

# Indicasat Times

ISSN 2222-7873



**MAKING SCIENCE IN PANAMA**



## EDITOR

**Rita Marissa Giovani**  
Creativo de INDICASAT AIP  
rgiovani@indicasat.org.pa  
marissgiovani@gmail.com

## EDITOR HONORARIO

**Dr. Jagannatha Rao**  
Director de INDICASAT AIP  
jrao@indicasat.org.pa  
kjr5n2009@gmail.com

## PORTADA



## En la Portada

Dr. José Stoute, Dra. Carmenza Spadafora y Licda. Lorena Coronado realizando experimento de radiación de parásitos de la malaria. Parasato de Malaria, Plasmodium Falciparum, sección de Parasitología de INDICASAT AIP. Foto por Rita Marissa Giovani

## TEMAS

### PANAMÁ, PRIMER PAÍS EN GANAR LA FASE II, OTORGADO POR LA FUNDACIÓN BILL & MELINDA GATES

Por el Dr. Rubén Berrocal  
Secretario Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, (SENACYT)

### NUEVA INNOVACIÓN POR LA DRA. CARMENZA SPADAFORA Y EL DR. JOSÉ STOUTE

Por Rita Marissa Giovani

### FERIA INTERNACIONAL DEL LIBRO 2011

Por Rita Marissa Giovani

### ORGULLO PANAMEÑO

Dr. Carlos R. Ordóñez

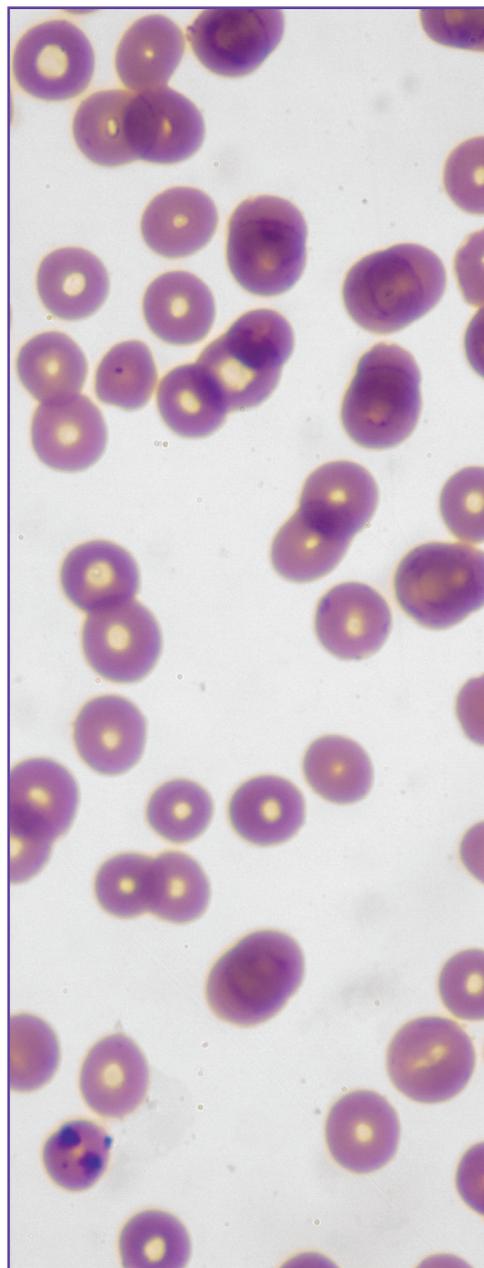
### PUBLICACIONES DE INDICASAT AIP

### NUEVAS CARAS

### VISTAZO-10 VALORES CIENTÍFICOS

Por Dalma Barranco

### VISTAZO-REVISIÓN DE SUBSIDIO OTORGADO POR MELO ACERCA DEL ENVEJECIMIENTO CEREBRAL.



Parásito de Malaria, Plasmodium Falciparum, sección de Parasitología de INDICASAT AIP. Foto por Rita Marissa Giovani

# PANAMÁ ES EL PRIMER PAÍS EN GANAR LA FASE II, OTORGADO POR LA FUNDACIÓN BILL & MELINDA GATES

POR EL DR. RUBÉN BERROCAL  
SECRETARIO NACIONAL DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, (SENACYT)

**R**ecibir un segundo subsidio de la Fundación Bill y Melinda Gates es un privilegio que celebramos no solo en SENACYT e INDICASAT, sino en todo Panamá. En nombre de la doctora Carmenza Spadafora, por INDICASAT, y el doctor José Stoute, por Penn State University, apreciamos profundamente la donación de un millón de dólares que les ha otorgado el programa Grand Challenges Explorations de esta fundación.

Grand Challenges Explorations ayuda a científicos alrededor del mundo a explorar audaces soluciones a problemas de salud. Soluciones consideradas muy arriesgadas para conseguir fondos a través de otros mecanismos. Este proyecto liderado por panameños es titulado “Uso de frecuencias de microondas para el tratamiento de la malaria”. Con él se quiere INVESTIGAR si la radiación puede matar al parásito de la malaria. Quiero destacar que para lograr el



DR. RUBÉN BERROCAL  
SECRETARIO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, (SENACYT)

Foto por Rita Marissa Giovani

primer subsidio, este proyecto fue seleccionado entre más de 4 mil proyectos presentados por científicos de todo el mundo. En un año la doctora Spadafora y el doctor Stoute demostraron que el parásito de la malaria es más sensible a las microondas que los glóbulos rojos. Ahora, en la segunda fase que durará dos años, el doctor Stoute y la doctora Spadafora probarán esto en animales, usando niveles muy leves de microondas. El propósito de este estudio es poder tratar la malaria sin el uso de drogas. Este segundo subsidio evidencia lo prometedor de este proyecto. Para lograrlo compitieron contra 19 proyectos en la primera convocatoria; y contra 42 proyectos en la segunda convocatoria. De ahí solo 12 propuestas fueron elegidas, entre ellas la panameña.

Agradecemos nuevamente a la fundación Bill y Melinda Gates, y concluyo con esto: actualmente este proyecto de la doctora Spadafora y el doctor Stoute se beneficia en recursos y reconocimientos científicos, pero, de tener éxito en sus resultados, en los años venideros Panamá y la humanidad se beneficiarán con este potencial y prometedor tratamiento de la malaria.



DRA. CARMENZA SPADAFORA Y DR. JOSÉ STOUTE

Foto por Rita Marissa Giovani



**DRA. CARMENZA SPADAFORA**  
*Foto por Rita Marissa Giovani*

# NUEVA INNOVACIÓN DE LA DRA. CARMENZA SPADAFORA Y EL DR. JOSÉ STOUTE

---

La Fundación Bill y Melinda Gates (B&MGF) es la fundación privada de caridad más grande del mundo, uno de los temas por los cuales se preocupa actualmente es el de realizar esfuerzos para disminuir la malaria en todo el mundo, progreso que también se está haciendo en el ámbito científico, probando nuevas herramientas para el control de la enfermedad, invierte en la lucha contra el paludismo, acelerando los programas de investigación, logrando aproximarse a la meta a largo plazo que es la erradicación de la enfermedad. Ésta fundación otorga un millón de dólares a la Dra. Carmenza Spadafora, del Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT AIP) y al Dr. José Stoute, de Penn State University, con la finalidad que continúen el estudio sobre el uso de frecuencias de microondas para erradicar la malaria en los glóbulos rojos sin dañarlos, estudio que se llevará a cabo por dos años y que dio inicio en el año 2008. La Dra. Spadafora nos comenta “Recibir este premio por parte de la fundación Bill y Melinda Gates ha sido uno de los hitos más importantes en la carrera de José Stoute y mi persona, no solo por lo que significa individualmente, sino como país, poder proyectar a Panamá más allá de nuestras fronteras. Aplicamos para participar en este premio en la primera convocatoria que abrió la fundación, fue la primera vez que participábamos entre más de cuatro mil ideas de todo el mundo, de éstas ideas solo se escogieron 100 entre las cuales las únicas dos que se distinguieron de Latinoamérica fueron la de México y

nosotros de Panamá, para la segunda ronda nos dieron cien mil dólares y un año para obtener logros, irradiamos el parásito de la malaria con el objetivo de matarlo con microondas”. Los resultados ese año indicaron fuertemente que si era posible hacerlo, es posible matar el parásito sin afectar a los glóbulos rojos, que es donde el parásito se aloja cuando entra en los maxs, presentaron a la fundación los resultados y aplicaron para la segunda fase. La Dra. Spadafora dice: “Sabíamos que esta fase era mucho más competitiva, porque lo que estaba en juego era un millón de dólares”. En abril del 2010 les informaron que habían sido seleccionados, pero debían hacer unas modificaciones lo cual conllevó reunirse con la fundación hasta diciembre de 2010, en enero del 2011 empezaron a recibir los fondos de la fundación.

## *MALARIA*

El parásito de la Malaria entra en los eritrocitos, glóbulos rojos normales y se comienza a multiplicar dentro hasta que se come todo el citoplasma, rompe el eritrocito, luego se dirige a invadir nuevos eritrocitos, cada vez que se rompe el eritrocito la persona entra en escalofríos que es la fiebre. Muchos países de todo el mundo están implicados en malaria y hay algunos que tienen la posibilidad de eliminar la malaria porque el número de infecciones no es exorbitante, entre ellos está Panamá, sin embargo algunos países solo pueden esperar controlar la malaria. La malaria es una enfermedad producida por parásitos del género Plasmodium, es la primera en importancia entre las enfermedades debilitantes,



DR. JOSÉ STOUTE

Foto por Rita Marissa Giovani

con más de 210 millones de casos cada año en todo el mundo. El término malaria se le llama también paludismo. Es crucial el uso de fármacos como cloroquina y sulfadoxina y controlar los vectores. La enfermedad puede ser causada por una o varias de las diferentes especies de Plasmodium: Plasmodium falciparum, Plasmodium vivax, Plasmodium malariae, Plasmodium ovale o Plasmodium knowlesi, siendo las tres primeras reportadas en el continente americano. Los vectores de esta enfermedad son diversas especies del género Anopheles. Solamente las hembras de mosquitos son las que se alimentan de sangre para poder madurar los huevos, en cambio los machos no pican y no pueden transmitir enfermedades ya que únicamente se alimentan de néctares y de jugos

vegetales.

#### CAUSAS DE CONTAGIO:

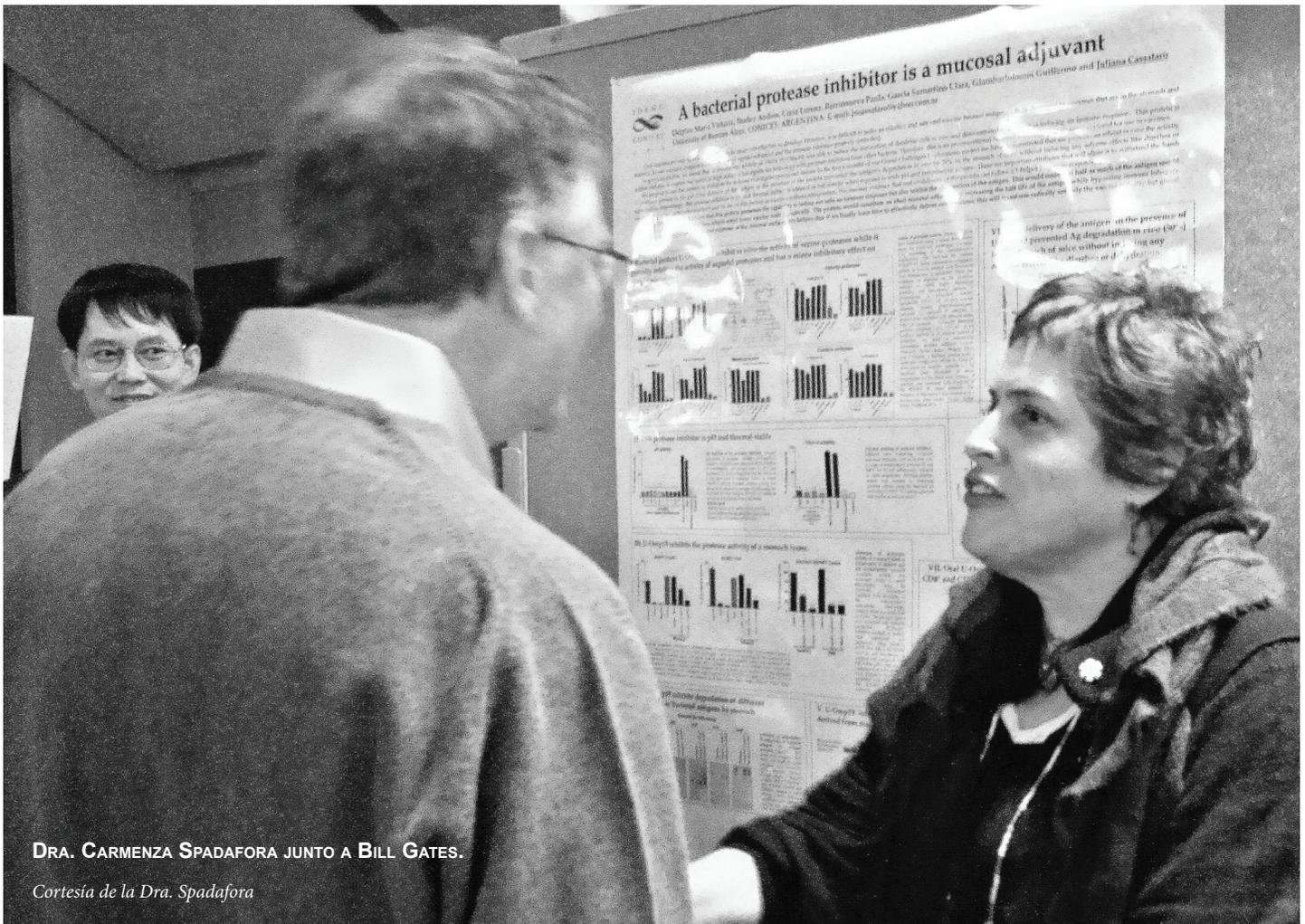
- Contagio directo entre humanos: una mujer embarazada lo transmite por vía trasplacentaria al feto.
- Transmisión directa: a través de la picadura de un mosquito y/o transmisión por transfusiones sanguíneas de donantes que han padecido la enfermedad.

En regiones donde la malaria es altamente endémica, las personas son tan a menudo infectadas que desarrollan la “inmunidad adquirida”, es decir que son portadores más o menos asintomáticos del

parásito, 1,3 millones de personas mueren cada año de paludismo; de éstos, un 90% son niños menores de cinco años. Cada año se registran aproximadamente 396 millones de casos de paludismo, el mayor índice de morbilidad se registra en el África, al sur del Sahara. Los síntomas son diversos, iniciando con fiebre, escalofríos, sudoración y dolor de cabeza. Además se puede presentar náuseas, vómitos, tos, heces con sangre, dolores musculares, ictericia, defectos de la coagulación sanguínea, shock, insuficiencia renal o hepática, trastornos del sistema nervioso central y coma.

La fiebre y los escalofríos son síntomas cíclicos, repitiéndose cada dos o tres días. La Dra. Spadafora y el Dr. Stoute proponen el uso de microondas para calentar las células infectadas y matar los parásitos de la malaria, estas células pueden ser removidas del cuerpo por medio del hígado y el bazo, comenta el Dr. Stoute. En las pruebas realizadas se ha podido observar que los parásitos que han sido irradiados se ven reducidos, en proceso de morir, mientras los que no fueron sometidos a irradiación seguían creciendo saludables.

En la siguiente fase la Dra. Spadafora se enfocará en matar por medio de microondas a los parásitos, y el Dr. Stoute apuntará a cuales son los efectos que causa este proceso en ratones de laboratorio, esto lo llevará a cabo con nuevos equipos construidos por colaboradores en los Estados Unidos. Esto es a razón de que tienen la idea de utilizar distintas frecuencias para matar al parásito y no a los eritrocitos, el equipo actual es de 2.45GHz, y el nuevo será aproximadamente de 1 a 3GHz. Por medio de un software programarán el tiempo de exposición y la potencia necesaria para matar el parásito. Cabe la posibilidad de que dependiendo de la potencia, ésta radiación pueda afectar los tejidos, investigarán los niveles más bajos posibles, agregó el Dr. Stoute. Ambos esperan que algún día no muy lejano los enfermos con malaria pasen por éste aparato, eliminando los parásitos sin efectos secundarios y sin la necesidad de tomar medicamentos. El 25 de abril, se conmemora el día contra la lucha del paludismo en África ya que es en este continente donde es más común esta enfermedad.



**DRA. CARMENZA SPADAFORA JUNTO A BILL GATES.**

*Cortesía de la Dra. Spadafora*

# VIFERIA INTERNACIONAL DEL LIBRO

La Feria Internacional del Libro de Panamá 2011, se celebró este año en las instalaciones del Centro de Convenciones ATLAPA, desde el 24 al 28 de agosto de 2011.

El LIBRO es el principal protagonista de esta fiesta que se lleva a cabo con la finalidad de poner a disposición de chicos y grandes la más variada oferta editorial. Esta feria es visitada cada año por jóvenes y niños de todo el país, por lo que INDICASAT aprovechó la oportunidad de brindar un espacio a nuestra juventud, ofreciendo actividades que despierten su interés en la ciencia. Todo esto fue posible gracias al apoyo de investigadores, técnicos, estudiantes de PhD y del personal administrativo de INDICASAT.

El stand de INDICASAT tubo la grata presencia de la reconocida Dra. Rosa María Britton, quien dio por inaugurado el stand con el corte de cinta en compañía del Dr. Jagannatha Rao, Director del Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT AIP), la



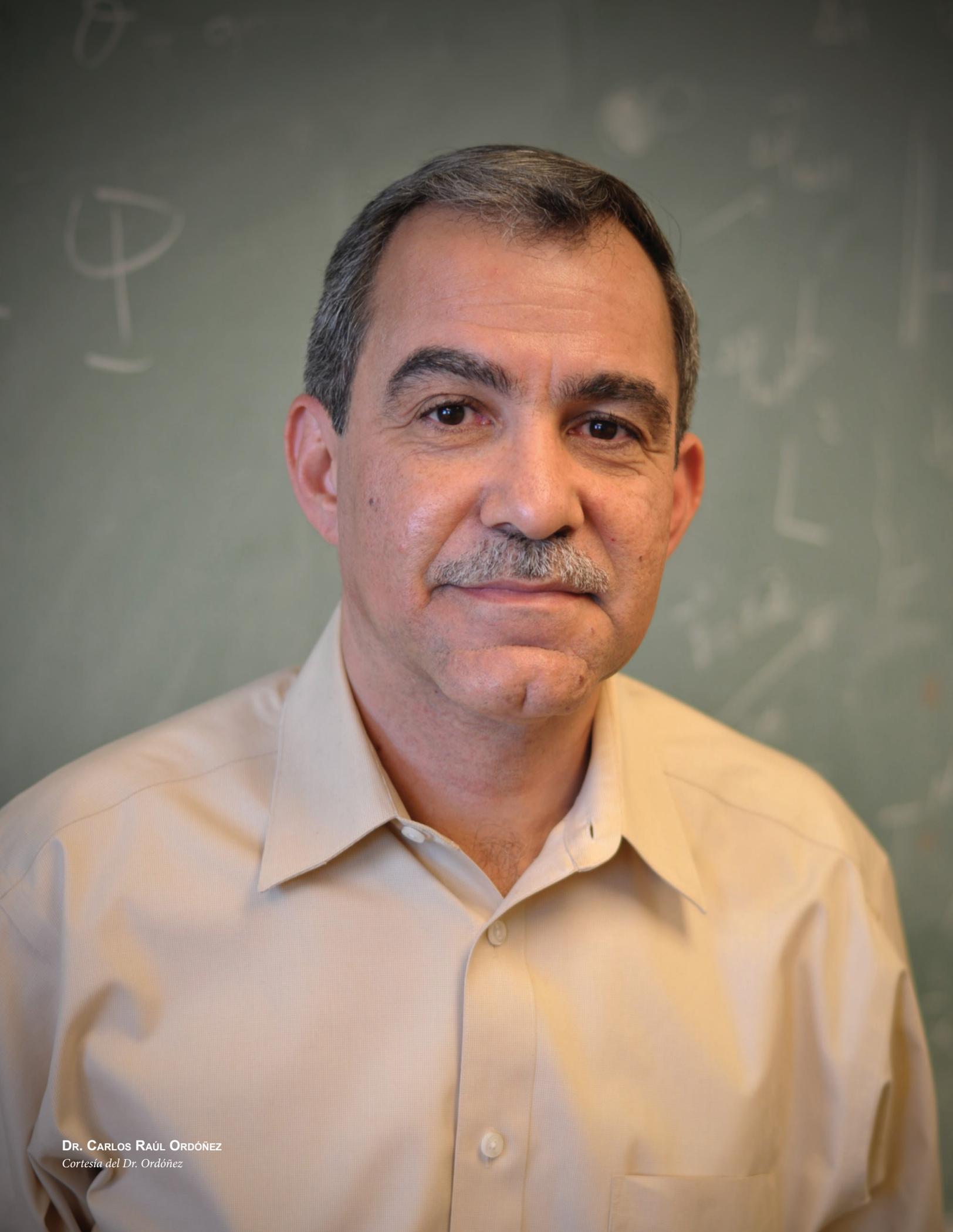
Licda. Cecilia Cárdenas, Directora Administrativa de INDICASAT AIP, la Dra. Gabrielle Britton, Investigadora del Área de Neurociencias en INDICASAT AIP, el Ing. Ignacio Nelson en representación de SENACYT-INFOPLAZAS, además del personal administrativo, doctores, técnicos, estudiantes de PhD del



instituto, invitados y el público en general.

La concurrencia de todas las edades no se hizo esperar, cada grupo de estudiantes provenientes de escuelas y colegios del interior y de la localidad participaron de nuestras actividades, deseosos de llevarse consigo un recuerdo del Instituto y al mismo tiempo demostrar sus conocimientos en ciencias, química, biología.





**DR. CARLOS RAÚL ORDÓÑEZ**  
*Cortesía del Dr. Ordóñez*

# PROF. CARLOS R. ORDÓÑEZ

# ORGULLO

# PANAMEÑO

---

**E**l doctor Carlos Raúl Ordóñez se graduó de secundaria en el Colegio San Agustín y de licenciatura en física en la Universidad de Panamá en 1974 y 1979, respectivamente. En ambas instituciones obtuvo el primer puesto de honor. En 1986 obtuvo el doctorado en física teórica (Ph.D.) en la Universidad de Texas en Austin, graduándose con el máximo puntaje de 4.0.

Sus estudios de postgrado fueron parcialmente financiados con becas del IFARHU (Panamá) y de la Organización de Estados Americanos (OEA). En Texas, sus mentores fueron el Profesor Philip Candelas (actualmente Profesor de la Universidad de Oxford) y el Profesor Steven Weinberg, premio Nóbel de física de 1979, considerado como el físico teórico más importante de los últimos 40 años. Luego de su graduación de Ph.D., el doctor Ordóñez trabajó como investigador asociado (research associate) en la Universidad Rockefeller en Manhattan, Nueva York. Sus éxitos como estudiante y como investigador en aspectos cuánticos de supergravedad en altas dimensiones y en teoría de cuerdas fueron premiados con la muy prestigiosa beca de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation en 1989. Solo tres físicos de América Latina recibieron ese año esta distinción. Como Guggenheim Fellow, el doctor Ordóñez, invitado por el Profesor Frank Wilczek (Nóbel de física, 2004; actualmente en el Massachusetts Institute of Technology), fue miembro visitante del Institute for Advanced Study de Princeton, la “meca” de la física teórica mundial. Durante el año como Guggenheim Fellow, Ordóñez regresó a la Universidad de Texas para realizar investigaciones avanzadas y dictar clases, ahora como colega de su mentor, el

Profesor Weinberg. Al año siguiente el doctor Ordóñez fue distinguido con una beca para trabajar con el Profesor Weinberg, esta vez otorgada por el World Laboratory, organización basada en Lausanne, y CERN (Ginebra), en Suiza. En 1996 Ordóñez, luego de un concurso nacional, fue seleccionado como “Distinguished Minority Visiting Professor” en el departamento de física de la Universidad de Vanderbilt. En 1997 fue contratado como profesor asistente del departamento de física de la Universidad de Houston, en donde tiene la permanencia como profesor asociado (titular). Durante su segunda estancia en la Universidad de Texas, el doctor Ordóñez también incursionó en la física nuclear siguiendo las ideas inicialmente establecidas por el Profesor Weinberg de utilizar los lagrangianos quirales (chiral). Ordóñez escribió, juntos con colaboradores y trabajando muy de cerca con Weinberg, tres de los artículos seminales en este tema, los cuales han sido citados cientos de veces. Este trabajo y los posteriores han sido financiados por la National Science Foundation, Texas Higher Education Coordinating Board, y varias agencias privadas. El doctor Ordóñez ha dictado numerosas charlas y ha tenido estancias en universidades e institutos de investigación de Estados Unidos, Canadá, Europa y América Latina, incluyendo Los Alamos National Laboratory (USA), Kavli Institute of Theoretical Physics (Santa Barbara, USA), Institute for Advanced Study (Princeton, USA), Thomas Jefferson Laboratory (Virginia, USA), CERN (Ginebra, Suiza), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (Rio de Janeiro, Brasil), etc. En 2009 fue seleccionado como “Fellow” de la American

Physical Society, alto honor que sólo se le otorga a menos del 0.5 % de los miembros de la APS en reconocimiento de los éxitos científicos del miembro. Paralelo a esta actividad científica y académica, el doctor Ordóñez se ha destacado como un promotor de la cooperación científica internacional, sobre todo entre USA y América Latina, y del avance científico de la comunidad latina en USA. Él fue fundador y director asociado de la Pan-American Association for Physics, de la National Society of Hispanic Physicists, y ha sido asesor para proyectos científicos y cooperación internacional del Rector del Instituto Tecnológico de Enseñanza Superior (ITESM) de Monterrey, y para grupos industriales de esa ciudad Mexicana, así como del Banco Interamericano para el Desarrollo (BID). De 1998-2006 fue director del World Laboratory Center for Pan-American

Collaboration in Science and Technology en la Universidad de Houston, a través del cual 14 científicos jóvenes de Argentina, Brasil, Cuba, México y Perú obtuvieron entrenamiento postdoctoral con físicos, químicos y biólogos eminentes de la Universidad de Houston.

En 2009, la American Physical Society galardonó nuevamente al doctor Ordóñez con el premio John Wheatley Award, otorgado cada dos años a científicos que han tenido una labor destacada en el desarrollo de la física en países en vías de desarrollo.

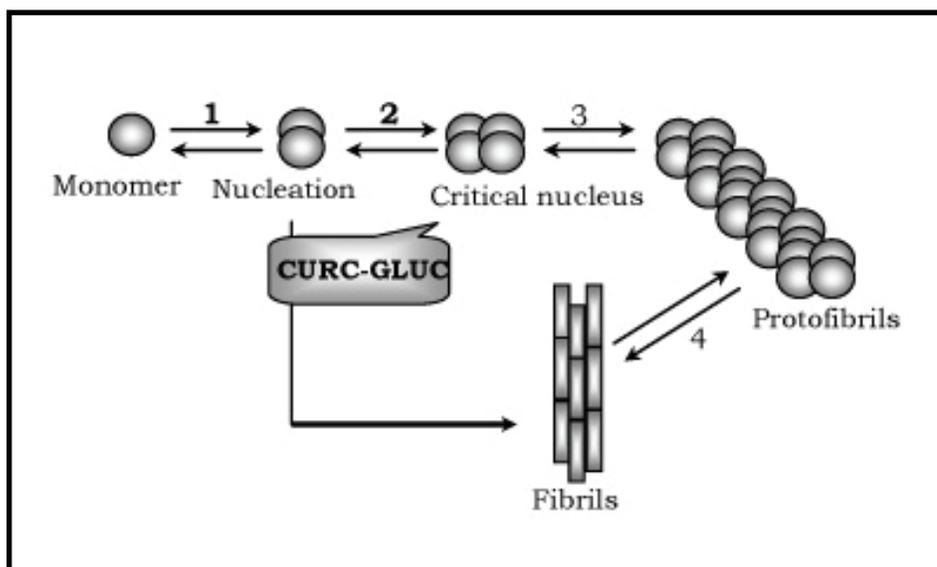
Actualmente, el doctor Ordóñez es asesor para cooperación científica internacional del doctor Fernando Quevedo, director del Abdus Salam International Center for Theoretical Physics (ICTP) de Trieste, Italia, el centro más importante del mundo para colaboración científica internacional.



DR. STEPHEN WILLIAM HAWKING JUNTO AL DR. CARLOS RAÚL ORDÓÑEZ.  
*Cortesía del Dr. Ordóñez*

# CURCUMIN-GLUCOSIDE, A NOVEL SYNTHETIC DERIVATIVE OF CURCUMIN, INHIBITS $\alpha$ -SYNUCLEIN OLIGOMER FORMATION: RELEVANCE TO PARKINSON'S DISEASE

By Bharathi Shrikanth Gadad, Parvathy K Subramanya, Srinivas Pullabhatla, Indi S Shantharam, Rao K.S.



**DR. JAGANNATHA RAO, K.S.**  
DIR. OF INDICASAT AIP



**BHARATHI SHRIKANTH GADAD**

## ABSTRACT:

$\alpha$ -Synuclein aggregation is centrally implicated in Parkinson's disease (PD). It involves multi-step nucleated polymerization process via the formation of dimers, soluble toxic oligomers and insoluble fibrils. In the present study, we synthesized a novel compound viz., Curcumin-glucoside (Curc-gluc), a modified form of curcumin and studied its anti-aggregating potential with  $\alpha$ -synuclein. Under aggregating conditions in vitro, Curc-gluc prevents oligomer formation as well as inhibits fibril formation indicating favorable stoichiometry for inhibition. The binding efficacies of Curc-gluc to both  $\alpha$ -synuclein monomeric and oligomeric forms were characterized by microcalorimetry. It was observed that titration of Curc-gluc with  $\alpha$ -synuclein monomer yielded very low heat

values with low binding while, in case of oligomers, Curc-gluc showed significant binding. Addition of Curc-gluc inhibited aggregation in a dose-dependent manner and enhanced  $\alpha$ -synuclein solubility, which proposes that Curc-gluc solubilizes the oligomeric form by disintegrating preformed fibrils and this is a novel observation. Overall, the data suggests that Curc-gluc binds to  $\alpha$ -synuclein oligomeric form and prevents further fibrillization of  $\alpha$ -synuclein; this might aid the development of disease modifying agents in preventing or treating PD. **Bharathi Shrikanth Gadad, Parvathy K Subramanya, Srinivas Pullabhatla, Indi S Shantharam, Rao K.S. Current Pharmaceutical Design. (Inpress, 2011)**



DR. RUBÉN BERROCAL JUNTO AL DR. JAGANNATHA RAO, K.S.

*Foto por Rita Marissa Giovani*

## A REVIEW ON THE THERAPEUTIC POTENTIAL OF EMBRYONIC AND INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS IN HEPATIC REPAIR.

By K. Ananda Krishna, K. Sai Krishna, Ruben Berrocal, Alekya Tummala, K.S. Rao and K.R.S. Sambasiva Rao.

---

### ABSTRACT

Despite the liver being proliferatively quiescent, it maintains balance between cell gain and cell loss, invokes a rapid regenerative response following hepatocyte loss, and restores liver mass. Human liver has immense regenerative capacity. Liver comprises many cell types with specialized functions. Of these cell types, hepatocytes play several key roles, but are most vulnerable to damage. Recent studies suggest that the extrahepatic stem cell pool contributes to liver regeneration. Stem cell therapies have the potential to enhance hepatic regeneration. Both embryonic and induced pluripotent stem cells could be a suitable source to regenerate hepatocytes. In the present review, we discuss the therapeutic potential of stem cells in hepatic repair and focus on the clinical applications of stem cells. **K. Ananda Krishna, K. Sai Krishna, Ruben Berrocal, Alekya Tummala, K.S. Rao and K.R.S. Sambasiva Rao. Journal of Natural Science, Biology and Medicine (December issue 2011).**

# CARAS NUEVAS DE INDICASAT



**ERIKA NICOLLE  
GUERRERO HAUGHTON**  
Incorporada como  
Técnico al Equipo de Trabajo  
del Centro de Neurociencias.

**ANN CHARLES**  
Estudiante de la  
Universidad de  
Connecticut, Estados  
Unidos, incorporada al  
Equipo de Trabajo del  
Proyecto de  
la Dra. Carmenza Spadafora.

**LUIS SEBASTIÁN  
VALERIO HERNÁNDEZ**  
Estudiante de Licenciatura  
en Biotecnología, de  
la Universidad Latina de  
Panamá, incorporado al  
Equipo de Trabajo del  
Proyecto de la  
Dra. Patricia LLanes.

10

VALORES

POR: LICDA. DALMA BARRANCO  
ASISTENTE DEL DIRECTOR

CIENTÍFICOS



**N**o existe una pócima mágica para convertirse en científico, pero si algunos ingredientes que ayudan a conseguirlo. El sentido crítico, la curiosidad, la constancia y la imaginación son algunos de ellos.

Se conoce como valores científicos, un nombre un poco rimbombante, todo aquello que son herramientas valiosas para formular buenas preguntas sobre lo que sucede en el mundo natural y encontrar algunas respuestas.

Es así como se avanza en el conocimiento científico: resolviendo pregunta tras pregunta. El sistema resulta bastante simple y ha funcionado bien para explicar muchos fenómenos, desde el origen del universo a la evolución de las especies. Y la buena noticia es que el conocimiento científico también se ha convertido en algo útil en la vida cotidiana, y es por ello, que les quiero recordar cuáles son los valores científicos escrito por: Gabriel Bortnik y que significa cada uno de ellos:

1. **CURIOSIDAD.** La ciencia se basa, ante todo, en un insaciable deseo de conocer y comprender, que se puede manifestar de muchas formas; por ejemplo, en la búsqueda de datos complementarios y de su significado en cada situación. Albert Einstein sintetizó como nadie la necesidad de curiosidad: «Lo importante es no cesar de preguntarse cosas».

2. **ESCEPTICISMO.** La ciencia promueve la búsqueda y exigencia de pruebas, y la evaluación continua del conocimiento con espíritu crítico. En ciencia se ha de cuestionar todo y es imprescindible la honestidad, pues tarde o temprano se impone la realidad de los hechos.

3. **RACIONALIDAD.** Entendiendo como tal un respeto a la lógica, así como la necesidad de considerar antecedentes y consecuencias de cada fenómeno analizado. Es la base para buscar causas y motivos de los fenómenos. Por ejemplo, la persona racionalno es supersticiosa.

4. **UNIVERSALIDAD.** Es decir, que lo que es válido para uno es válido para todos, independientemente de la raza, la religión o la cultura. La ciencia y la tecnología constituyen un elemento común a las culturas del mundo, pertenecen a toda la humanidad.

5. **PROVISIONALIDAD.** Es una característica esencial del conocimiento científico. Aunque pueda resultar incómodo, debemos incorporar ese hecho como un valor, frente a esquemas de certeza, permanencia e inmutabilidad. Este es un punto crítico, porque a muchas personas les gustan las respuestas firmes, y la incertidumbre es difícil de aceptar. Hemos de acostumbrarnos -educarnos- a convivir con la provisionalidad: «No se llega a la certeza con la razón sino con la fe», nos dijo Guillermo de Occam.

6. **RELATIVIDAD.** Muy relacionado con lo anterior está la necesidad de matices que necesita una calidad en las afirmaciones. La incertidumbre de resultados, el margen de error, el borde de la indefinición o la frontera son terrenos habituales por donde se mueve la ciencia, y el transitar por ellos nos educa en la comprensión de los niveles de riesgo, el valor de las estadísticas y la capacidad de evaluar a priori el éxito o fracaso de una iniciativa.

7. **AUTOCRÍTICA.** Es esencial en la ciencia el dudar de toda conclusión que uno mismo formula, comenzando inmediatamente a buscarle sus puntos débiles. La ciencia es crítica consigo misma, y también debe estar abierta al escrutinio social, histórico y cultural, tanto por parte de intelectuales como de la sociedad en general.

8. **INICIATIVA.** La necesidad de revisión continua que tiene la ciencia y la posibilidad permanente de mejorar las soluciones tecnológicas obligan a una actitud de inconformismo y emprendedora, a la valoración y asunción de riesgos en la innovación, asumiendo los ensayos fallidos como pasos imprescindibles y útiles de un proceso.

9. **APERTURA.** Es decir, la disponibilidad para escuchar y aceptar ideas de los demás, y también para cambiar las propias en función de las evidencias que se nos ofrecen. La apertura es imprescindible para la innovación y para que fructifique la creatividad.

10. **CREATIVIDAD.** Es clave en la tecnología, para buscar soluciones a problemas divergentes, y para establecer relaciones originales, diseñar experiencias, proponer hipótesis, inventar y diseñar leyes, crear modelos, teorías, aparatos, mecanismos, procedimientos, métodos...

# REUNIÓN PARA REVISIÓN DEL SUBSIDIO OTORGADO POR MELO ACERCA DEL ENVEJECIMIENTO CEREBRAL

15 DE AGOSTO 2011

