

Fidel González Rouco es profesor del departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Facultad de Ciencias Físicas (Universidad Complutense de Madrid) e investigador del Instituto UCM/CSIC de Geociencias. Ha trabajado entre otros centros en el GKSS Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, en Geesthacht, Alemania, donde se ha especializado en estudios de paleoclimatología principalmente desde el punto de vista de la simulación numérica. Ha contribuido activamente al último Informe de Evaluación del IPCC siendo autor líder del capítulo V (Información de Archivos Paleoclimáticos) del Grupo de Trabajo I sobre las Bases Físicas. Además es un divulgador comprometido con el IPCC y con el estudio de los climas pasados para contextualizar y entender mejor los climas futuros.

# Perfiles

## Fidel González Rouco

POR ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO



**ER: ¿Puedes contar a nuestros lectores tus primeros pasos en la enseñanza elemental y media y sobre todo tus años de formación como físico en la UCM y primeras estancias en el extranjero? ¿Qué destacarías de aquel periodo de formación? ¿Qué maestros te han marcado a lo largo de tu carrera?**

La época de estudios de enseñanza media, BUP en aquel momento, fue un período muy especial. Se trataba de un instituto pequeño con profesores que tomaban muchas iniciativas en desarrollar actividades no obligatorias con los estudiantes. Eso hizo que esencialmente jugásemos mucho en el laboratorio, o haciendo otras actividades (fotografía, excursiones geológicas, etc.). En general todos los profesores generaban un ambiente que ahora recuerdo con agradecimiento y con frecuencia como inspirador, aunque no era plenamente consciente; los profesores de física, geología y matemáticas en particular. Con el tiempo la vocación de aquellos docentes y su aproximación a la educación me han hecho pensar con frecuencia en lo que he leído sobre la Institución Libre de Enseñanza y en cómo en aquella época de principios del siglo XX se fraguaba un renovado sentido educador.

Hice el primer ciclo en Santiago de Compostela y la especialidad en la UCM. De Santiago lo primero que se me viene a la cabeza es ese clásico ambiente estudiantil, todavía presente en aquella época. Mis inicios en la Complutense coinciden justo con la etapa previa a la existencia de internet y la web, que revolucionarían también la docencia y las comunicaciones en investigación también. Fue interesante vivir esa transición en donde inicialmente varios estudiantes compartíamos un ordenador; el acceso a las revistas en la hemeroteca a golpe de fotocopiadora... Hoy es un recuerdo que queda muy lejano por los increíbles avances en computación y tecnologías de la comunicación que hemos presenciado, pero es precisamente lo rudimentario de aquellos inicios lo que convierten esos recuerdos en algo verdaderamente entrañable. En las primeras estancias fui al Hadley Center. En aquel momento estaba en Bracknell, Reino Unido. La estancia tenía el propósito de obtener datos de simulaciones climáticas para estudiarlos. Almacenar Gigas de información era una tarea colosal en ese momento. En esas estancias me impresionaron los medios, la discusión de ideas y el generar visiones posibilistas de investi-

gación futura. Valoré también la educación que había recibido en la UCM. Con los medios al alcance los profesores habían puesto dedicación, contenidos y visiones acertadas. Les recuerdo a todos con respeto y lamento que algunos ya no estén.

**ER: ¿En qué ha cambiado la enseñanza universitaria a lo largo de estos últimos años, especialmente en el Departamento en el que está trabajando? ¿Qué asignaturas quitarías y/o añadirías?**

Hay una mayor tutorización del alumnado desde los planes de Bolonia. No estoy convencido de que eso sea necesariamente bueno y menos sin aumentar los recursos de personal disponibles. Al alumno se le presenta una carrera de obstáculos con prácticas, exámenes presenciales, exámenes en la web; no sé si con el tiempo deseable para reflexionar y desarrollar su propia responsabilidad en el estudio. El aumento de las tasas de matrícula es un aspecto indeseable que, con frecuencia, parece transmitir la idea de que uno va a la universidad, no a formarse, sino con la expectativa de conseguir inmediatamente un puesto de trabajo. Esto es humano y entendible, pero la idea de formación universitaria es un concepto más amplio que la mera formación profesionalizante. En mi opinión el concepto idóneo de capacitación universitaria ligado a desarrollo personal, fomento de la curiosidad intelectual y habilidades. No estoy seguro de que eso se consiga mejor ahora. Me resulta sugerente el lema de von Humboldt en la Universidad de Berlín: "Soledad y Libertad".

Por otro lado para nosotros el resultado es una nunca menguante carga docente y burocrática y el riesgo que se deriva de transformar la universidad en una academia. Esto afecta a la investigación. Paradójicamente se valora a las universidades por su desarrollo en investigación y transferencia y la dirección en la que ha evolucionado en los últimos años no promociona esto, ni por los recursos humanos para docencia ni por los que hay para investigación. Sólo hay que mirar a los países de nuestro entorno. En la UCM hay un master en Meteorología y Geofísica. Hay suficientes motivos para que pudiera ser de dos años. Creo que el '4+1' años de grado y master es un error; 3+2 tiene un mayor sentido académico desde mi punto de vista. Específicamente en el área de meteorología y clima, creo que vendrían bien más contenidos de predicción meteorológica dentro del master. Creo que habría que fomentar más la relación con AEMET tanto en docencia como en investigación.

**ER: Tu carrera universitaria como investigador te ha llevado a diversos países, singularmente a Alemania donde has pasado largas temporadas. ¿Puedes describir a los lectores de TyC las principales diferencias y similitudes en términos generales entre la universidad española y la alemana? ¿Y las diferencias en la política científica?**

La primera es que las tasas de matrícula en la alemana son mucho menores. Mis colegas tienen menos carga docente y más recursos humanos y materiales de apoyo. Eso plantea un escenario completamente diferente al antes comentado.

En cuanto a investigación recuerdo que cuando empezaba mi Postdoc en un centro que podríamos calificar de mediano, los recursos económicos de proyectos en el Departamento en el que estaba eran del orden de magnitud de toda la convocatoria española de proyectos de I+D en nuestra área. Eran otros tiempos y a lo largo de los 2000 se mejoró significativamente la situación de la ciencia en España. Luego volvió a empeorar. Una diferencia importante en este sentido es la carencia de continuidad, de una visión que entienda que no se debe disminuir la inversión en i+d y menos en tiempos de crisis, sobre todo en tiempos de crisis.

**ER: ¿Puedes resumir para TyC las principales fuentes de información para reconstruir climas pasados dependiendo de las diferentes escalas temporales?**

Las fuentes dependen efectivamente de la escala temporal. En el período inmediatamente anterior a la era instrumental son muy importantes las medidas 'instrumentales tempranas' (del inglés, early instrumental). Hay mucho potencial en Europa y trabajo por hacer en recuperar estos datos. La agencias meteorológicas tienen en eso un papel relevante. En un rango temporal un poco más largo abarcando los últimos 5 siglos hay diferentes tipos de fuentes documentales asociadas a las rogativas en las iglesias, los periódicos, a la administración pública (p. ej., la recaudación de impuestos), etc. A lo largo de los dos últimos siglos y hasta milenios atrás se puede hacer uso de datos asociados a corales, dendroclima (árboles), espeleotemas, etc. Son fuentes que pueden aportar diferente tipo de registros 'proxy', desde medidas directas del crecimiento en los árboles y corales hasta una variedad de concentraciones isotópicas relacionadas con la hidrología local (espeleotemas) o las condiciones de temperatura y salinidad (e.g. corales). Estos datos no registran variaciones directas del clima sino el impacto de dichas variaciones en los ecosistemas.

En general, cualquier registro biogeofísico que haya sido sensible a lo largo de su evolución a las condiciones medioambientales es útil. He trabajado bastante con testigos de temperatura del subsuelo, una fuente de información muy interesante que permite conocer las variaciones de energía integrada en el tiempo. Por otro lado, no es extraño que surjan nuevas fuentes de información, como ciertas conchas de bivalvos que viven durante siglos y son analizables de forma comparable a los anteriormente citados.

En escalas temporales más largas como el holoceno (últimos 11000 años) adquieren preponderancia los registros polínicos y los testigos lacustres. En escalas más largas todavía (último millón de años) los testigos de hielo o los testigos de sedimentos marinos. Todos ellos ofrecen la posibilidad de entender las variaciones en ciclos biogeoquímicos a escala local para luego tratar de conectarlos globalmente.

**ER: Una de tus principales líneas de investigación es la simulación y reconstrucción paleoclimática, ¿puedes contarnos cuál es el papel de las simulaciones y de las reconstrucciones? ¿En qué medida nos ayudan estos estudios a comprender el clima actual y el futuro?**

## Perfiles Fidel González Rouco

Efectivamente estas son las dos formas que hay de entender las variaciones climáticas del pasado. Con las reconstrucciones se intenta averiguar qué pasó exactamente en un determinado momento del pasado (año, década, siglo...); si fue muy cálido o frío, húmedo o seco. Las simulaciones proporcionan descripciones de estados físicos del sistema que son compatibles con las condiciones de contorno (cambios en el forzamiento externo). Las simulaciones dependen de las condiciones iniciales y solamente se puede esperar que reflejen detalles del pasado aquellos aspectos que dependen de las condiciones de contorno impuestas.

La comparación de simulaciones y reconstrucciones ofrece muchas posibilidades. Permite entender posibles mecanismos que contribuyen a la variabilidad climática en escalas temporales más largas que la era instrumental. Permite también ver la consistencia en la respuesta a cambios en el forzamiento entre reconstrucciones y simulaciones y evaluar la confianza en las proyecciones de cambio climático futuro; puede permitir detectar fallos sistemáticos en los modelos. A veces permite utilizar las simulaciones como una 'pseudorealidad' y evaluar las bondades y limitaciones de los métodos de reconstrucción o inferir dónde sería interesante tener nuevas fuentes proxy. Hay una multitud de aplicaciones muy interesantes.

**ER: Las simulaciones paleoclimáticas dependen críticamente del conocimiento de los forzamientos naturales. ¿Puedes describirnos el grado de incertidumbre que se tiene en el conocimiento de los forzamientos solar y volcánico?**

En el contexto del actual PMIP4 (Paleoclimate Model Intercomparison Project Phase 4) se considerarán simulaciones transitorias con estos dos forzamientos en la escala temporal de los dos últimos milenios. Para el forzamiento volcánico hay incertidumbre en la fecha exacta de algunos eventos y cierta discrepancia entre diferentes reconstrucciones entre la amplitud de los mismos. En general las aportaciones de este forzamiento a la baja frecuencia, por acumulación de eventos, son bastante consistentes. Sin embargo hay bastante incertidumbre, asociada a cómo se implementa este forzamiento en los mismos: el tamaño y distribución de partículas, la dispersión del aerosol, etc. En cuanto al forzamiento solar a lo largo del último milenio, éste es el que ha ofrecido en sí más incertidumbre para su uso en simulaciones a lo largo de la última década. Se conoce bien el ciclo de actividad solar, con un ciclo aproximado de 11 años. Lo que ofrece más incertidumbre son las variaciones de baja frecuencia. Es interesante pensar que todas las reconstrucciones de variabilidad solar se establecen de un modo u otro en relación al concepto de 'sol tranquilo' (del inglés, quiet sun) durante la última fase del Mínimo de Maunder (del inglés, Late Maunder Minimum; aprox. 1700 CE). Como no sabemos la irradiancia de ese sol tranquilo, diferentes recons-

trucciones hacen suposiciones diferentes sobre la irradiancia solar en ese momento, lo que ha llevado a diferentes estimaciones del cambio en irradiancia desde ese momento hasta ahora.

**ER: El Proyecto de Intercomparación de Modelos en Paleoclima en su fase 3 (PMIP3, de sus siglas en inglés) seleccionó tres períodos de interés para realizar simulaciones: el último máximo glacial (desde hace aproximadamente 21 000 años), el Holoceno medio (desde hace aproximadamente 6 000 años) y el último milenio (identificado como el intervalo 850 a 1850 preindustrial). ¿Puedes hablarnos de este último periodo?**

Efectivamente el intervalo del último milenio (past1000) recorre el periodo 850-1850 de la Era Común (del inglés Common Era) y continúa a lo largo del denominado período histórico (1851-2005). Este es el único período PMIP en el que se desarrollan simulaciones transitorias en las que el forzamiento se cambia año a año. Las simulaciones son consistentes con la distribución de



Instalando instrumentos para el proyecto GUMNET

probabilidad de las reconstrucciones a escala hemisférica y en la mayoría de las regiones continentales. Se reproducen razonablemente bien las tendencias a largo plazo, el aumento de temperatura industrial, enfriamientos preindustriales súbitos asociados a volcanes y cierta modulación de la variabilidad solar de baja frecuencia. De hecho ejercicios de detección han conseguido atribuir variabilidad reconstruida a estos forzamientos externos hasta el siglo XIV. En los primeros siglos del segundo milenio hay discrepancias visibles entre el clima reconstruido y el forzamiento externo. La contribución de la variabilidad interna atmosférica y oceánica son factores muy interesantes a tener en cuenta y a estudiar en el futuro.

**ER: ¿Cómo es actualmente la actividad en estudios de paleoclima en España? ¿Cuántos grupos/investigadores activos hay en este campo? ¿Qué formación básica suelen tener los investigadores en este campo?**

Contando universidades y centros de investigación hay muchos. Ha habido, a pesar de las condiciones de financiación, grandes avances a lo largo de la última década. No enumero universidades y centros porque no me gustaría omitir a nadie pero hay muchos grupos que hacen un gran trabajo en diferentes escalas temporales y proxies o con modelización.

La formación es muy variada: biólogos, físicos, geólogos, geógrafos, químicos, etc. El hecho de que esta profesión involucre aspectos que van del trabajo de campo al laboratorio y a las simulaciones con modelos climáticos hace que exista un abanico importante de perfiles necesarios que pueden contribuir.

**ER: En los últimos años has participado en el 5º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC, de sus siglas en inglés), ¿puedes resumirnos tu experiencia en esta iniciativa tan singular?**

Desde un punto de vista organizativo, la actividad de los autores que participan en la escritura es contribuir a redactar varias versiones de los capítulos en los que participan. Se organizan 4 reuniones con congresos en los que se planea la escritura, desde la estructura del texto a las figuras orientados a que representen una evaluación del estado del conocimiento en ese tema. Se tienen en cuenta cada uno de los comentarios de los revisores para ver como mejorar el texto con los mismos. Con frecuencia es una carrera contra reloj con las fechas de corte para las entregas. Ha sido una experiencia con un marcado carácter formativo, de estudio y aprendizaje del sentido de una evaluación científica. Posteriormente también con una vertiente divulgativa importante. Me parece un proceso y una experiencia personal muy satisfactoria en general.

**ER: El IPCC se financia principalmente con las aportaciones voluntarias de los países y de los científicos que contribuyen con su tiempo y esfuerzo a los diferentes informes sin recibir compensación económica alguna. ¿Cómo crees que un país como España podría involucrarse más decididamente en apoyar al IPCC?**

Desde una perspectiva general, la inversión en investigación en clima y cambio climático es importante. Eso potencia el avance científico de los grupos, su proyección internacional y las posibilidades de tener mayor participación. En este contexto no deja de ser importante tener una visión y mensajes claros respecto a la posición de España en el problema del cambio climático. A lo largo de la última década ha habido mensajes contradictorios emitidos por diferentes instituciones (gobierno, ministerios, AEMET, etc.). Es importante tener una postura común y basada en los conocimientos científicos en este tema.

Desde una perspectiva específicamente orientada a la participación científica en el IPCC, es importante que los científicos participantes reciban apoyo. Una parte es económica y con eso me refiero simplemente a que se puedan cubrir los gastos de viaje.

Otra parte puede ser institucional, de forma que en las instituciones a las que pertenecen los autores les faciliten en la medida de lo posible su actividad. Me consta que para el próximo informe del IPCC se va a poner más atención en todos estos aspectos.

**ER: La iniciativa GUMNET para monitorizar climáticamente la Sierra de Guadarrama es un proyecto relacionado con la monitorización del clima en el que activamente participas y coordinas. ¿Puedes explicar a los lectores de TyC las características singulares y objetivos de este proyecto?**

GumNet (Guadarrama Monitoring Network) es una red de monitorización de la atmósfera y el suelo y subsuelo de 10 estaciones en la Sierra de Guadarrama ([www.ucm.es/gumnet/](http://www.ucm.es/gumnet/)), 9 de ellas en un rango de altitudes entre 900 y 2200 m sobre el nivel de mar y una estación portátil. Tanto esta como una estación adicional en La Herrería (El Escorial) ofrecen medidas de flujos turbulentos, CO<sub>2</sub> y vapor de agua. La mayoría de las estaciones ofrecen monitorización de temperatura y humedad en trinchera (~1 m de profundidad) y hasta 20 m de profundidad en sondeos. Algunas estaciones permiten monitorizar flujos radiativos en zona forestada y deforestada, otras están orientadas a zonas periglaciares o bien a zonas con pastos. Es decir, dentro de la homogeneidad de ser estaciones meteorológicas, disponen de una diversidad de orientaciones para atender a diferentes propósitos científicos.

En realidad me gusta pensar que GumNet es bastante más que eso, aporta un espacio en el que se pueden utilizar datos no sólo para investigación sino también para docencia y como complemento a la gestión de un área protegida. Para más información puede consultarse la web en [www.ucm.es/gumnet/](http://www.ucm.es/gumnet/)

**ER: Los estudios e investigaciones relacionados con el clima en España han crecido de una manera espectacular en España en los últimos 20 años. ¿Cómo ves la situación actual y sobre todo las perspectivas para los próximos años?**

Cabe enfatizar una vez más que ha sido así a pesar de las dificultades de financiación de este último período. Creo que es objetivo que ha habido un incremento en cantidad y calidad. En la situación actual diría que es muy importante asegurar el retorno de investigadores jóvenes muy bien formados y a quienes resulta muy complicado volver y encontrar puestos en los que contribuir al desarrollo de la ciencia en su país. Estamos formando a muchos doctores que han de irse, con dificultades enormes para retornar a un puesto de trabajo digno, o que han de plantearse abandonar la investigación. Es necesario fomentar este retorno y una financiación basal para los grupos de investigación.

**ER: ¡Muchas gracias, Fidel, por haber dedicado tu tiempo a compartir tu experiencia y conocimientos con los lectores de TyC! Nos hemos centrado sobre todo en cuestiones de paleoclimatología y en la situación de la investigación en España relacionada con este tema y con las ciencias de la Tierra, en general. Desde la redacción de TyC te deseamos todo lo mejor en tu todavía largo futuro profesional y en tu vida personal.**