


¿SI NO LO VES, NO LO CREES?

UNA PEQUEÑA HISTORIA DE VIRUS.

Dafne Jácome Sanz



Resfriados, influenza, herpes, meningitis, encefalitis, poliomielitis, neumonía, hepatitis, sida, ebola, algunas verrugas y algunos cánceres. **¿Qué tienen en común todas estas enfermedades?** Pues que están originadas por **virus infecciosos**. De hecho, se estima que más del 90% de las enfermedades humanas pueden estar originadas por ellos.

Los virus son conspicuos, cosmopolitas, universales y muy abundantes. Cada día estamos expuestos. **¿No son razones más que suficientes para querer saber algo más de ellos?**

Actualmente, en muchas situaciones usamos la palabra virus: un **virus informático** te puede estropear el ordenador, un **vídeo viral** es aquel que ha llegado a mucha gente en poco tiempo y si te encuentras mal sin causa aparente, es que has cogido un "**virus de estos**".

Vale la pena saber que a cada minuto, inspiramos unos 6 litros de aire. En este volumen, llegan a nuestros pulmones grandes cantidades de virus. Y no sólo "nos visitan" a nosotros, también visitan a nuestros animales de compañía, a las plantas que tenemos en el balcón e incluso van a la deriva en el agua de mares y ríos.

De esta realidad saben mucho los miembros del **VIRCONT**, el Laboratorio de Virus Contaminantes del Departamento de Microbiología de la Facultad de Biología de Barcelona. Encabezados por la Dra. **Rosina Gironés**, estudian virus contaminantes del ambiente, del agua y de los alimentos. La detección de virus y priones es una herramienta para esbozar el origen de la contaminación fecal tanto humana como animal y evaluar el riesgo patogénico (hepatitis A, E). Trabajan para concentrar, cuantificar y caracterizar los virus y su propagación.

TODO UN MUNDO MÁS ALLÁ DEL MICROSCOPIO

¿Pero de qué estamos hablando cuando decimos virus?

Definir que es un virus tal vez sea, la pregunta más difícil de responder. Más aún, que responder: ¿qué es la vida? Porque los virus, son en cierto modo, la excepción de la vida.

En un origen, el significado de virus incluía **cualquier sustancia venenosa**, como el veneno de la serpiente. Virus en latín, significa veneno. Más tarde, se empleó de un modo más específico, a fin de designar el agente etiológico de toda enfermedad infecciosa. El mismo Louis Pasteur se refería a las bacterias infecciosas como virus. A finales del siglo XIX se habían podido aislar gran cantidad de bacterias causantes de enfermedades infecciosas, pero había unas pocas enfermedades que no eran consecuencia de agentes bacterianos conocidos, como la fiebre aftosa que afecta a los animales. Por ello se hicieron necesarios nombres más ajustados a la realidad, como **agente infeccioso soluble** o **virus filtrables**.

Los virus son pequeños **ácidos nucleicos** (DNA o RNA) protegidos por unos **envoltorios** proteicos o cápsida. Los más voluminosos tienen otro envoltorio externo. Estos envoltorios les permite la entrada en las células. En sí mismos son acelulares, pues carecen por completo de estructura típica de célula y no pertenecen a ninguno de los cinco reinos naturales de clasificación de organismos. Una vez dentro de las células se apoderan de la maquinaria para generar copias (material genético y proteínas de la cápsula) de sí mismos. Una vez ensamblados y listos para dispersarse, salen de la célula, destruyéndola por completo.

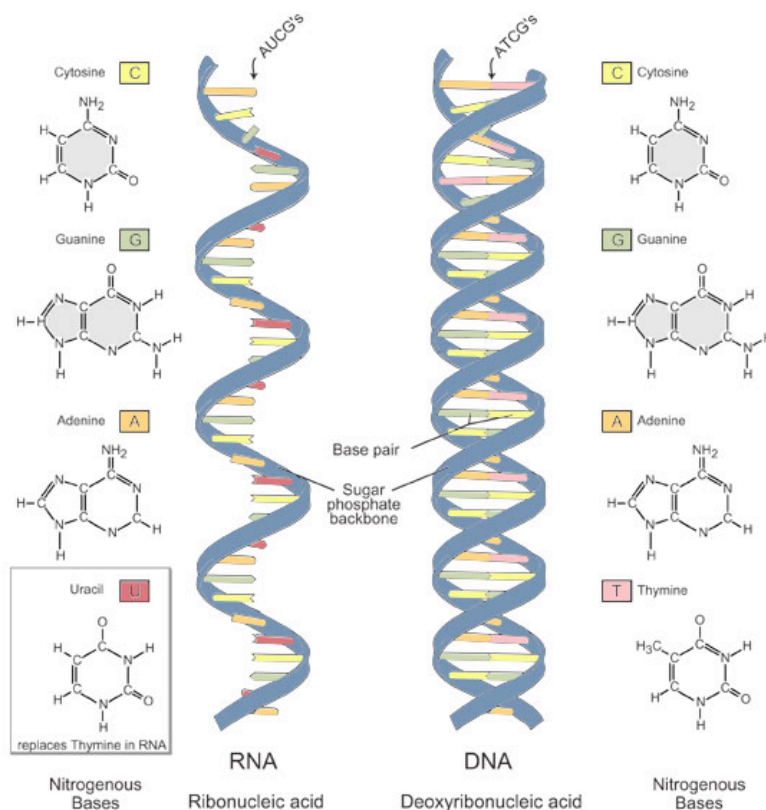
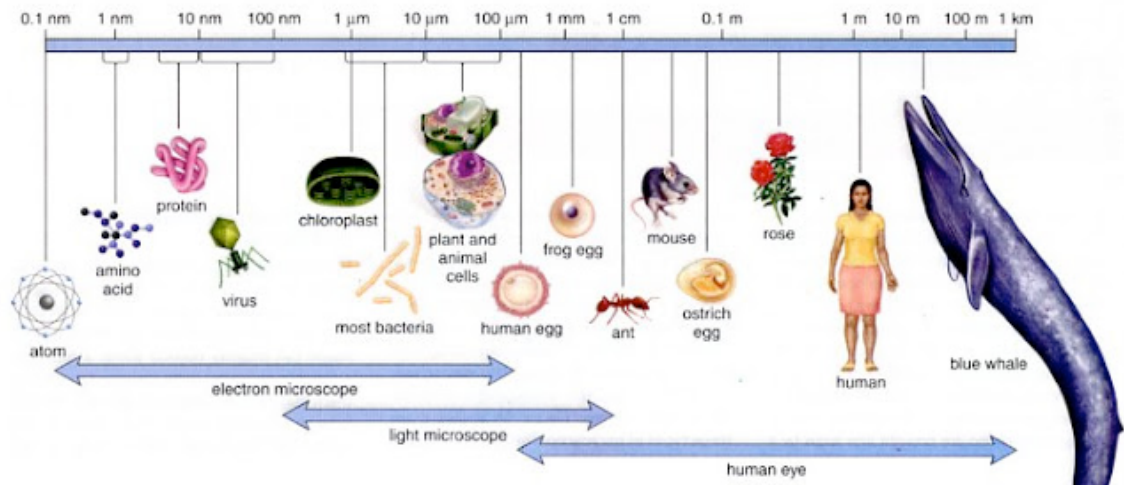


Image adapted from: National Human Genome Research Institute. Talking Glossary of Genetic Terms. Available at: www.genome.gov/Pages/Hyperion/DIR/VIP/Glossary/Illustration/ma.shtml.

Estamos hablando de unas estructuras unas 100 a 1000 veces más pequeñas que una célula, con un poder de destrucción abrumador. El virus de la viruela, que es uno de los más grandes, tiene un diámetro de 200 nanómetros. Por el contrario, los poliovirus, que son los más pequeños, sólo tienen 28 nanómetros de diámetro. Pueden ser cristalizados debido a su tamaño y su escasa complejidad estructural.



Además de su **información genética** se calcula que es 100.000 veces menor que la información genética de la célula que infecta. Por ejemplo, uno de los genomas víricos conocidos más grandes son el de los poxvirus con 190.000 pares de bases. La mayoría de los DNA genómicos bacterianos tienen entre 1.000.000 y 9.000.000 pares de bases.

¿Como pueden con tan poco redirigir hacia la destrucción de un organismo superior? Pues porque en esta “poca” información que contienen, poseen las “instrucciones” esenciales para paralizar todos los mecanismos celulares y poner el aparato de síntesis (ribosomas) y la central energética (mitocondrias) en funcionamiento según sus propios requerimientos.

Antes decíamos que son la excepción de la vida. Razonémoslo.

Los virus tienen un estado en su **ciclo de vida** extracelular y otro intracelular. Durante la fase externa a célula no son nada más que una partícula submicroscópica conformada por un ácido nucleico y una cubierta proteica (y ocasionalmente, por otros componentes macromoleculares). En este estadio, la partícula vírica también es denominada **virión**. Se dice que no está viva porque metabólicamente es inerte así como por lo que respecta a la respiración, la cual es nula. El virión conforma la estructura transportadora de la información genética vírica hacia una nova célula.

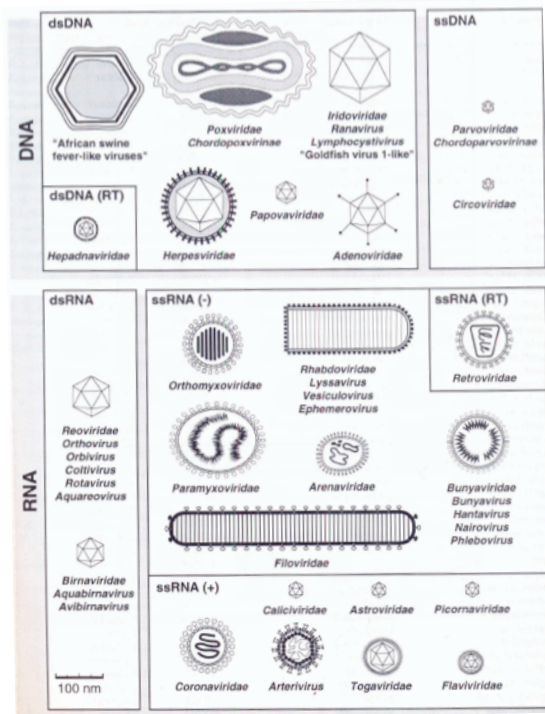
Una vez penetra en la célula huésped, se inicia la fase intracelular con el comienzo de la replicación vírica, es decir, con el comienzo de la duplicación de su material genético. Este proceso de introducción y reproducción, en donde el virus "parece estar bien vivo", se denomina **infección**.

Los virus se pueden **clasificar** de diferente forma según a que nos atengamos. Se pueden clasificar según el tipo de **material genético** que tengan, DNA (ácido desoxirribonucleico) o RNA (ácido ribonucleico). Además tienen una peculiaridad añadida. El ser humano tiene DNA

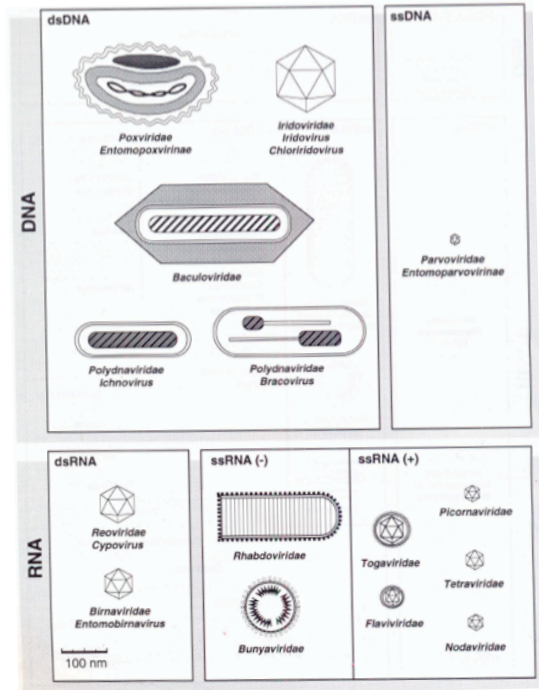
de doble cadena, es decir dos hebras o copias de información entrelazadas helicoidalmente. Los virus pueden tener dos cadenas o sólo una, tanto de DNA como de RNA. No obstante, hay virus que tienen tanto DNA como RNA pero en diferentes fases de su ciclo de vida, como los retrovirus el cual pasa de RNA cuando es virión a DNA o el virus de la hepatitis B humana, que contiene DNA cuando es virión pero que para replicarse usa RNA.

También pueden ser clasificados según los **huéspedes infectados** (virus animales, vegetales, bacterianos o bacteriófagos...).

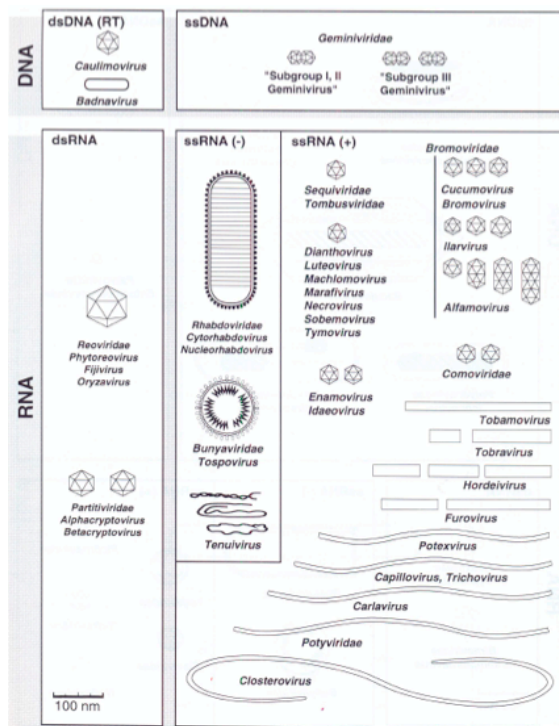
Virus que infectan a vertebrados:



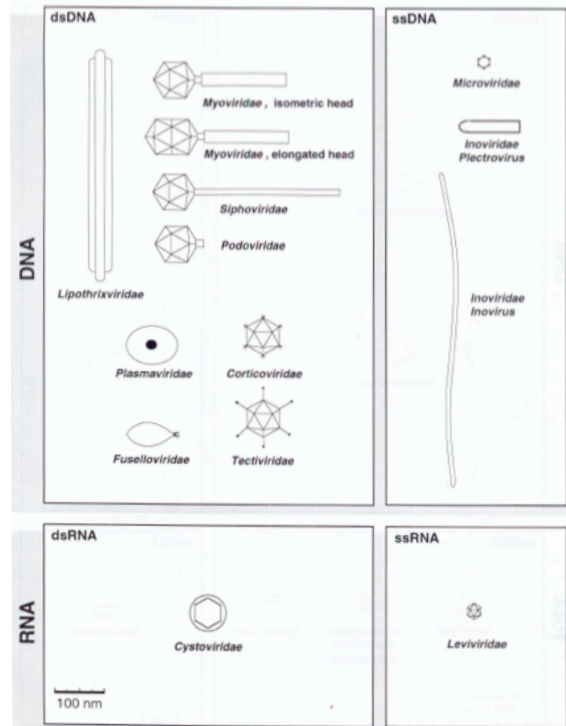
Virus que infectan a invertebrados:



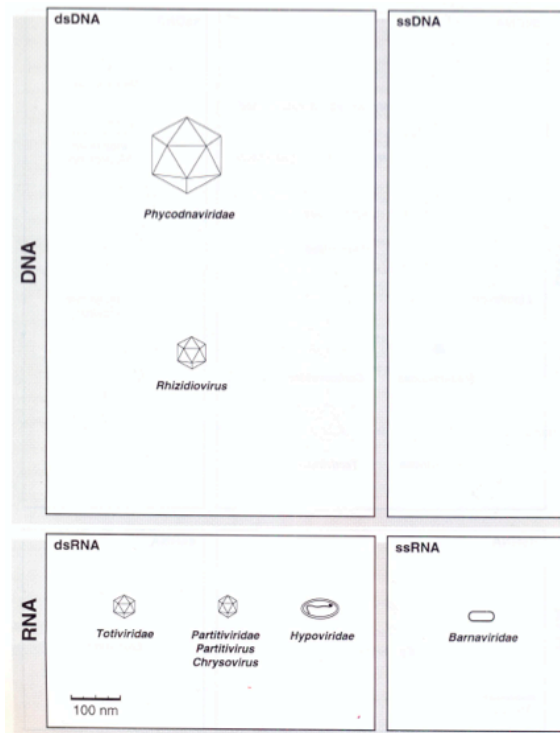
Virus que infectan a plantas:



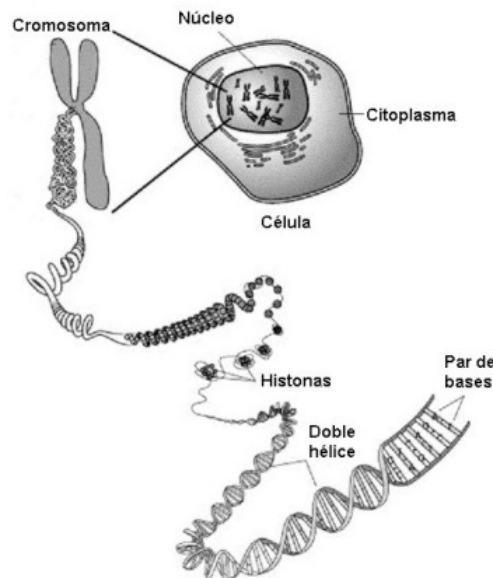
Virus que infectan a bacterias:



Virus que infectan a algas, hongos y protozoos:



Llegados a este punto, si comparamos los virus con los **cromosomas** (un componente constante en una célula), no son organismos vivos, pues ambas estructuras necesitan la célula huésped para poderse replicar. Por tanto, al no tener independencia, no pueden ser considerados organismos.



Pero si atendemos a la máxima que dice: "un organismo es la unidad de un linaje continuo con una historia evolutiva constante", entonces sí que se podría considerar como un organismo ciertamente vivo porque implica la **co-evolución** existente entre los virus y sus huéspedes, a lo largo del tiempo.

BREVE HISTORIA DE LOS VIRUS

Desgraciadamente no se puede saber el **origen** de los virus, pues no dejan fósiles. Pero deben haber existido, al menos, desde que existen las células. Son capaces de infectar todo tipo de seres celulares, desde bacterias hasta grandes vertebrados.

Sobre este origen incierto que se pierde en la noche de los tiempos, se han formulado varias hipótesis.

Hay quien piensa que, al menos algunos virus, emergieron los llamados **transposones**, elementos genéticos transponibles (del inglés *jumping genes*) y los ácidos nucleicos replicados fuera del cromosoma (del inglés *replicating extrachromosomal nucleic acids*) que existen en las células. Es plausible que se convirtieran víricos una vez adquirieron la habilidad de generar envoltorios protectores para facilitar la transferencia célula-célula.

Otra hipótesis es que algunos virus podrían haber surgido de **parásitos intracelulares** y progresivamente a medida que se volvían más dependientes de la célula huésped, fueron adquiriendo las características de virus.

Otra opción es que posiblemente muchas familias de virus **no tengan en común ancestros con otras familias**. La hipótesis señala que podrían haber surgido de manera independiente con el paso del tiempo. Lo que es bien cierto es que nuestra especie los conoce desde hace tiempo. Y lo podemos aseverar gracias a los registros documentales e iconográficos que nos han legado las civilizaciones pasadas.

Muchos de los virus actuales están relacionados con los que afectaban a los primeros mamíferos y **han evolucionado con nosotros**. Por el contrario, hay otros virus de evolución con las poblaciones humanas, más recientes.

En los últimos 10.000 años de la historia humana hay un momento clave, cuando el hombre empezó a **domesticar animales**. De esta manera estaban más expuestos a los virus.

Se tiene constancia de leyes en la antigua **Mesopotamia** que describían las responsabilidades de los propietarios de perros rabiosos, en una época anterior al año 1.000 a.C.

Otro ejemplo lo encontramos en la fascinante **cultura egipcia**. Hay representaciones jeroglíficas, como la estela de piedra de la decimoctava dinastía (1580-1350 años a.C.) de un hombre con secuelas de poliovirus (polio) o viruela (*Smallpox* en inglés).

De hecho la viruela, muy seguramente, era endémica de la **cuenca hidrográfica del Ganges** en la India en el siglo quinto antes de Cristo. De allí se dispersó a otras áreas de Asia y Europa.



El médico griego **Hipócrates** documentó el primer caso de **gripe** en el año 2.400 antes de Cristo.

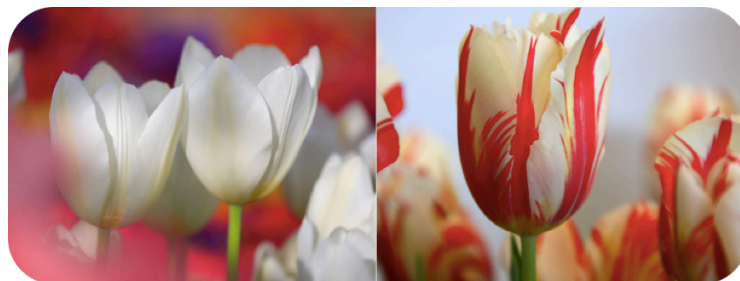
Otras evidencias en el legado histórico lo encontramos en el poema griego de Homero, la **Ilíada**. En ella el autor anónimo llamado Homero describe a Héctor como rabioso: *"Here this firebrand, rabid Hector leads the charge, claiming to be the son of high and mighty Zeus."*



En épocas más cercanas tenemos dos hechos dramáticos. Durante el siglo XV, los colonos europeos irrumpieron en Sud-América no sólo con armas, sino con los virus propios de la vieja Europa. Los **nativos americanos** no habían estado nunca en contacto antes y no tenían defensas para hacer frente a la epidemia que se desencadenó. Los españoles introdujeron la viruela en México en el año 1520 acabando con la vida de 150.000 personas, entre ellas el emperador, sólo en Tenochtitlan. La varicela acabó con la vida de dos millones más de nativos mexicanos en la primera década del 1600.

Cuando los europeos descubrieron y colonizaron el **continente africano** contrajeron la **fiebre amarilla**, sufriendo una gran mortalidad, pues no existía un tratamiento específico. Se cree que podría ser el agente causal de la completa mortalidad de las tripulaciones marítimas en los trópicos, como la del *el Holandés errante*, una embarcación de comercio que se encontró navegando a la deriva sin ningún tripulante.

En el siglo XVII Holanda se enriqueció gracias al comercio de los **tulipanes**. Estas flores tienen corolas lisas, pero inoculando un virus se conseguía un patrón listado muy valorado. Se conocía que una infección viral producía este patrón desde 1576 en Europa occidental.



Ya entrados en el siglo XIX, concretamente en 1840, el anatomista alemán Jacob Henle (creador del asa de Henle y abuelo del gran virólogo del siglo XX, Werner Henle) especuló sobre la existencia de **agentes infecciosos responsables de enfermedades específicas** y tan pequeños, que no podían ser observados con el microscopio. Sus ideas no fueron aceptadas, pues no existía ninguna evidencia de que apoyas su hipótesis.

Años más tarde, en 1879, el químico alemán Adolf Mayer (1843-1942) estudió la **enfermedad de la planta del tabaco**, con una repercusión económica favorable

La vacuna de una enfermedad tan extendida como la **rabia** no fue desarrollada hasta 1885 por el científico francés Louis Pasteur.

En 1892, el ruso Dmitri Ivanowsky demostró la existencia de un **agente infeccioso filtrable**.

Entrado el siglo XX (1915) el científico británico Frederick W. Twort descubrió los **virus bacteriófagos**.

Medio siglo más tarde, el virus del **Ébola** fue identificado por primera vez. Ya en 1976, se sabía que afectaba a los primates, no sólo a los humanos. Es una enfermedad altamente contagiosa y provoca fiebres hemorrágicas.

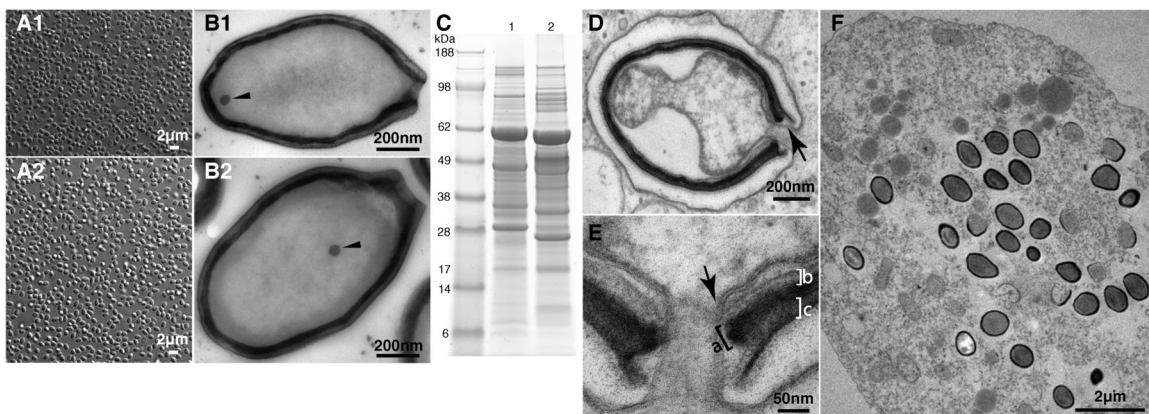
En aquella época, el genetista de origen italiano Renato Dulbecco ganó el Premio Nobel de Medicina 1975 por sus estudios en **oncovirus**. Ciertos virus generan cáncer.

En el año 1997 hubo un brote de **gripe aviar**, originada por el virus H5N1. Reapareció de forma generalizada en el 2003 y el 2004 y se propagó desde Asia a Europa y África. El virus ha mutado relativamente rápido, saltando la barrera entre especies (aves y mamíferos). Las repercusiones económicas han sido muy cuantiosas. En marzo de 2013, un subtipo, el A(H7N9) originó nuevas infecciones en humanos en Asia.

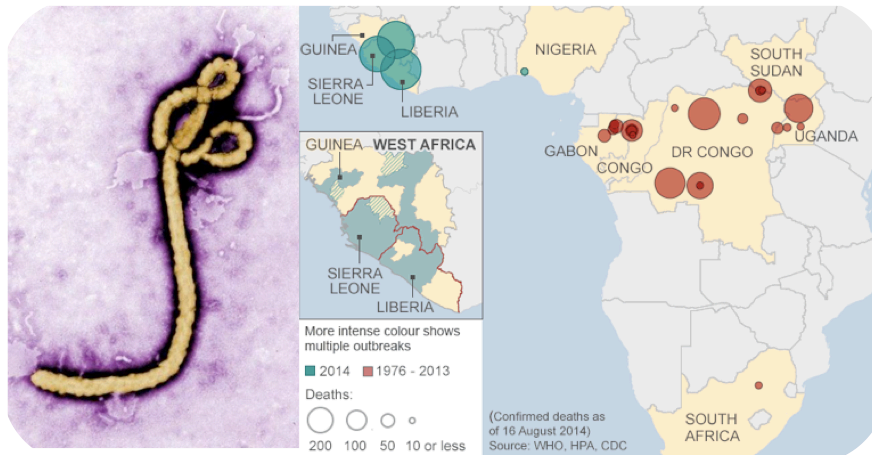
La **inmunodeficiencia adquirida** (VIH) es considerada una pandemia del siglo XX y del XXI, debido a su gran propagación. La ONU cifra los afectados en 35 millones de personas, a nivel mundial. Sabiendo que en el mundo hay una población aproximada de siete mil millones de personas, esto es un 0,5% de la población mundial.

Cada año se encaminan esfuerzos que reportan avances importantes. Por ejemplo, el año 2005 se **secuenció** el genoma del virus influenza.

En 2013 se descubrieron los **virus de mayor tamaño conocido**. Su forma recuerda a un huevo de mosca o una pequeña semilla de melón. Se llamaron *Pandoravirus dulcis* (descubierto en un lago de agua dulce de Australia) y *Pandoravirus salinus* (descubierto en una zona de aguas salobres de Chile). Son observables al microscopio óptico pues hacen una micra, es decir, una milésima parte de milímetro.



También en el año 2013 hubo un brote de Ébola en África occidental que continuó propagándose hacia Guinea, Sierra Leona, Liberia y Nigeria. En marzo de 2014 se contabilizaron un total de 86 afectados (59 muertos), pero el 20 de agosto, sólo cinco meses después, 2615 personas estaban afectadas (y 1427 cesadas), evidenciando la rápida propagación y la escasa contención del agente infeccioso. Se detectó por primera vez en 1976 a Nzara (Sudán) y Yambuku (Congo).



El Ébola es un virus del género *Ebolavirus* que conjuntamente con los géneros *Marburgvirus* y *Cuevavirus* conforman la familia *Filoviridae* (los filovirus o virus con aspecto de hilo). Hay cinco especies diferentes de virus ébola: el ebolavirus Bundibugyo (BDBV), el ebolavirus Zaire (EBOV), el ebolavirus Reston (RESTV), el ebolavirus Sudán (SUDV) y el ebolavirus Tai Forest (TAFV). Las especies que han generado grandes brotes en África son BDBV, EBOV y SUDV.

Estos virus originan una enfermedad conocida como " fiebre hemorrágica " de gran mortalidad (hasta el 90%). Los brotes se han originado en aldeas y lugares remotos, cercanos a la selva tropical del África central y occidental. Tras un período de incubación variable (entre 2 y 21 días), se presentan varios síntomas, como la aparición súbita de fiebre acompañada de intensa debilidad y dolores musculares, dolores de cabeza, vómitos, diarreas, erupciones cutáneas, disfunción renal y hepática y hemorragias (internas y externas). Los análisis clínicos de los pacientes muestran un descenso en la serie blanca de la sangre (leucocitos y plaquetas) así como una incremento de las enzimas hepáticas en sangre (claro indicio de lisis o destrucción del tejido hepático). El diagnóstico es algo complicado debido al cuadro sintomático, común en otros procesos víricos. Por ello, hay que descartar enfermedades como el paludismo, la fiebre tifoidea, la shigelosis, el cólera, la leptospirosis, la peste, la rickettsiosis, la meningitis, la hepatitis o la fiebre recurrente. Lo más indicado es efectuar pruebas de laboratorio como la ELISA (prueba de la inmunoabsorción enzimática), la detección de antígenos, la seroneutralización, la PCR-RT (reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa) o un cultivo celular. No existe vacuna específica para humanos ni para los animales.

Como a huéspedes habituales, algunas especies de murciélagos (*Hypsignathus monstrosus*, *Epomops franqueti* y *Myonycteris torquata*). Los primates, entre ellos el hombre, son huéspedes accidentales. Entre personas se contagia por los fluidos y por el contacto con cadáveres.

Durante el siglo XX y XXI, el cine ha nutrido a los guiones de las películas con temas bien diversos sobre el campo de la virología. Hay muchas películas sobre los virus (en la practica totalidad centradas en los aspectos negativos y mortales). A modo de ejemplo citar:

What's so bad about feeling good?, 1968 (una ave tropical es transportada a Manhattan. Es portadora de un virus que provoca la felicidad a quién esta infectado);

The Andromeda Strain, 1971 (un virus extraterrestre amenaza la continuidad de los humanos);

The Crazies, 1973 (un virus de origen militar enloquecen a la población);

Outbreak, 1995 (un traficante de animales exóticos introducen en los Estados Unidos un animal infectado con el virus del Ébola);

Twelves Monkeys, 1995 (un virus acaba con el 95% de la humanidad. Los supervivientes se ven forzados a vivir bajo tierra);

28 Days Later, 2002 (los chimpancés tienen el virus de la rábía);

The Hades Factor, 2006 (un grupo de personas poderosas planean la creación de un virus devastador);

I Am Legend, 2007 (buscando una cura contra el cáncer se genera un virus alterado genéticamente que borra la raza humana);

Contagion, 2011 (donde hablan de un virus híbrido de influenza porcina y de murciélago).

Pero hay una que esta de plena actualidad, pues se estrenó en Julio del 2014, el guión de la que tiene ciertos paralelismos con los estragos que causó el Ébola en el continente Africano. Hablamos de:

Dawn of the Planet of the Apes, 2014 . Un "virus de los simios" desarrollado en un laboratorio y propagado por varias especies de primates, causa estragos entre la población humana. El virus en cuestión es letal, y causa hemorragias internas, como las que sufre el piloto de vuelos comerciales, uno de los primeros afectados. Y en un mundo tan hiperconectado la propagación mediante los medios de transporte es inmediata. Años después, la población humana ha quedado reducida a pequeños núcleos de supervivientes. Deberán negociar con los primates de inteligencia avanzada para poder volver a poner en marcha una central para abastecerse de energía.



¿Qué se investiga en la Facultad de Biología?

EL VIRCONT

El **Laboratorio de Virus Contaminantes** del Departamento de Microbiología de la Facultad de Biología de Barcelona participa a la **Red Catalana de Biotecnología**, es miembro del **Instituto del Agua** de la UB y del grupo consolidado reconocido por la Generalidad de Cataluña Virus, bacterias y protozoos de interés en salud pública, agua y alimentos (VirBaP).

Sus objetivos principales son, el estudio de virus patógenos y nuevos virus emergentes contaminantes de agua o alimentos que representan un riesgo para la población, evaluar medidas de desinfección y diseñar nuevas herramientas de control y marcadores de la contaminación fecal en el ambiente. Actividades importantes en el grupo son también difundidas, la recerca en los centros de R+D+I del sector privado y público, desarrollar actividades de transferencia de conocimiento y desarrollar proyectos por el diseño de métodos de bajo coste para tratar y purificar el agua en países de baja renta y en situación de emergencia humanitaria. En la actualidad el equipo está conformado por:



Rosina Gironés Llop. Es Bióloga. Catedrática y investigadora principal.

Silvia Bofill-Mas. Doctora en Biología per la UB, profesora agregada interina.

Laura Guerrero Latorre. Bióloga, investigadora contractada, estudiante de doctorado y miembro activo y colaboradora del Departamento de Acción Humanitaria de *Oxfam Intermón*.

Marta Rusiñol Arantegui. Biotecnóloga y bioquímica, doctora en Biología e investigadora contratada.

Aiora Areguita Derteano. Técnico de laboratorio.

Ayalkibet Hundesa. Doctor en Biología a la UB e investigador contratado.

Sandra Fresno de Prado, doctora en Biología y profesora asociada.

Xavier Fernández Cassi, Biólogo, tecnólogo de los alimentos. Estudiante de doctorado becado.

Natàlia Timoneda i Solé, es Biotecnóloga especializada en bioinformática y estudiante de doctorado con beca FPI.

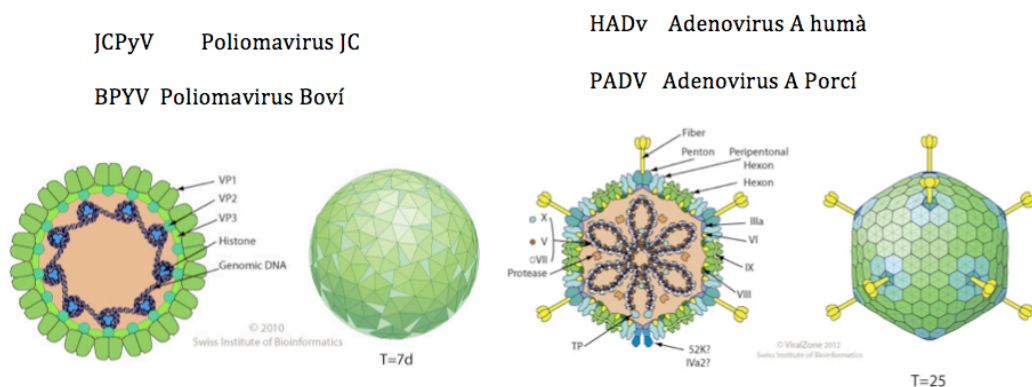
Eloy Gonzales Gustavson, veterinario. Doctorando con beca del gobierno peruano.

A continuación hablaremos de un trabajo, publicada en la revista *Water research, a journal of the international water association*. Se titula "**Application of human and animal viral microbial source tracking tools in fresh and marine waters from five different geographical areas.**".

Lo primero que nos debe quedar claro es que los virus son utilizados como **herramientas de evaluación** de la diseminación de la contaminación fecal humana y animal (porcina, bovina, ovina y aviar) del medio ambiente, del agua y de los alimentos.

En este estudio, se realizó un seguimiento de los virus que afectan a humanos y animales presentes en aguas dulces y marinas de cinco áreas geográficas diferentes, para poder planificar una gestión integrada de las cuencas hidrográficas. De esta manera se podrá en un futuro mitigar el impactos de los cambios económicos, demográficos y climáticos y mantener los recursos hídricos.

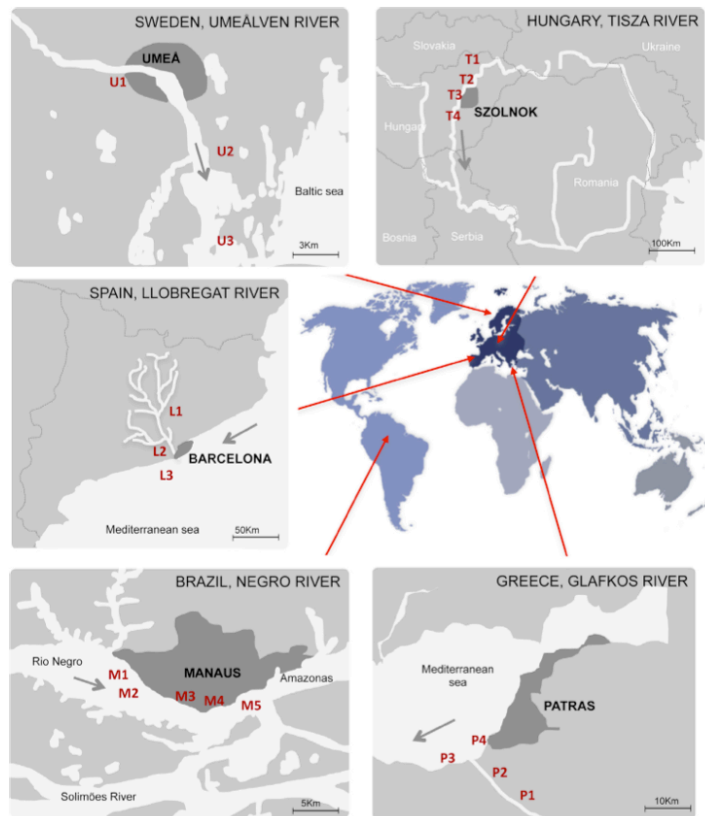
Así pues, se utilizaron cuatro marcadores virales de contaminación fecal: dos que afectan a los humanos (JCPyV) y dos que afectan a los animales. Pertenecen a dos tipos diferentes, los adenovirus y a los poliomavirus (JCPyV). Se han encontrado en todas las cuencas de los ríos europeos y sud-americanos.



Los **poliomavirus** tienen un genoma de DNA de cadena doble circular. Hacen como máximo cincuenta nanómetros de diámetro. Tienen una forma icosaédrica. Están desprovistos de envoltura lipoproteica. Son potencialmente oncogénicas, es decir, causantes de tumores. Normalmente persisten como a infecciones latentes en el huésped sin causarle ningún malestar. Son virus muy extendidos. Por ejemplo, se calcula que el 80% de la población adulta de los Estados Unidos tienen anticuerpos ("células de memoria para defenderse de los virus, que se originan por haber estado en contacto con ellos") contra los poliomavirus tipo BK y JC.

Los **adenovirus** se aislaron por primera vez en 1953. Son los virus sin envoltura más grandes, unos noventa nanómetros como a máximo. Tienen un material genético basado en el DNA de doble cadena lineal con una proteína terminal. Su cápsida consta de 240 capsómeros hexagonales y pentagonales con antígenos específicos.

Dentro del proyecto **VIROCLIME**, se muestreó durante dieciocho meses (desde Enero del 2011 a Junio de 2012) en cinco zonas climáticas diferentes: el río Negro (Brasil), el río Glafkos (Grecia), el río Tisza (Hungría), el río Llobregat (España) y el río Umeälven (Suecia).



Se analizaron un total de 792 **muestras de agua**. Por cada día de trabajo se recogió una muestra extra, para ser enriquecida con adenovirus tipo 35 a una concentración de 10^5 partículas virales por mililitro, para actuar como muestra control. Las muestras con gran cantidad de materia orgánica o arena fueron previamente sedimentadas durante una hora. El agua clarificada resultante fue emplazada en otro recipiente. Se midió la turbidez, la conductividad, el pH y la temperatura de cada una de las muestras.

Tradicionalmente se han utilizado un indicador bacteriano fecal, el **FIB** (*fecal indicator bacteria*) para medir la presencia de contaminación fecal. Pero tiene una limitación, no distingue el origen, animal o humano. Y es que el adenovirus y los poliovirus son de huéspedes específicos.

Por tanto, se utilizaron herramientas de seguimiento **MST** (*Microbial Source Tracking*), es decir, de los microbios (virus) para evidenciar la presión de explotación sobre estas zonas y evaluar a los marcadores humanos, porcinos y bovinos. Los poliovirus humanos se han revelado como el marcador de MST más específicos, pues no se multiplican en el medio ambiente y son más resistentes a los estreses ambientales (rayos UV, tratamiento del agua...) en comparación con los FIB.

La **detección viral** en las muestras constató de diferentes pasos. Primero hay que concentrar a los virus en pequeños volúmenes. Se utiliza leche descremada para flocular, concentrar a los virus (protocolo SMF). Después se extrae el material genético (DNA o RNA) para cuantificar el segmento viral con técnicas moleculares apropiadas, como la técnica de la **PCR** (del inglés

Polymerase chain reaction o Reacción en cadena de la Polimerasa). Esta técnica permite ampliar, obtener copias de una pequeña cantidad de material genético.

Las aguas de los ríos tenían una alta **carga viral**, mayor en tramos más bajos. En el invierno, en los tramos de los ríos donde hay una capa de hielo sobre el río, esta capa puede preservar la estabilidad viral manteniendo una temperatura baja y preservando el material vírico de la luz solar. Además, las granjas y los campos de agricultura son fuentes importantes de contaminación fecal en el agua. A la primavera y en el verano, los animales están en el aire libre y esto juntamente con el bajo caudal de los ríos, los niveles de contaminación difusa aumentan.

De manera detallada, los resultados y las conclusiones obtenidas, fueron:

Río Glafkos, Grecia. La contaminación humana fecal se hizo patente para la presencia durante todo el año de los virus HAdV y JCPyV. El otoño fue la estación del año con menos prevalencia, probablemente para una mayor dilución. La contaminación fecal de origen animal se mantuvo todo el año, pues se detectaron los virus bovinos, PAdV y BPyV respectivamente.

Río Llobregat, España. En esta zona la contaminación fecal de origen humano es la fuente más importante. Arriba a través de la descarga de más de cincuenta plantas y desagües. El marcador más relevante es el HAdV. El 100% de las muestras recogidas en primavera y verano, tenían este adenovirus. El virus JCPyV estaba presente en primavera, verano y otoño. La polución fecal de origen porcino era detectable en un número muy bajo de muestras, en el 30% de las muestras estivales y la contaminación fecal de origen bovino fueron detectadas de manera ocasional a la primavera y en el invierno.

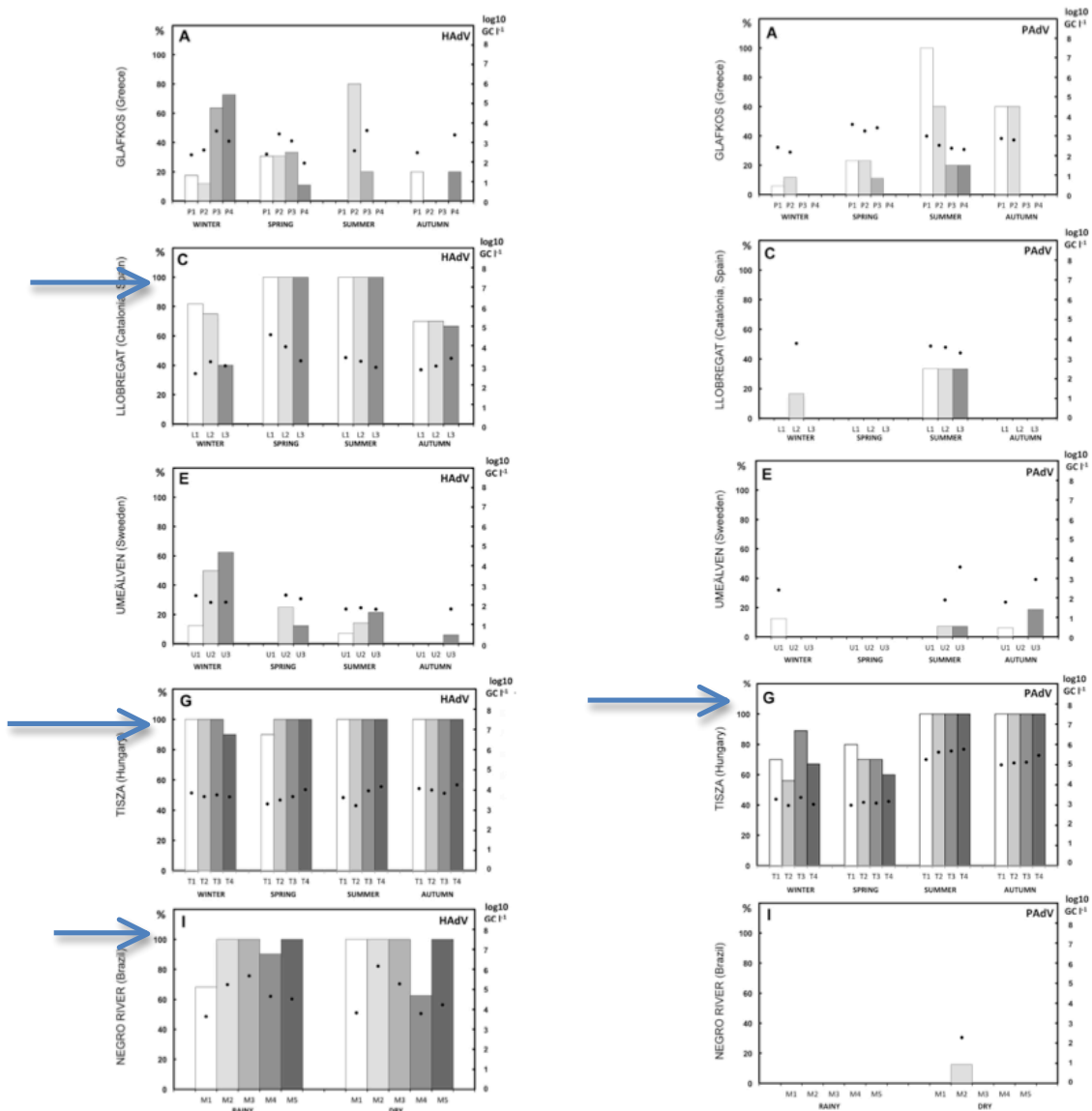
Río Umeälven, Suecia. La contaminación de origen bovino es la predominante en esta zona rural de Suecia. Además prevalece durante todo el año, con los valores más bajos durante el invierno. Este hecho puede estar en relación con que el ganado permanece en el interior de los establos. Las concentraciones máximas de virus bovinos se encontraron en los tramos superiores del río, por encima del centro urbano de Umea, durante el otoño, cuando los animales pastan en los campos. En invierno las placas de hielo cubren los ríos. En este momento la prevalencia de los dos virus de origen humano era superior a la del resto del año. Contaminación porcina de manera eventual en invierno, verano y otoño.

Río Tisza, Hungría. Este río es uno de los principales de Europa central. Sufre inundaciones a principios de primavera y de verano. Aunque la subida de las aguas puede diluir la contaminación, representa un riesgo sanitario que significa para la población, pues la concentración es muy elevada. En este río se observó un alto nivel de contaminación fecal tanto de origen humano como animal. Adenovirus humanos fueron encontrados en el 100% de las muestras de todas las estaciones del año. La prevalencia de los virus porcinos es durante todo el año. La zona más contaminada es la de los tramos inferiores del río, debido a las descargas de los pueblos de la zona y de la intensa ganadería practicada a lo largo de toda la cuenca, en especial borde Szolnok. Verano y otoño es cuando hay el máximo de contaminación, en contraposición con el invierno, cuando es mínima.

Río Negro, Brasil. Zona afectada por las descargas de la ciudad de Manaus. El adenovirus

humano HAdV estaba presente en el 100% de las muestras menos en el punto de muestreo M1. Este punto está emplazado por encima de la ciudad. Durante la estación húmeda, en la que las intensas lluvias son las protagonistas, el número de muestras con presencia de virus fue menor, en torno al 90% para que respecta a los adenovirus. Los dos marcadores humanos prevalecían durante la estación seca. Los marcadores humanos eran raramente detectados (sólo dos muestras con adenovirus porcino durante la estación seca y cinco de poliomavirus vacuno durante la estación lluviosa). Se concluyó que la contaminación fecal de origen humano esta ampliamente dispersada. Por el contrario, el poco impacto de origen animal parece relacionado con la poca actividad ganadera de la zona.

Con todos los datos se elaboraron unos gráficos en donde, de manera muy visual, se pueden comparar los cinco puntos. A modo de ejemplo, observamos estas dos columnas. La primera columna recoge la abundancia del adenovirus humano, la segunda la del adenovirus porcino:



Respecto a los virus humanos, las zonas de más perjudicadas a menos: Hungría > Brasil > España > Grecia > Suecia. Respecto a los virus animal: Hungría > Grecia > España > Suecia > Brasil.

Los datos son valiosos para **desarrollar modelos de difusión de contaminación fecal en el agua**. Para mitigar los impactos y **proteger los recursos hídricos** es necesario una gestión integrada de la cuenca fluvial.

Además, el cambio climático parece tener una influencia innegable sobre la calidad de las aguas en los ríos, los lagos y los mares.

HABLAMOS CON...



Rosina Gironés Llop

(Laboratory of Virus Contaminants of Water and Food, Department of Microbiology, University of Barcelona, Barcelona, Spain).
rgirones@ub.edu

Después de cursar su doctorado a la Facultad de Biología hizo una estada post-doctoral en la sección de Hepatitis en el *National Institute of Health* de los Estados Unidos.

Es catedrática del Departamento de Microbiología de la Facultad de Biología desde el año 2010. Investigadora líder del laboratorio VIRCONT y coordinadora del Grupo de Recerca Consolidado VirBaP. Centra su investigación en Virología y Técnicas de Diagnóstico y su docencia en diversas asignaturas de los grados de Biología y Ciencias Biomédicas.

Primera parte: entrevista de índole personal. Conociendo a la persona.

Dafne Jácome: El poeta checo Rainer Maria Rilke escribió "La verdadera patria del hombre es la infancia". Es un estadio de nuestra vida de importancia cabal pues es cuando asentamos los fundamentos de nuestro yo adulto. Una descubierta del mundo y un aprendizaje sin dogmas, prejuicios y condicionantes de ningún tipo. No es de extrañar pues, que guardemos unos de los recuerdos más valiosos de nuestra existencia. ¿Tiene algún record de infancia que pudiera ser un indicio, un origen de su vocación por la biología?

Rosina Gironés: He de confesar que vi una película sobre Marie Curie y me pareció fascinante poder estudiar el entorno y la naturaleza y el entorno por descubrir cosas nuevas que no sabemos.

DJ: ¿Por qué Virología? ¿Fue difícil la elección?

RG: Supongo que siguiendo con el objetivo de buscar cosas nuevas, la información disponible sobre virus en el ámbito científico era menor que por bacterias cuando comencé y hemos tenido y tenemos mucho trabajo por desarrollar técnicas y para estudiar los virus que nos preocupen.

DJ: ¿Hay un libro en especial que le dejara

huella?

RG: Si, hay un libro que de hecho recuerdo frecuentemente, "El conocimiento inútil", de Jean-François Revel, donde se hacen muchas reflexiones sobre nuestras percepciones y análisis de tipo social, político y vemos la irregular y pobre relación que existe entre la información disponible y nuestro uso de esta información.

DJ: ¿Tiene a alguna persona como a referente?

RG: Robert H. Purcell y Sue Emerson, del NIH (USA), con los que estuve de post-doc y volví a trabajar más tarde y son para mi modelos para la defensa de la verdad y del nivel ético que hay que tener un científico.

DJ: El químico escocés Alexander King decía "Sabemos más pero no somos más sabios". Las citas son talmente una síntesis sabia del pensamiento y conocimiento. ¿Tiene alguna de predilecta?

RG: Pienso que es bueno siempre recordar que en general "sólo vemos el que miramos" y por esto tenemos de mirarlo todo.

Segunda parte: entrevista sobre investigación e investigación. Conociendo al científico.

DJ: Parece ser que estar un tiempo fuera, antes era un complemento curricular que te diferenciaba, pero cada vez es un requerimiento indispensable para dar valor añadido al currículum. De su experiencia en los Estados Unidos, ¿qué resaltaría?

RG: En general nos permite aprender cosas nuevas de manera rápida e integrar la dimensión internacional y global que tiene la investigación. En el momento de mi post-

doc, la investigación científica, especialmente si eres una mujer, era mucho más respetada fuera, y a mi me permitió adquirir una identidad profesional más sólida e independiente. Viajar fuera a trabajar en estadas, a pesar de que fueran cortas, es fantástico, puedes concentrarte con profundidad en un tema, el que no es fácil con las responsabilidades en la universidad.

DJ: ¿Hay alguna pregunta que nunca li hayan hecho como a científica que le gustara contestar?

RG: ¿Algunos virus pueden ser positivos para el organismo como a miembros de un microbioma humano? Sí, aún sabemos muy poco, pero la evolución conjunta de virus y humanos y algunos datos disponibles así lo indican.

DJ: ¿Cree que los jóvenes científicos deben de recibir ayuda para poder asistir a Congresos? ¿Qué destacaría de estos eventos?

RG: Sí, creo que son muy útiles para aprender a contactar y comunicar, pero pienso que es importante asistir sólo a pocos congresos seleccionados, que realmente sean útiles.

DJ: Hay dos patentes del año 2009. Una es "Secuencias genómicas de encebadores y sonda para la cuantificación de adenovirus porcinos (PAdV)" y el otro es "Cuantificación de poliomavirus bovinos (BPyV) para el rastreo de la contaminación bovina al medio ambiente". De manera abreviada, ¿cuál es el proceso para poder patentar? ¿A qué se está sujeto? ¿Y la utilidad práctica?

RG: Nos fue muy útil la oficina de patentes de la UB. Hay que tener siempre en cuenta la posibilidad de patentar ya que se puede

permitir un acceso abierto a todo el mundo por buscar pero si una empresa lo quiere comercializar los beneficios se debería de revertir también en los que lo han desarrollado.

DJ: ¿De qué manera ha cambiado la manera de hacer ciencia aquí? ¿Cuál sería el aspecto más remarcable?

RG: Actualmente, dado que las técnicas disponibles han avanzado muchos y muchos estudios tienen ámbitos globales y multidisciplinares, necesitamos estructurar equipos mucho más grandes que antes y lo debemos hacer trabajando conjuntamente con equipos en diversas instituciones en Barcelona, Europa o frecuentemente a nivel mundial.

DJ: ¿Qué parámetros son prioritarios ahora de establecer una línea de investigación? Qué valores debería de reunir cualquier científico?

RG: Analizar la información disponible y definir las preguntas que queremos contestar. Un científico debe tener curiosidad, ganas de aprender y defender la verdad y el método científico para poder avanzar entre todos.

DJ: En ámbitos más prosaicos, ¿de donde consigue el Departamento de Microbiología los fondos y recursos para la investigación? Actualmente hay ayudas, incentivos estatales y/o europeos para la investigación?

RG: Los fondos para investigar no provienen del departamento de Microbiología que no dispone de fondos propios. Todo el dinero para investigación de nuestro laboratorio provienen de convocatorias competitivas a nivel de la Unión Europea, también a nivel de agencias de diferentes países europeos y americanos y del estado español. La generalidad de Cataluña contribuye con las

convocatorias para financiar becarios de investigación y un pequeño soporte al grupo de investigación consolidado. Hay que destacar también, el financiamiento obtenido a partir de las convocatorias competitivas ofrecidas para el soporte a la investigación en el programa *Recercaixa*.

DJ: ¿De qué manera se han hecho notar los recortes en Educación en el Departamento de Microbiología?

RG: Hay una reducción de presupuesto general, que obliga a limitar material de prácticas y puede representar problemas importantes para renovar ciertos equipamientos. Es importante destacar también los problemas para poder hacer contratación de personal con unas condiciones aceptables que permitan asegurar la continuidad de los equipos buenos y rejuvenecer el personal docente e investigador.

DJ: ¿Cree que la sociedad en general y el público no especializado en particular, tiene un concepto fidedigno del trabajo desarrollado por la universidad? ¿Cómo se podría cambiar esto?

RG: Pienso que tenemos que reconocer el papel investigador de las universidades que es muy importante en volumen y la calidad de la producción científica y asumir que la calidad del enseñamiento que hacemos a la universidad esta totalmente vinculada al nivel de recerca que seamos capaces de mantener, porque los jóvenes profesionales que salgan deberán de estar continuamente innovando.

DJ: ¿Hay un traspaso del conocimiento generado en la universidad hacia el bienestar de la sociedad?

RG: En gran parte sí, a pesar que hace falta mejorar la comunicación entre universidad o

ciencia y sociedad en general. Nosotros colaboramos desde hace años con empresas con responsabilidad en el suministro y control de calidad de agua y alimentos y con organizaciones como *Oxfam Intermón*, con los que teníamos proyectos y aplicamos los resultados de nuestra recerca en nuestro país y también en áreas de crisis humanitarias, donde podemos ser útiles (Haití, Sudan, Chad).

DJ: Con respecto al artículo de Rusiñol M. Et al. (2014), ¿como surgió la colaboración entre facultades tan distantes?

RG: Al llegar después del postdoc a la UB, comencé a pensar un proyecto y contacté con laboratorios que habían manifestado interés en nuestro trabajo y con laboratorios que tenían experiencia en temas importantes para el proyecto, aceptaron participar y coordiné mi primer proyecto europeo. La relación ha continuado con todos y dos de ellos están en este proyecto. Otros laboratorios nos habían convidado a participar en consorcios en anteriores proyectos o habían colaborado aceptando intercambios y estadas en nuestro laboratorio. Para trabajar en el proyecto en el que se enmarca el artículo seleccionamos y convidamos los laboratorios con la experiencia y la ubicación adecuada. Se formó un consorcio y obtuvimos el financiamiento para el proyecto europeo VIROCLIME.

DJ: ¿Porqué eligieron a los adenovirus y a los poliomavirus como indicadores?

RG: Al estudiar a los virus excretados para la población vimos que habían virus DNA que se podían considerar como parte de la microbiota humana porque hacen infecciones persistentes sin producir enfermedades en condiciones normales. Muchos adenovirus (algunos son patógenos

también) y poliomavirus cumplen estas condiciones y están siempre en agua residual y también son muy resistentes y específicos, de manera que propusimos su utilización como indicadores de contaminación fecal (humana o de los diferentes animales estudiados) para mejorar el control de la contaminación fecal del agua y estudiar la trazabilidad, la diseminación, la eficacia de las plantas de tratamiento de agua residual para eliminar virus. Los virus seleccionados son también parámetros cuantitativos para aplicar a los modelos predictivos de riesgo microbiológico y el cambio climático.

DJ: ¿Actualmente en que está trabajando?

RG: Actualmente estamos trabajando intensamente en técnicas de metagenómica para el estudio simultaneo de todos los virus presentes en una muestra (clínica, agua o alimentos) y para analizar nuevos virus que aun no han estado descritos o de los que tenemos muy poca información.

Tercera parte: reflexiones y sugerencias.

DJ: Ramon Margalef promovía la lectura entre los estudiantes. Cito textualmente “Yo querría que se leyera más, que hubiera mejores bibliotecas y que los estudiantes adquirieran más facilidad en el empleo de otras lenguas”. ¿Propondría algún otra sugerencia para los jóvenes biólogos?

RG: Propondría que preguntasen más, que se pregunten cosas, cuando están en un curso, en las reuniones etc, que los estudiantes se hagan más preguntas y que hablen de los temas que estudian. Las discusiones y el contraste de datos e interpretaciones son básicos (también en inglés).

DJ: Y para acabar, ¿podría proponer una reflexión ecológica para todos los lectores de **B-on**?

RG: El espacio, la energía, la naturaleza y nuestro tiempo son muy limitados, tenemos que trabajar como un gran consorcio en un proyecto conjunto, ambicioso para la vida y las futuras generaciones.

DJ: Muchas gracias por su tiempo, ha estado un placer!

BIBLIOGRAFÍA

Brock et al. (2012). **Biology of Microorganisms**. Pearson. Thirteenth edition.

Coll J.(1993). **Técnicas de diagnóstico en virología**. Díaz de Santos.

Fields Virology. (2007). Fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins. Vol I and II

Flint et al. (2009). **Principles of virology**. ASM press. Third edition

Knight C.A. (1975). **Chemistry of viruses**. Springer-Verlag Wien New York. 2nd edition.

Murphy et a. (1995). **Virus taxonomy**. Springer-Verlag Wien New York.

Norkin et al. (2010). **Virology, molecular biology and pathogenesis**. ASM press.

Rusiñol M. Et al. (2014). **Application of human and animal viral microbial source tracking tools in fresh and marine waters from five different geographical areas**. Water Research 59.119-129

White et al (1994). **Medical Virology**. Academic press. Fourth edition.

CRÉDITO DE LAS IMÁGENES

Pg 1: <http://jonlieffmd.com/wp-content/uploads/2013/11/Phage-.jpg>

Pg 2: <http://biolizbeth.blogspot.com.es/2012/02/21-estructura-quimica-y-fisica-de-los.html>

Pg 3: <http://www.emiliosilveravazquez.com/blog/2014/06/23/>

Pg 4: Murphy et a. (1995)

Pg 5: Murphy et a. (1995)

<http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/cromosomas.htm>

Pg 6: <http://enotrolugargh.blogspot.com.es/2013/03/un-texto-como-pretexoto.html>

http://www.voyagesphotosmanu.com/historia_egipto.html

<http://www.hoylauniversidad.unc.edu.ar/2010/agosto/el-virus-reversible>

<http://www.prokerala.com/maps/india/ganges-river-map.html>

Pg 7: <http://lulusmith.hubpages.com/hub/Hippocrates-A-brief-guide>

<http://www.nkerns.com/worldlit/homer/iliadimages.htm>

http://es.wikipedia.org/wiki/Catastrofe_demografica_en_America_tras_la_llegada_de_los_europeos

<http://macross2010.wordpress.com/category/a-colonizacion/>

<http://www.thecityreview.com/elshemus.html>

[www.wallcoo.net/flower/flower_tulip_wallpapers_01/wallpapers/1024x768/57\[wallcoo.com\]_tulip_flower_wallpaper_3351.jpg](http://www.wallcoo.net/flower/flower_tulip_wallpapers_01/wallpapers/1024x768/57[wallcoo.com]_tulip_flower_wallpaper_3351.jpg)

www.hdwallpaperscool.com/wp-content/uploads/2013/12/red-striped-tulip-hd-wallpapers-cool-desktop-background-images-widescreen.jpg

Pg 8: www.sciencemag.org

Pg 9: http://www.ub.edu/microbiologia_virology/equip.en.html

<http://www.bbc.com/news/world-africa-28755033>

<http://www.elmundo.es/salud/2014/04/05/533ef20d22601d9f1b8b4580.html>

Pg 10: <http://viralzone.expasy.org/>

<http://www.elplanetadelossimios.es/>

Pg 11: Rusiñol M. Et al. (2014)

Pg 13: Rusiñol M. Et al. (2014)

