte en el receptor adecuado del ADN del huésped. Pero ¿Que es lo importante? Que la herencia se pueda transmitir en forma horizontal. Y esta es otra emergencia en esta sucesión de estudios.

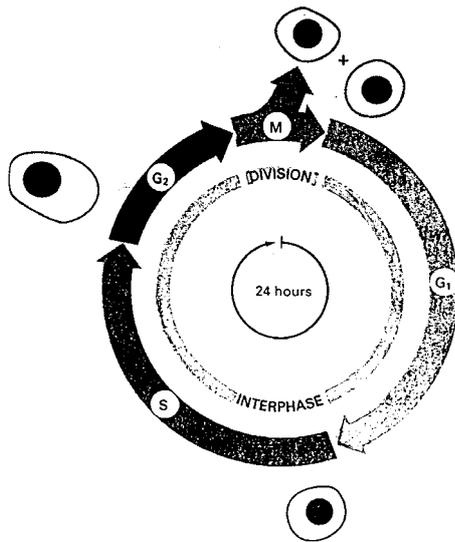


Figura 3: El ciclo celular. Las cuatro fases, G1, S, G2 y M están proporcionalmente representadas para un ciclo de 24 horas, común a células de eucariontes (el ser humano incluido). En la fase G1 puede existir un punto G0 cercano a S, en el que el ciclo se detiene y por lo tanto la célula sigue viva, pero deja de reproducirse.

¿Qué no sabemos hoy? Por supuesto que infinidad de cosas, pero desde un punto de vista bioquímico -y esto lo cuento porque me pidieron que hablara de qué es lo que no se sabe-, de la bioquímica metabólica hoy se sabe muchísimo, se va a saber casi todo. Es cuestión de trabajar y trabajar, no hay dificultades mayores. Creo que con el tiempo se va a saber todo. Hay casos como, por ejemplo, el ciclo celular en eucariontes, que se está estudiando con toda intensidad. Seguro que ustedes ya lo conocen porque en un primer tiempo se observaba mirando al microscopio y se veía que las células en el momento de dividirse daban dos células hijas y después pasaban por una especie de período de descanso, de latencia, (un gap, en inglés, de ahí la G1 de la figura 3). Después empezaban a sintetizar ácido nucleico (S de síntesis), y después se tomaban otro descanso. Había otro período de

latencia, otro gap (G2), y después se dividían (M, de mitosis). Eso es lo que se llama el ciclo celular de eucariontes.

Ese ciclo que uno lo representa tan sencillito es infernalmente complicado porque hay infinidad de factores, ciclinas, porque intervienen en el ciclo, interleuquinas, porque se descubrieron estudiando leucocitos, y decenas de quinasas y fosfatasas que insertan y quitan fosfatos y así regulan en dónde debe detenerse el ciclo, si debe dividirse, o no debe dividirse la célula, en fin, está todo muy controlado. Y como ese tema está vinculado a la división celular -léase cáncer- hay centenares de laboratorios trabajando y cada día se sabe más, y cada día es más infernal entender, porque los factores de crecimiento celular pululan y cada investigador lo nombra con 2 o 3 letras y después resulta que esas letras definen a un factor que habían descubierto en otro sistema y le habían puesto otro nombre, hay sinonimias, es un galimatías Pero lo cierto es que cada día se sabe más y creo que se va a saber todo en el futuro porque es algo comprensible.

También se sabe mucho de estructura de proteínas, ahora se estudian por rayos X y por otras técnicas sofisticadas y ya no es saber la composición en aminoácidos sino la distribución espacial y dónde está el centro activo y cómo se le pega la coenzima, etc., etc. Toda una serie de estudios admirables que van a aclarar la forma y la manera de actuar de nuestras proteínas. Las proteínas son bastante especiales porque tienen que estar dobladitas de una manera adecuada. Si no están plegadas de una forma adecuada nos dan otro ente que puede ser patógeno, que es un prión. Los priones, como ustedes saben, son los responsables de la enfermedad de "la vaca loca" o encefalitis espongiiforme bovina (en inglés BSE: *Bovine Spongiform Encephalopathy*), y esas enfermedades esponjiiformes atacan animales y a veces también al ser humano. En ese prión estuvo trabajando años un señor Prusiner. El señor Prusiner estuvo acá hace dos o tres años, y en una charla con él, le pregunté por qué los llamó priones -

"Porque es una proteína pr, infective, pri" Después aclara: "todo lo importante termina en "on", electrón, neutrón, protón y entonces lo bautice "prion" (que en inglés se pronunciaría "praion"), pero me enteré que "praión" es un pajarito, es un pajarito de Sudamérica, entonces se pronuncia "prión". Así que es importante decir prión y no praión, en este caso. Entonces le pregunté: ¿cómo va a clasificar a los priones?, "Realmente no se" me contesta. Y entonces tímidamente le sugerí: "Haga lo mismo que hizo Lwoff con los virus".

Como ya lo mencionamos en el caso de los virus se discutió muchísimo si eran seres organizados o no, si tenían vida o no, y al final lo consultaron a un virólogo destacadísimo, un francés de origen ruso, André Lwoff, también Premio Nobel, quien después de muchas elucubraciones en un trabajo muy bien escrito y muy gracioso por las cosas que dice, concluye: "lamento tener que declarar, y lo hago con toda convicción, que los virus son virus". Y se acabó el problema. A Prusiner le pareció buenísimo el cuento: los priones son priones y se acabó el problema. Por ahora son proteínas mal dobladas.

La bioquímica vegetal que siempre fue la hija pobre de la bioquímica ha progresado una barbaridad, se sabe montones. Pero, por ejemplo, no se sabe todavía como se biosintetiza la celulosa que es el compuesto natural más abundante en la superficie de la Tierra. Es tan compleja la fabricación de ese producto que todavía no se sabe cómo es y hay centenares de laboratorios que lo han estudiado, pero creo que se va a saber, es cuestión de paciencia.

¿Qué es lo que tal vez no se vaya a saber? Y ahí está la propuesta que me hizo Lila, -"cuente algo que no se sepa". Es el sistema nervioso. El conocimiento del sistema nervioso ha progresado también una enormidad. El conocimiento riguroso empezó con Ramón y Cajal. La neurona de Ramón y Cajal sigue vigente como en el primer día y hay muchas otras células involucradas. Hay astrocitos, hay glía, etc., y es muy difícil estudiar el sistema nervioso: Además aparecen otros

elementos que no son puramente bioquímicos, como la descarga eléctrica, por ejemplo, hay un potencial de acción que hay que medirlo y entonces se introduce un electrodo en determinada región del cerebro del animal de experimentación, y se ve si mueve la patita, o hace lo que debe hacer, etc., etc. Es complicado. Posiblemente se sepa más pero estudiar cerebros humanos va a estar siempre lleno de limitaciones no solo instrumentales sino, y tal vez más importante, éticas. Uno de los hallazgos más valiosos lo hizo un argentino, romántico, que se puso a estudiar el canto de los pájaros. Este señor trabajando en California no encontró nada mejor que estudiar el canto de los canarios. Y los canarios cantan mucho en primavera y en otoño para seducir a las canaritas y cuanto más viejo el canario, más hábil, mas maduro, canta mejor, tienen mejores melodías y más éxito tiene. Él observó eso y entonces empezó a ver qué podría pasar ahí. Piensa "las canarias cantan poco, cantan un poquito, pero con menos gorgoritos". "Vamos a darles hormonas masculinas a las canarias". Les dieron hormonas masculinas, testosterona, y empezaron a cantar; no cantaban tan bien como los machos, pero cantaban. "Entonces acá hay una relación hormonal importante". Midió la cantidad de hormona en los canarios y vio que había un aumento un poco anterior a que el canario cantara mejor, en fin, hizo todos los estudios correspondientes. Y después tuvo que hacer una cosa un poco cruenta: ver qué pasaba en el cerebro del canario. Y vio que en el centro del canto, cuando cantaba bien aumentaba el volumen. Era más grande, y en las canaritas inyectadas también. Y era un dogma sagrado que el sistema nervioso sólo se divide en estado embrionario, una vez que el individuo nació, las neuronas no se dividen más; las células musculares no se dividen más, se acabó. "Genio y figura hasta la sepultura".

Entonces empezó a estudiar en detalle, a hacer cortes seriados y vio que aparecían nuevas células, se estaban creando neuronas. Pero no se dividían las neuronas, se creaban neuronas nuevas. Neuronas nuevas a partir de unas

células que hoy son muy comunes y famosas, y que están en todas partes: las "células troncales" (*stem cells*, en inglés). Son células que no están divididas, no están especializadas, son totipotentes, digamos, y se orientan hacia lo que la circunstancia le diga. Si hay que hacer una neurona, "soy una neurona", y migra hasta el lugar adecuado y funciona, pero después se mueren. Por eso es que después de pasado el canto el cerebro vuelve a su tamaño original.

Este señor se llama Fernando Nottebohm y ahora está trabajando en Nueva York, Yo creo que es el candidato más firme que tiene la Argentina para el Premio Nobel, porque no hay quien no lo cite y es además una persona excelente. Nosotros lo invitamos a que diera una charla en el Instituto y el título que pretendió darle era *El canto de los pájaros contado por un pajarón*.

¿Tendrá el cerebro humano capacidad para saber cómo funciona el cerebro humano? ¿O será como pretender meterse detrás del espejo? Para terminar recordare una reflexión de un señor Weisskopf. Este señor Víctor Weisskopf, era un físico, murió el año pasado, un físico austriaco, judío, creyente, muy culto, tenía una cultura prácticamente renacentista, músico, tocaba el piano como los dioses, con veleidades izquierdistas, y entonces decidió probar fortuna en Rusia. Pero luego que vio eso salió disparando y en 1933 se radicó en Estados Unidos, y ahí empezó a trabajar. Cuando Leo Szilard, Albert Einstein y Enrico Fermi le mandan la carta a Roosevelt entusiasmándolo para que apoyara el proyecto que después se llamó Manhattan (de hacer la bomba atómica) él forma parte y contribuyó a hacer la bomba atómica que cayó sobre Hiroshima, y sobre Nagasaki, así que era un físico de "armas llevar". Cuando se retira da una charla y en esa charla dice que el conocimiento ha explotado a partir de hace unos quinientos años, otra vez Galileo, y ha logrado éxitos fenomenales, ha explicado montones de cosas, va a explicar un montón de cosas, pero no va a explicar todo.

Cuando uno mira un cielo estrellado lo puede interpretar en base a los datos científicos, dirá: "sí, ésta estrella es Alfa del Centauro, esta constelación es Orión, etc, etc", pero además de esa información el Cielo le está dando una información estética que no se puede traducir en ciencia. Lo mismo pasa con un atardecer o con una obra de arte; hay otro conocimiento. Eso lo decía Vicky -Víctor Weisskoff- físico, judío creyente, miembro de la Academia Pontificia y Consejero personal de Juan Pablo II. Nada más.

DIÁLOGO

- Dr. Dankert: Si hay alguna pregunta, con mucho gusto...

- Prof. Brenci: Ringrazio per il tutto, ma, mi servono alcune precisazioni e la risposta a una domanda.

La domanda è: la serie di emergenze indicate é una serie temporale di emergenze conoscitive o scoperte, problemi che vengono affrontati nella storia della scienza in tempi successivi o lei pensa che la realtà evolva in quanto noi la conosciamo sempre più approfonditamente. È una serie di eventi ontologici quella delle emergenze, o è una serie di "scopertes" dell'uomo. La domanda è: quale è la sua posizione, quella ontologica o quella appunto, di una successione conoscitiva? Ma, prima della risposta per questione corporativa sono costretto a chiederle alcune precisazioni.

A me risulta che Mendel scrive *Pflanzenhybriden* nel 1865 e che von Tschermak e Correns, riscoprono le leggi mendeliane nel 1900, cioè, dieci anni dopo, dieci anni non dicono molto nella storia della civiltà.

- Dr. Dankert: Cuarenta, cuarenta, es en el '90.

- Prof. Brenci: 35, esatto, ma al di là del fisicalismo che non ci aiuta a molto, è sicuro che lui si chiamasse Johan e che poi diventa Gregorio, col nome assunto come religioso ma al di là di questo ha detto una cosa che non posso lasciarle passare perché mi ha detto, "una cittadina di collina", guardi che Brno è la seconda città dopo Praga.

- Dr. Dankert: No, cerca de Brno

- Prof. Brenci: No, no, està proprio a Brno. Il Convento degli agostiniani lo conoscono tutti, perché è lì che si va a fare la Commemorazione. Ma, al di là di questo resta il fatto che per caso io mi chiamo Brenci e dieci generazioni fa mi chiamavo Brncic, cioè di Brno, e quindi non le posso far dire che era una cittadina di collina. Motivo personale.

Il discorso che invece mi interessa concettualmente è il passaggio dalla intuizione alla identificazione degli acidi nucleici come vettori dell'eredità. Everett è sicuramente quello che lo scopre, ma, lei ha nominato anche Delbrück, se non mi ricordo male.

- Dr. Dankert: Max Delbrück. Trabajó con los virus, con los bacteriófagos, es el creador de los bacteriófagos T.

- Prof. Brenici: É quella strana persona che comincia a studiare esattamente in Austria e in Germania, migra in América per motivi molto convincenti, e diciamo, che è la persona che riassume, non a caso, il libro che le stó per nominare è stato scritto durante la guerra, e riassume tutta una posizione dei fisici austro-tedeschi sulla vita, e sarà il Schrödinger tra l'altro coautore del principio di indeterminazione che scriverà "*What is the life?*" pubblicazioncella veloce, fatta a Londra nel '42 in cui scriverà il testo che modificherà fundamentalmente la biologia, spostando l'attenzione della genetica dagli effetti dei geni perché, purtroppo gli americani se ne sono dimenticati poi, ma, identificherà alla struttura stessa dei geni suggerendone che fosse un polimero, denominato cristallo aperiodico, identificando i legami idrogeno come i segnali del codice della vita, come i vettori dell'eredità. E sarà Delbrück a influenzare tutta la Scuola californiana, affermando "abbiamo fin ora voluto avere deduzioni da quello che osservavamo, adesso abbiamo l'obbligo di affrontare direttamente la struttura del gene". Da quel momento, passeranno nove anni, siamo nel 1945, la guerra stà finendo, Avery identifica negli acidi nucleici il vettore della informazione ereditaria e la scoperta della struttura del DNA non cambierà di molto il modello del cristallo a periodico che sarà chiarita in Inghilterra da Watson e Crick.

Detto questo perché purtroppo nella Storia molto spesso gli eventi fondamentali vengono letti a seconda, di chi ha più seguito. E purtroppo, negli anni tra il 1940 e il 1960 il centro della conoscenza scientifica si sposta dall'Europa agli Stati Uniti e la Biologia con la Fisica trasferiscono il loro centro di interesse in USA.

Certamente la scuola di Genetica californiana è importante e risale al 1909 ma alla nascita della genetica come Biologia molecolare del Gene contribuiscono in maniera determinante i Fisici ebrei-tedeschi in diaspora. Uno dei quattro che determinano il cambiamento d'impostazione sarà Linus Pauling che in il legame chimico scriverà esplicitamente come dovrà essere costruita la molecola vettrice della informazione ereditaria. Sembra che questo però sià un tratto di storia della scienza "normalmente" dimenticato.

- Dr. Dankert: Mire yo de filosofía no sé una "pepa", así que lo único que le puedo decir es que son hallazgos nuevos y los bauticé: "emergencias". Por supuesto ningún hallazgo está solo, todos tienen una historia atrás, y muchas veces los precursores son desconocidos.

Ejemplo de este año, le han dado el Premio Nobel a dos señores por diseñar la famosa tomografía computada, el primero que hizo algo en ese sentido desde el punto de vista matemático fue un argentino, Calderón, que hizo la matemática necesaria y que a otro argentino, que lo conocía, le pregunté si no me podía conseguir datos para escribir un artículo para reivindicar un poquito a este señor Calderón, que era un talento y que ya murió. Así que siempre pasa eso.

- Dra. Archideo: Entiendo que la pregunta que hacía Brenci es si vos consideras la emergencia en la cosa en sí, en lo que se descubre, o en el tema del conocimiento en cuanto tal.

- Dr. Dankert: No, creo que lo importante es el conocimiento que se incorpora a la cultura. Eso es lo que emerge, porque la cosa en sí ya está, lo que pasa es que uno no la ve, no sabía que estaba.

- Dra. Archideo: la descubre.

- Dr. Dankert: la descubre, pero estaba. Lo valioso es que se incorpora al conocimiento de la cultura occidental. Creo, ésa es mi modesta opinión, pero como filósofo soy un zapatero estupendo.

- Dr. Gratton: Una pequeña precisión, visto que se trata de una cuestión de terminología. Me parece que el profesor Dankert cuando dice emergencia -en la forma que la ha introducido al comienzo de su exposición- pone el acento en lo que sucede, en lo que acaece y entonces los descubrimientos, incluso científicos, son algo que acaece. En las discusiones de la mañana, Proserpi, Abbona, etc., poníamos en cambio el acento o usábamos la palabra emergencia en el sentido de una propiedad nueva que no está en los componentes. Es decir, dado un complejo que se puede separar en componentes independientes, se encuentra que en el ensamblaje aparece una propiedad nueva que no estaba en los componentes. Así que, como se ve, se trata de dos definiciones diferentes.

- Dr. Dankert: Ésa es otra emergencia, correcto, por eso la definí desde el principio para no tener problemas.

- Prof. Grattón: Nada más que una pequeña observación.

- Dr. Dankert: Perfecto, gracias.

- Dra. Beveragi: Con respecto a lo que no se conoce quería decirle a Marcelo que no se haga muchas ilusiones con respecto al desconocimiento del sistema nervioso central.

En estos momentos está muy en actividad en todas partes las neurociencias que son ciencias multidisciplinarias que realmente están prestando muchos conocimientos sobre el funcionamiento del sistema nervioso central, y uno de los elementos que aportó mucho es lo que se conoce como la tomografía por emisión de positrones, el PET. Entonces, muy rápidamente se van ubicando las distintas zonas del sistema nervioso central que son estimuladas frente a determinados pensamientos. Creo que esto que ha comenzado hace bastante poco va a traer rápidamente, imprevisiblemente, conocimientos muy profundos del sistema nervioso.

También todos los estudios que se han hecho a partir de las células troncales o estaminales o *stem cells*, que son estas células que tienen potencialidad de diferenciarse para un lado y para otro, los intentos en estos momentos de hacer cultivos personales, o sea, de cada persona obtenerse los estaminales y ubicarlos en algún lugar como para que adquieran una diferenciación específica lo hacen también en muchísimos laboratorios para prever el reemplazo de células neuronales, muertas, o degeneradas en el sentido de la enfermedad de Alzheimer o de otras enfermedades que va restando masa neuronal. Así que esa área me parece que también va estar rápidamente enriquecida.

- Dr. Dankert: Correcto, es una de las cosas que está estudiando ahora precisamente el Dr Fernando Nottebohm. La historia es interesante. El padre lo mandó a estudiar ingeniería agronómica, porque es una familia que tienen campo en la zona maicera., y el muchacho fue allí y se enamoró de la biología, y dijo, "Papá hacé con la plata lo que quieras, yo me quedo a trabajar acá". Así que abandonó una carrera económica exitosa por el placer de saber. Nottebohm propone precisamente eso, y hay ejemplos de injertos en animales de esas células troncales. Las células troncales sirven ahora para todo un poco. Porque una célula troncal de médula se puede desarrollar en el páncreas, depende de la circunstancia, es decir, de todas estas ciclinas o factores que la informen. Es maravilloso, pero no quería soñar demasiado. Lo que digo que está un poco en el aire, es lo que dice Weisskopf ¿qué pasa cuándo miro *Las Meninas*?, o ¿qué pasa cuando veo a mis chicos reírse?. Eso no sé si la ciencia me lo va a explicar.

- Dra. Beveragi: probablemente no, y ahí te va a tocar estudiar...

- Dr. Dankert: Por otra parte ahora se está estudiado también por otro camino: el de la drogadicción, ¿Qué es lo que producen las drogas? Y como ustedes saben todas las drogas convergen en las endorfinas. Las endorfinas son unas hormonas segregadas por el cerebro que producen una sensación de bienestar. Y lo notable es que la nicotina, los opioides, todos convergen en liberar endorfinas, lo que pasa es que como no son el agente o el ligando -como dicen acá mal, el ligante es como se diría bien- adecuado, dura mucho más, y claro, les produce un bienestar extra mucho más largo que el que le produciría la endorfina, o la endomorfina natural, porque ése es el origen del nombre que tienen esas hormonas.

El concepto de receptor -casi lo menciono como otra emergencia, pero me pareció que no valía la pena- fue revolucionario. Porque todo el mundo hablaba de hormonas -"¡Uy! Sí, pobre hombre, es diabético porque no tiene insulina". Pero resulta que había diabéticos que tenían insulina, insulina normal. -"pero cómo, no puede ser, si tiene insulina". Pero no tenía receptor y ahí aparece el concepto de receptor, eso ocurrió hace unos cuarenta años. Así que no basta tener algo, hay que tener quien lo reciba. Y eso pasa también con la gente. La gente que escucha y que recibe, y que se emociona con lo que recibe es una, pero desgraciadamente la mayoría es sorda, tiene la radio apagada, no hay receptor. Basta ver lo que pasa en la Argentina donde la ciencia no vale nada. -"Los que hacen ciencia son unos ilusos, soñadores", porque no creen en eso, no se dan cuenta que es una mina de oro. No se dan cuenta que si Alemania es una potencia ahora, después de haberla destruido hasta los cimientos, es porque lo primero que hizo fue estudiar; y Japón, que le hicieron trizas dos ciudades y al resto la arrasaron, ¿en qué invirtió? en estudiar; y Estados Unidos que es el paradigma del estudio, de la investigación; nosotros no creemos en eso. Valoramos mas otras habilidades. Tenemos el ejemplo de Kurt Tank, un alemán que diseñó el "Pulqui" famoso, un ingeniero aeronáutico importante, pero como había venido de Alemania y lo había traído Perón, era nazi, entonces lo echaron.. Se fue a la India, y ahora la India tiene satélites alrededor del mundo gracias a la escuela que él creó ahí. No voy a hacer mas comentarios.

© 2004 CIAFIC Ediciones

Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural

Federico Lacroze 2100 - (1426) Buenos Aires

e-mail: postmast@ciafic.edu.ar

Dirección: Lila Blanca Archideo

ISBN 950-9010-40-5