



Fotografía de grupo en las Jornadas de la AME celebradas en marzo de 2024 en Cádiz (de izquierda a derecha, Mariano Sastre, Carlos Román, Carlos Yagüe, Juan Carbone y Víctor Cicuéndez).

Entrevista a Carlos Yagüe Anguís

POR ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

Carlos Yagüe Anguís es catedrático en el departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid y meteorólogo superior del estado actualmente en excedencia. Su campo de investigación se ha centrado principalmente en micrometeorología y en la capa límite atmosférica.

ERC: ¿Podrías contar brevemente a nuestros lectores algunos detalles biográficos tuyos, especialmente los relacionados con el inicio de tu carrera científica?

CYA: Finalicé en 1988 la licenciatura de cinco años en Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) con la especialidad que entonces se llamaba Física de la Tierra y del Cosmos, y que incluía los estudios de Meteorología. Los tres primeros años de la licenciatura los realicé en la Universidad Autónoma de Madrid y los dos últimos en la UCM, ya que en la Autónoma no existía una especialidad relacionada con la Física del Aire o Meteorología. En 1989 comencé mi te-

sis doctoral en la UCM financiado por una Beca FPU del Ministerio de Educación y Ciencia. Este primer año, gracias al apoyo de mi director de Tesis, el Prof. José L. Cano, tuve la ocasión de hacer una visita de dos meses al DAMTP (*Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics*) de la Universidad de Cambridge en Reino Unido, bajo la supervisión del Prof. José M. Redondo, donde pude iniciar mis investigaciones en el Laboratorio de Fluidos Geofísicos de dicho departamento, que dirigía entonces el Prof. Paul Linden. Posteriormente, en 1990, me concedieron otra beca de un año para continuar mis estudios de doctorado en Cambridge. En 1993 defendí mi tesis doctoral en la UCM

que llevó por título "Estudio de la mezcla turbulenta a través de experimentos de laboratorio y datos micrometeorológicos"

ERC: En el inicio de tu carrera trabajaste en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) tras aprobar la oposición al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado. ¿Puedes resumirnos tu experiencia en AEMET y las diferentes tareas que desempeñaste?

CYA: Me presenté a las oposiciones de la convocatoria de 1995, que fueron convocadas después de varios años en los que no hubo convocatoria al cuerpo superior. Después de la oposición y el correspondiente curso formativo posterior, tomé

posesión como funcionario de carrera en junio de 1997, y mi primer destino fue en el Servicio de Aplicaciones para la Defensa, y más concretamente en el CPVD (Centro de Predicción y Vigilancia de Defensa) que tenía su sede en el Estado Mayor de la Defensa. Ahí desarrolle la práctica totalidad de mi carrera en AEMET, fundamentalmente como predictor operativo, aunque 1 año sustituyó al jefe del CPVD (Jesús Patán) mientras este realizaba una estancia en EE. UU.. En el CPVD se realizaban tareas de predicción para apoyar las actividades de los 3 ejércitos y también realizábamos predicciones para los desplazamientos de la Casa Real. Eran predicciones terrestres, marítimas y aeronáuticas que se realizaban para diferentes partes de todo el mundo, incluida la Antártida, lo cual era todo un reto y un trabajo apasionante. También trabajé un breve periodo de unos meses en el Centro Nacional de Predicción, más concretamente en la sección de medio plazo.

Dado que durante mucho tiempo de mi paso por AEMET trabajaba a turnos, los días que no tenía turnos investigaba en un proyecto financiado por el Ministerio cuyo IP era Joan Cuxart, que por aquél entonces trabajaba en el Servicio de Predicción Numérica de AEMET. En este proyecto profundizábamos sobre los procesos físicos que tienen lugar en la capa límite estable. Joan y yo nos conocimos cuando yo estaba preparándome la oposición y él estaba terminando su tesis doctoral y comenzamos una fructífera relación profesional al coincidir los dos en AEMET estos años, donde destacaría la campaña de campo (SABLES98) que realizamos en el CIBA en Valladolid. Fue una campaña con una importante colaboración internacional, a partir de la cual pudimos avanzar en el conocimiento de la capa límite estable. En enero de 2003 solicité la excedencia en AEMET al obtener por oposición una plaza de profesor titular en la Facultad de Física de la UCM.

ERC: ¿Qué te aportó tu paso por AEMET a tu posterior carrera académica?

CYA: Sobre todo, el aprender muchos aspectos relacionados con la predicción meteorológica operativa. Tuve la ocasión de coincidir con los primeros momentos en los que se introdujo la predicción probabilista por conjuntos en AEMET. Pude ampliar mis conocimientos en este campo al realizar un curso de formación en el

centro europeo de predicción a plazo medio (ECMWF) en Reading, que me aportó mucho en mi posterior desarrollo profesional en el campo de la predicción operativa. Mi bagaje como predictor operativo pienso que ha sido muy enriquecedor en mis clases en la Universidad, y siempre he intentado incluir estos contenidos en mis clases, ya que normalmente no suelen estar muy desarrollados en los programas de las asignaturas.

Por otro lado, pude seguir investigando en el campo de la capa límite atmosférica, lo cual a priori no era fácil de hacer, dado el destino oficial que tenía en AEMET.

ERC: Tus principales líneas de investigación a lo largo de los años se han centrado en el estudio de los procesos físicos en la baja atmósfera, incluyendo tanto el estudio de situaciones de estabilidad como las transiciones de la capa límite. ¿Podrías resumirnos cuáles son actualmente los principales desafíos en este campo?

CYA: Estamos en una etapa en la que se está haciendo un esfuerzo importante en entender los procesos de transferencia entre la superficie y la baja atmósfera, en los que la turbulencia tiene un papel fundamental, no tanto en condiciones más o menos ideales (superficies homogéneas, condiciones estacionarias), como se hacía hace años, sino abordando situaciones reales, complejas, donde la heterogeneidad superficial que se da en zonas boscosas o urbanas, la topografía compleja asociada a zonas montañosas, valles, etc,

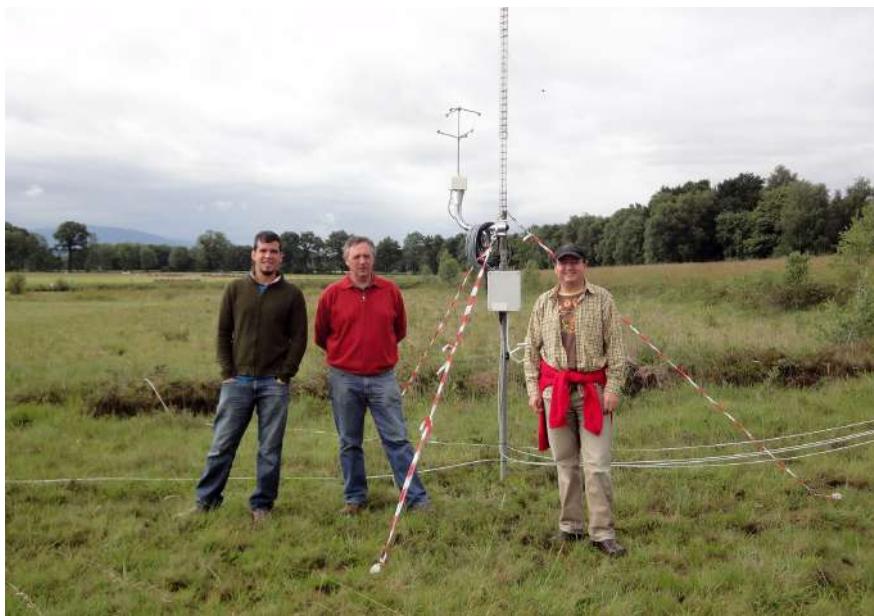
dificultan mucho el estudio. Sin embargo, supone un desafío apasionante, donde la integración entre observación y modelización es esencial, desde mi punto de vista.

ERC: Una gran parte de tu actividad se ha centrado en participar y dirigir diferentes campañas de medidas micrometeorológicas tanto en ámbito nacional como internacional. ¿Puedes hablarnos de tus experiencias en estas campañas?

CYA: Ciertamente es una de las facetas que más disfruto de mi actividad profesional. Desde la primera campaña de SABLES98 que comentaba al principio de esta entrevista, hasta la última en colaboración en los años 2023-24 con el proyecto francés MOSAI (*Model and Observation for surface-atmosphere interactions over heterogeneous landscape*), donde hemos participado numerosos grupos de investigación europeos, nos ha permitido en primer lugar, poder obtener una información esencial sobre variables meteorológicas, algunas poco frecuentemente medidas, que a través de su análisis permiten estudiar y avanzar en los complicados procesos de intercambio que tienen lugar en la capa límite atmosférica, y además sirven para hacer validaciones de las simulaciones numéricas que se realizan. En segundo lugar, y no menos importante, estas campañas nos han permitido a nuestro grupo de investigación (METCLIM-UCM) el poder haber llevado a cabo importantes colaboraciones con grupos internacionales, con una gran experiencia en este campo, lo



Asistencia a la Asamblea General de la EGU 2024 en Viena (de izquierda a derecha Pablo Ortiz, Carlos Yagüe, Víctor Cicuéndez y Juan Carbone)



Instalación de equipos micrometeorológicos en Lannemezan (Francia) durante la campaña BLLAST en 2011 (de izquierda a derecha, Carlos Román, Gregorio Maqueda y Carlos Yagüe).

cual además de una valiosa colaboración científica, permite establecer lazos personales que son también muy gratificantes para tener un ambiente de investigación agradable.

ERC: Muchas de tus medidas micrometeorológicas se han centrado en zonas de montaña. ¿Puedes hablarnos de este tema?

Inicialmente mis investigaciones se centraron en zonas de estudio relativamente homogéneas y poco complejas topográficamente. Sin embargo, gracias a la iniciativa GuMNet (*Guadarrama Monitoring Network*) que coordina el Prof. Fidel González Rouco (IGEO-CSIC), se instalaron una serie de estaciones meteorológicas en distintos puntos de la Sierra de Guadarrama y su entorno. La red GuMNet nació en el año 2014 dentro de la infraestructura del Campus de Excelencia Internacional Moncloa (CEI) como una colaboración entre diferentes instituciones: las universidades Complutense y Politécnica de Madrid, el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (PNSG), Patrimonio Nacional (PN) y el Instituto de Geociencias (IGEO-CSIC). Una de las estaciones, instalada en el entorno del bosque de La Herrería, dispone, además de varios niveles de medidas de viento y temperatura, de datos de radiación de onda corta y larga, y de datos de variables de suelo (flujo de

calor, humedad y temperatura), de sistemas de medición de alta frecuencia que permite evaluar los flujos turbulentos de calor, humedad y CO₂, además de otros parámetros turbulentos. Estas observaciones, muy poco frecuentes, han posibilitado llevar a cabo investigaciones en diversas líneas de trabajo: brisas de montaña (flujos anabáticos y catabáticos) y su interacción con la turbulencia, relación entre condiciones meteorológicas, la vegetación y los flujos de carbono, o incluso recientemente un análisis de como la nieve acumulada tras la depresión Filomena modificó los términos del balance de energía superficial (radiación, flujos turbulentos, flujo de suelo) que produjeron temperaturas anormalmente frías, algunas de récord, tras el paso de la depresión, aunque las condiciones sinópticas de temperatura en 850 hPa eran relativamente cálidas. Estos estudios, además de plasmarse en publicaciones en revistas internacionales, o exponerse en congresos, han sido llevados a cabo en tesis doctorales o en trabajos fin de máster o grado, lo cual es una buena oportunidad para los estudiantes.

ERC: También has realizado medidas sistemáticas y campañas en el ámbito urbano. ¿Puedes hablarnos de estas campañas urbanas?

CYA: Si las campañas en entornos rurales heterogéneos o con topografía compleja tienen sus dificultades, las campañas en zonas urbanas pueden ser aún más complicadas, ya que resulta difícil

que las medidas sean, por un lado, representativas del entorno urbano en que se encuentran, y por otro que no estén completamente perturbadas por los elementos rugosos que tienen a su alrededor. Por eso a veces es muy interesante tener medidas a nivel de calle y también en lugares elevados de edificios cercanos. Desde 2014 hemos colaborado sucesivamente en los proyectos TECNAIRE, AIRTEC-CM y AIRTEC2-CM en aspectos relacionados con la evaluación integral de la calidad del aire urbano y el cambio climático. Estos proyectos tecnológicos, cuyo coordinador es el Prof. Rafael Borge de la UPM, están financiados por la Comunidad de Madrid y la Unión Europea, y tienen una multidisciplinariedad alta, integrando numerosos grupos de investigación de la Comunidad de Madrid. La participación de nuestro grupo METCLIM-UCM, se basa principalmente en dar apoyo meteorológico en las campañas de medidas, realizando observaciones en el campo de la turbulencia con una estación portátil de la red GuMNet, que permite obtener medidas similares a las que comentaba anteriormente en el bosque de La Herrería. El caracterizar la meteorología y las condiciones turbulentas y cómo estas influyen en las concentraciones de contaminantes en Madrid es nuestra principal labor.

Por otro lado recientemente nos han financiado un proyecto (MULTIURBAN) dentro del Plan Estatal de Investigación, que consta de 2 subproyectos, uno liderado por el CIEMAT y otro por nuestro grupo de investigación, donde estamos interesados en investigar la influencia de las brisas de montaña y flujos orográficos que se desarrollan en condiciones de poco forzamiento sinóptico, tanto en la calidad del aire como en el fenómeno de isla térmica urbana, analizando la heterogeneidad que se puede producir en las distintas zonas de la ciudad. Curiosamente, antes de comenzar mi tesis doctoral, realicé un trabajo sobre la isla térmica urbana en Madrid con mi querida profesora Elvira Zurita, que fue un ejemplo de dedicación docente en la Universidad para muchas generaciones. Este trabajo supuso mi primera publicación en una revista internacional en el año 1991, de modo que, muchos años después he podido retomar una investigación que realicé muy brevemente en mis inicios, y donde puedo aunar la meteorología urbana con la capa límite atmosférica.

ERC: Actualmente eres catedrático en el departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Además de las líneas de investigación que tú y tu grupo desarrolláis, ¿qué otras líneas de investigación se desarrollan en el departamento?

CYA: Por lo que respecta a las líneas de investigación relacionadas con la Meteorología y la Climatología, estarían la variabilidad climática, la interacción troposfera-estratosfera, el análisis y la modelización paleoclimática, la modelización de la circulación general de la atmósfera, la simulación regional viento y energía eólica, las teleconexiones atmosféricas o el estudio de los ciclones con transiciones tropicales, por citar algunas de ellas. Hay que

necesaria una mayor coordinación para que los programas universitarios (como los de la UCM), y los programas de formación de instituciones operativas (como los de AEMET) fuesen más complementarios y así evitar solapamientos y lagunas en sus respectivos contenidos?

CYA: Sin duda la coordinación y colaboración entre la Universidad y AEMET es necesaria y pertinente, y yo creo que ha ido mejorando en estos últimos años. AEMET puede ofrecer especialmente su experiencia en el campo más operativo y profesional de la predicción del tiempo, y por ejemplo los convenios de colaboración que tenemos para que los alumnos puedan hacer prácticas en AEMET, tanto en el Grado en Física como en el máster

tiendo un máster oficial en Meteorología desde el curso 2006-07, es decir, 20 años ya. Inicialmente convivió con la licenciatura en Física, de modo que tenía una duración de 2 cursos: en el primero de ellos los alumnos podían hacer las asignaturas de meteorología que se impartían en 4º y 5º curso de la licenciatura, y durante el 2º curso asignaturas más avanzadas dentro de la meteorología y la climatología. Con la llegada de los grados, el máster pasó a un curso académico de 60 ECTS de los cuales 12 son el TFM. Las asignaturas que se ofrecen pretenden abarcar, no solo aspectos teóricos de Meteorología y Climatología, sino que se ha hecho un esfuerzo para ampliar los contenidos prácticos de las asignaturas. Además, los estudiantes pueden hacer una asignatura de Prácticas en Empresa de 6 ECTS que contribuye a complementar sus conocimientos de una manera más operativa. De hecho, muchos de nuestros alumnos desean realizar sus prácticas en AEMET, de modo que se puede reforzar estos conocimientos más prácticos e incluso operativos.

ERC: Actualmente se pueden realizar estudios en meteorología y climatología en diversas universidades españolas existiendo un gran desequilibrio entre el número de estudiantes que anualmente completan sus estudios en este campo y el número de puestos de trabajo que se ofrecen. Este desequilibrio obliga a muchos titulados en esta especialidad a trabajar en otras áreas distintas a la que se han formado. ¿Puedes darnos una estimación del porcentaje de titulados que finalmente trabajan en el campo de la meteorología en el que se han formado? ¿Cómo se contempla este problema desde el mundo académico?

CYA: En el máster en Meteorología y Geofísica de la UCM tenemos cada curso entre 20 y 30 alumnos que realizan la especialidad de Meteorología. El máster tiene mucha demanda y habitualmente las solicitudes pueden llegar a 100 cada año. El perfil mayoritario de nuestros estudiantes es el de graduados en física, pero también hay ingenieros y graduados en otras ramas científicas. Normalmente, más del 50 % de los matriculados no han realizado sus estudios en la UCM, sino que vienen de otras universidades españolas y también extranjeras. El seguimiento que realizamos de nuestros egresados mues-



Carlos Yagüe con el globo cautivo durante una campaña de campo en el CIBA (Valladolid) en 2008.

tener en cuenta que en el departamento hay actualmente alrededor de 20 profesores permanentes que trabajan en el campo de las ciencias atmosféricas, lo cual da lugar a una amplia diversidad de líneas de investigación.

ERC: Tu larga carrera académica y docente comenzó siendo becario del programa de Formación de Profesorado Universitario (FPU), y pasando posteriormente por los puestos de profesor ayudante, profesor asociado, profesor titular y, finalmente, catedrático de universidad desde 2019. También has impartido cursos de formación en AEMET. Desde tu experiencia, ¿crees

en Meteorología y Geofísica, proporcionan un marco donde los alumnos sin duda salen beneficiados. Además, la posibilidad de poder cotutelar trabajos fin de máster es otra posibilidad muy enriquecedora para los estudiantes.

ERC: ¿Puedes hablarnos del máster en Meteorología y Geofísica de la UCM en el que has participado activamente y que además también has coordinado durante algunos años? Además de formación académica, ¿cubre el máster también aspectos relacionados con la meteorología operativa?

CYA: Primeramente, me gustaría comentar que en la UCM venimos imparte-

tra que mayoritariamente, en un plazo razonable, la mayoría de los alumnos acaban trabajando en distintos empleos relacionados con la meteorología y la climatología, tanto en empresas privadas, centros de investigación públicos, universidades y también en AEMET.

ERC: Durante muchos años has colaborado estrechamente con la *European Meteorological Society* (EMS), en particular siendo miembro de su Comité de Premios. ¿Puedes hablarnos de esta experiencia?

CYA: Si, en realidad he estado 11 años en este comité. Para mí ha sido una experiencia muy enriquecedora y al mismo tiempo de gran responsabilidad, en la medida de que al final hay que decidir a qué jóvenes investigadores de entre los solicitantes se les da una ayuda para que puedan acudir al congreso anual de la EMS o a otros congresos que la EMS financia. También decidir los premiados al mejor investigador joven y senior de entre los candidatos que son propuestos por los servicios meteorológicos nacionales de los distintos países europeos. La interacción en estos años con los otros compañeros miembros del comité ha sido muy satisfactoria, y aunque las reuniones no son presenciales, permite estrechar lazos de cooperación entre todos.

ERC: También has tenido un papel muy activo en la *European Geosciences Union* (EGU), organizando como *convener* durante muchos años las sesiones de Turbulencia en la Capa Límite Atmosférica en las asambleas generales. Desde esta perspectiva podrías indicarnos cuáles son las líneas de investigación actualmente más activas en este campo.

CYA: Esta es otra labor de gestión investigadora en la que también he disfrutado mucho. La verdad es que da mucho trabajo (acaba un año y a los pocos días ya nos están enviando información para organizar la siguiente), pero es muy gratificante el poder colaborar para ofrecer un marco donde tus colegas de todo el mundo puedan presentar sus trabajos, intentando que haya un equilibrio en las presentaciones orales entre los investigadores más jóvenes (que suelen ser más del 50%) y los senior. Estas presentaciones orales en la EGU son normalmente inferiores a las presentaciones de póster, dado el altí-



Mariano Sastre, Carlos Yagüe, Gregorio Maqueda y Carlos Román (de izquierda a derecha) en el CIBA (Valladolid) en 2022, durante una visita para desmontar equipos meteorológicos.

simo número de trabajos recibidos. Cada año venimos a tener unos 40 trabajos en nuestra sesión de turbulencia y capa límite atmosférica (*Atmospheric Boundary Layer: From Basic Turbulence Studies to Integrated Applications*), lo que es un número relativamente elevado, teniendo en cuenta que, aunque a este congreso se presentaron este año 2025 casi 19 000 trabajos, el número de sesiones ofertadas es muy grande (más de 1100). Afortunadamente, comparto el trabajo organizativo con 3-4 *co-convener*s, cuya ayuda es esencial. En cuanto a las líneas de investigación más activas en este campo en los últimos años, estas se centran en los estudios de las interacciones entre la superficie y la baja atmósfera en superficies heterogéneas y con topografía compleja, es decir lo que denominamos capas límites reales. Se está haciendo un esfuerzo importante en aumentar la resolución y mejorar las parametrizaciones en los modelos numéricos que se utilizan, así como en realizar campañas de campo intensivas, incluyendo cada vez más, instrumentos con mejor capacidad de observación, así como la utilización de drones y técnicas de teledetección.

ERC: Has sido también un socio muy activo y comprometido con la AME, estando en la junta directiva de la misma

durante varios años y siendo en un periodo vicepresidente de la misma. ¿Podrías, desde el conocimiento que tienes de la AME, darnos algunas sugerencias y consejos para mejorar nuestra asociación en el futuro?

CYA: Creo que es importante integrar cada vez más a las nuevas generaciones, tanto de científicos y profesionales de la meteorología, como aficionados. En este contexto, creo que las Jornadas de la AME que se celebran bienalmente en España son un marco perfecto para que se conozcan las nuevas generaciones y comparten sus inquietudes con los más veteranos. Después del parón de la pandemia, las Jornadas celebradas en Cádiz en 2024 supusieron un éxito claro de participación, que espero continúe en años venideros (las próximas en Málaga en 2026), y que esto anime también a que aumente el número de socios.

ERC: ¡Muchas gracias, Carlos, por habernos dedicado tu tiempo y por dar a conocer a los socios de la AME tu actividad en el campo de la micrometeorología y de la capa límite atmosférica, así como darnos a conocer las líneas de trabajo más activas en este campo! Desde la AME te deseamos futuros éxitos tanto en lo profesional como en lo personal.