

Manuel Puigcerver Zanón

Publicación

A - 58/III

**ALGUNAS
CONSIDERACIONES
ACERCA DE LA
ENSEÑANZA DE LA
METEOROLOGÍA**



INM

A 58-III

**Servicio Meteorológico Nacional
Madrid - 1.972**

AEMET-BIBLIOTECA



1000541

R^o. - 9.158 CB 1000541

Sig.: M: 37

MINISTERIO DEL AIRE
SUBSECRETARIA DE AVIACION CIVIL

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Publicación: A- 58 - III

ALGUNAS CONSIDERACIONES
ACERCA DE LA ENSEÑANZA
DE LA METEOROLOGIA

por
Manuel Puigcerver Zanón
Meteorólogo
Catedrático de Física del Aire

D. L.: M - 37763 - 1.972
C. D. U.: SSI.S (076)
I.S.B.N.: 84-500-5555-5



28 FEB. 1997

Instituto Nacional de Meteorología
Sección de Publicaciones
Madrid - 1972

Este fascículo forma parte de la publicación general titulada:

“Conferencias pronunciadas en el Instituto Nacional de Meteorología con motivo de los Días Meteorológicos Mundiales de los años 1.969, 1.970 y 1.971”

cuyos títulos y autores son los siguientes:

Día Meteorológico Mundial de 1.969

*A - 58/I Rendimiento Económico de la Meteorología
por D. Lorenzo García de Pedraza, Meteorólogo*

*A - 58/II La Meteorología en la planificación agrícola
por D. Francisco Elias Castillo, Ingeniero Agrónomo*

Día Meteorológico Mundial de 1.970

*A - 58/III Algunas consideraciones acerca de la enseñanza de la Meteorología
por D. Manuel Puigcerver Zanón, Meteorólogo*

Día Meteorológico Mundial de 1.971

*A - 58/IV Contaminaciones de la Biosfera. Temperie y Climats
por D. Manuel Palomares Casado, Meteorólogo*

Excmo. Sr. Subsecretario;
Estimados compañeros;
Señoras y señores:

En la semblanza biográfica que el Dr. Barasoain acaba de hacer, ha omitido algo que hoy puede presentar cierto interés anecdótico: la circunstancia de haber sido él mi primer jefe en el Servicio cuando, siendo yo un joven Ayudante de Meteorología, fui agregado al equipo de sondeos aerológicos de Barajas que él dirigía.

Desde entonces han pasado unos veinte años y el transcurso del tiempo, más que ninguna otra circunstancia, me ha traído a ocupar en este momento el estrado del conferenciante en vez del entonces más familiar pupitre del receptor de radiosondas.

Corresponde en este Día Meteorológico Mundial desarrollar el tema de la enseñanza de la Meteorología. Muchos de nosotros nos hemos visto en la necesidad de ampliar nuestra propia formación y a veces de iniciar en ella a quienes iban a ser nuestros futuros compañeros. Quiere esto decir que bastantes de los presentes tienen experiencia en la enseñanza de la Meteorología y algunos tienen más experiencia que yo. Ocupo este estrado, por tanto, sin cualificación especial y, por eso, sin otra pretensión que la de exponer algunas reflexiones que me sugiere el panorama de la enseñanza de la Meteorología en diversos países y en particular en el nuestro.

Pero quizá, antes de hablar de ello, convendría precisar el contenido de la Meteorología en sí, ya que corren al respecto las más diversas opiniones entre las personas ajenas a la especialidad. En particular, en el ambiente aeronáutico en el que casi todos nos movemos o nos hemos movido, la meteorología es para nuestros amigos pilotos algo que tiene que ver con el tiempo y la predicción de ruta y es generalmente considerada como uno más entre los servicios auxiliares de la aviación. Este, sin embargo, es sólo un aspecto -ciertamente el más desarrollado en nuestro país- de las aplicaciones de la Meteorología.

Conviene, pues, no confundir los términos y distinguir claramente entre la Meteorología misma y las aplicaciones operativas de la Meteorología: aeronáutica, marítima, agrícola (tal vez más importante que las otras aunque en muchos países ha venido siendo la cenicienta porque sus demandas son menos urgentes y apremiantes), urbana y, hasta cierto punto, hidrológica, así como algunas otras aplicaciones de carácter general.

Las últimas constituyen la razón de ser de los servicios meteorológicos, creados esencialmente para satisfacer tales necesidades. Por otra parte, la Meteorología como ciencia no es en el fondo sino una rama de la Física que se ocupa de la atmósfera y de los fenómenos que en ella tienen lugar. Su campo abarca, por tanto, el estudio de las fuentes de energía atmosféricas (radiación y energética), la termodinámica de la atmósfera y la física de nubes, la cinemática y dinámica atmosféricas, incluyendo la estática, el estudio de los fenómenos ópticos, acústicos y eléctricos en la atmósfera, la química atmosférica y finalmente la física de la atmósfera superior. La climatología constituye una parte descriptiva pero físicamente fundada de la Meteorología, mientras que entre los problemas de aplicación práctica destaca por su importancia el análisis y predicción del tiempo, cuestiones estas últimas que están perdiendo rápidamente su carácter empírico merced al empleo de métodos numéricos aplicables a ordenadores electrónicos que permiten resolver con aproximación cada vez más satisfactoria las pertinentes ecuaciones de la dinámica atmosférica.

Interesa hacer notar que, si bien la predicción del tiempo es solamente un problema de Meteorología aplicada, su importancia es tal que ha constituido hasta nuestra época el principal motor impulsor del progreso en Meteorología; incluso en la actualidad, puede afirmarse que un porcentaje substancial de la investigación meteorológica tiene por finalidad posibilitar una predicción del tiempo tan científica y exacta como las condiciones del problema lo permitan.

El anterior esquema da una idea de la inmensa complejidad de la Meteorología. En efecto, en primera aproximación, el sistema objeto de estudio puede asimilarse a una delgada capa flúida que recibe energía radiante, de la que aprovecha directamente un porcentaje muy pequeño a causa de su escaso poder absorbente en el intervalo de longitudes de onda afectado; así, pues, casi toda la radiación incidente llega al suelo, el cual refleja una proporción del orden del 50 % en tanto que el resto se emplea en calentar el propio suelo. Este a su vez emite radiación de onda larga que es prácticamente absorbida por el aire, casi opaco para ella. Así, pues, el esquema recién descrito equipara la atmósfera a un flúido calentado por debajo, es decir, un sistema convectivo, lo que determina movimientos tan complicados que la teoría disponible no basta para interpretar por completo ni siquiera las experiencias de laboratorio realizadas en este campo.

Pero en la atmósfera ocurre, además, que la superficie sobre la cual se mueve, no es lisa sino rugosa e irregular y está dotada de un movimiento de rotación uniforme. El problema viene adicionalmente complicado por la presencia del agua, que, en el margen de temperaturas atmosféricas, puede existir tanto en estado de vapor como en el de líquido o sólido y puede fácilmente pasar de uno a otro estado poniendo siempre en juego importantes calores de transformación. Además, el vapor de agua interviene eficazmente en la absorción y reemisión de energía radiante. Por si ello no fuera suficiente, sucede que la masa de agua presente en la atmósfera tampoco es constante, pues aumenta por evaporación en mares y ríos e incluso plantas y disminuye por efecto de las precipitaciones.

La atmósfera constituye, pues, un sistema abierto, que presenta una desafortunada tendencia a lo que los matemáticos llaman carácter no lineal y en electrónica se acostumbra a llamar realimentación y que sin demasiado rigor podría caracterizarse por el hecho de que la progresiva evolución del fenómeno altera las condiciones en que éste se produce, dando el mismo resultado que si las leyes que lo rigen cambiasen con el tiempo. Es precisamente este carácter no lineal el gran enemigo de las soluciones matemáticas en los problemas de Física.

Un último punto que vale la pena mencionar, es que, como consecuencia de su ya indicada complejidad, en la atmósfera suelen actuar al mismo tiempo diversos procesos, dificultando considerablemente la identificación de los mecanismos básicos de cada uno.

Es corriente oír comparar la atmósfera a un imenso laboratorio siempre a disposición del investigador, pero, como ocurre con tantas frases hechas, ello sólo es parcialmente cierto. El operador que realiza un experimento en el laboratorio, trabaja de manera que el proceso que pretende estudiar actúe aisladamente o al menos tenga importancia predominante y a este fin ha tomado precauciones para eliminar toda fuente de perturbación exterior. En la atmósfera, por el contrario, el operador se ha convertido en un simple observador, que no puede aislar los procesos bajo estudio de los demás que actúan simultáneamente ni puede tampoco repetir el experimento cuando el resultado no ha sido satisfactorio; no le queda otro recurso que observar y registrar los fenómenos tan cuidadosamente como sea posible a fin de acumular material con que elaborar ulteriormente una explicación físicamente fundada, es decir, una teoría que confiera coherencia a una serie de hechos aparentemente inconexos.

La anterior reseña del contenido de la Meteorología da además una idea de otra característica peculiar a esta materia y es la gran diversidad de fenómenos que abarca. Esto explica por qué pueden encontrarse en ella teorías casi perfectamente elaboradas, de las que hay algunos ejemplos en Óptica Atmosférica, junto a cuestiones fundamentales como la de la circulación general atmosférica, posiblemente el más importante problema teórico de la meteorología actual, del que no existe todavía una explicación satisfactoria, aún cuando se está realizando un lento y tenaz progreso hacia su formulación. Consiguientemente, los recursos de que se hace uso, tanto teóricos como de observación e incluso experimentales cuando ello se explica, varían ampliamente y lo mismo vale para el nivel y rigor científico y para el orden de magnitud de los errores admisibles.

Tras las consideraciones anteriores y en relación con el tema que nos ocupa, la pregunta que se plantea casi espontáneamente, es la de si se puede enseñar todo eso en un período de adiestramiento relativamente breve como suele ser el caso de la formación de los meteorólogos. La respuesta, en mi opinión, es que no se puede enseñar todo, pero quizá, y en cierta medida, sí lo más importante. En lo que sigue inmediatamente, me voy a limitar a dar unas indicaciones sobre la manera como se ha resuelto o se está resolviendo este problema en diversos países y dejaré que cada cual extraiga sus propias conclusiones.

Empecemos por indicar que tratándose de la enseñanza de la meteorología es casi inevitable citar dos informes de la OMM, uno referente a posibilidades de formación (OMM, 1964) y otro, más importante, el ya clásico del profesor Van Mieghem (1936), sobre la instrucción del personal de Meteorología en los países en vías de desarrollo.

Leyendo este último trabajo, uno toma la azorante impresión de que el autor más bien parece estar hablando de lo que existe en la actualidad en los países desarrollados que de lo que debería existir en los en vías de desarrollo. Por otra parte, causa cierta sorpresa la total ausencia de consideraciones espaciales, lo que permite deducir que el autor ha pretendido elaborar un informe válido para un plazo de sólo muy pocos años. No obstante esas limitaciones, se trata quizá de lo más completo y fácilmente accesible que se ha escrito sobre la enseñanza de la Meteorología y a él vamos a referirnos repetidas veces en lo sucesivo.

El profesor Van Mieghem distingue cuatro categorías profesionales que él considera necesario establecer entre el personal de un Servicio Meteorológico. La categoría 1 comprende esencialmente a titulados superiores que además han seguido cursos de especialización en Meteorología para posgraduados. La clase 2 vendría a comprender, en nuestra nomenclatura, personal en posesión del bachillerato superior, más el preuniversitario de Ciencias, más el curso selectivo universitario, completado todo ello por una formación profesional seria y concienzuda que quizá podría durar dos años o más, y finalmente las clases 3 y 4 corresponden exclusivamente a personal técnico (observadores, transcriptores, etc.), particularmente cualificado (clase 3) o no (clase 4). Observemos de paso, y en ello me limito a citar algo que he oído a un alto funcionario de la OMM, que para la categoría 1 el profesor Van Mieghem parece agotar la capacidad de absorción de conocimientos de un ser humano normal.

En lo que sigue, me van a permitir Uds. que me concentre en el equivalente a la clase 1 y ello por dos razones: en primer lugar, porque de lo que yo entiendo un poco es de la enseñanza de la Meteorología a nivel superior, y en segundo, porque también ha habido meteorólogos de amplia solvencia que estiman pernicioso la existencia de la categoría 2 unida al nombre de meteorólogo. Quienes así opinan, consideran que debería tratarse del escalon superior en el nivel técnico, es decir, lo que en nuestra nomenclatura sería Ayudante de Meteorología realmente competente.

Hemos indicado en lo que antecede, algo acerca de lo que debería enseñarse y algo también acerca de las personas a quienes se enseñaría. Veamos ahora brevemente la manera como en la práctica se lleva a cabo la enseñanza del personal que en el citado informe se considera de clase 1.

Se podría distinguir básicamente entre dos sistemas fundamentales, aunque en ambos existe amplia diversidad de unos países a otros. El primero de tales sistemas viene tipificado, con la salvedad hecha, por los modelos francés, español, italiano y en gran parte inglés, cada uno de ellos con sus particulares matices y, en ocasiones, como ocurre en Gran Bretaña, incluso dentro del propio país, pero que en esencia consiste en partir para el adiestramiento meteorológico de personas en posesión de un título universitario obtenido previamente, en general a nivel de Licenciado en Ciencias o Master of Science, el cual es complementado posteriormente por una enseñanza especializada y el correspondiente adiestramiento profesional dentro del propio servicio meteorológico. El segun-

do sistema se ajusta más o menos a los modelos alemán, escandinavo, y norteamericano y es, con rasgos peculiares, seguido también en la Unión Soviética y Checoeslovaquia; requiere un título universitario específico en Meteorología que otorgan algunas universidades, título que -junto con otras condiciones- faculta para ingresar en el Servicio Meteorológico, el cual completa la formación del personal mediante un adiestramiento práctico en centros de predicción, oficinas meteorológicas de aeropuertos, etc., conduciendo finalmente a la obtención del título profesional de meteorólogo.

Dentro de estas dos subdivisiones básicas, existen considerables diferencias en la formación que se requiere y que se suministra en los distintos países; por ejemplo, en el primer caso comienza a haber especialidades o modalidades meteorológicas dentro de la propia Universidad, como ocurre en Francia (tercer ciclo) y empieza a ocurrir en España en los dos últimos cursos de Licenciatura en algunas universidades, mientras que, por otra parte, la formación adicional suministrada por el Servicio Meteorológico también presenta notables variaciones: entre ellas, es interesante señalar que así como en España se da una formación general, más bien poco intensa y detallada, en cambio en Francia la llamada Escuela Nacional de Meteorología imparte una formación meteorológica muy completa y minuciosa que incluye, aparte de las propiamente meteorológicas, instrucción sobre materias tales como dirección de oficinas, Mecanografía, Administración, Contabilidad, Derecho e Idiomas. En cambio, en el Reino Unido se suministra ya dentro del Servicio una formación profesional especializada en diversas ramas, que comprenden una gran variedad de programas profesionales y que pueden ser elegidos dentro de ciertos límites por el propio candidato, supuesta la conformidad del representante del Servicio Meteorológico que actúa de tutor.

En el segundo caso, es decir, en el que sigue esencialmente el modelo alemán y norteamericano -sistema que el profesor Van Mieghem considera preferible en principio-, llama particularmente la atención el caso de la Unión Soviética, en el cual la formación profesional conduce a títulos de ingenieros en Meteorología, Hidrología, Oceanografía y Agrometeorología y es impartida en ciertas universidades e instituciones estatales en un total de 15. La obtención de tales títulos comprende cinco cursos, de los que los dos primeros son de carácter general, pero ya incluyen una considerable carga de formación meteorológica, mientras que de 3º a 5º, ambos inclusive, se estudian a fondo asignaturas tales como meteorología general, aerología, previsión numérica del tiempo, ins-

trumentación y se incluyen también ciertos cursos especiales con carácter operativo. Otro detalle que llama la atención, es la curiosa distribución de la materia en algunos libros bien conocidos de Meteorología general, tales como Matveev (1967) y el Tverskoy (1965). En el primero, de entre un total de 27 capítulos, sólo hay seis dedicados a Dinámica atmosférica, de los que a su vez tres tratan íntegramente de la capa límite, del intercambio y de la teoría estadística de la turbulencia. Por otra parte, en el libro de Tverskoy sólo se dedican tres capítulos a la Dinámica atmosférica frente a cuatro de Óptica, cinco de Electricidad y dos de Acústica. Es evidente que para una mentalidad occidental esta distribución constituye una manera bastante original de asignar espacio a las materias de acuerdo con su interés en un curso de Meteorología general.

Merece mención especial la enseñanza de la Meteorología en los EE.UU. Existen allí, según una fuente autorizada (A.M.S., 1969), 49 universidades que ofrecen programas de estudio para obtener títulos superiores en Meteorología, de las cuales 43 otorgan el grado de Doctor; entre ellas, las hay tan prestigiosas como la UCLA, la Universidad de Chicago, la de Florida, el MIT, Pennsylvania State College, Johns Hopkins, Harvars, Stanford, Columbia, Colorado State University, etc. No es posible reducir a un patrón único la enseñanza de la meteorología que se imparte en todos estos centros ya que la diversidad de enfoque, métodos y aún de nivel entre las Universidades norteamericanas es bien conocida, pero puede decirse en términos generales que el título de Bachelor, el más elemental otorgado por una universidad anglosajona y que podría en primera aproximación asimilarse al proyectado primer ciclo de las Universidades españolas, comprende cuatro años dedicados a la enseñanza de conocimientos generales básicos, particularmente en Matemáticas, Física y Meteorología, pero sin olvidar del todo la parte humanística, la cultura general y los cursos de lengua y composición inglesa (es decir, de su propio idioma); aspecto éste que contrasta con el descuido que la enseñanza del idioma padece entre nosotros, con los lamentables resultados que todos pueden observar. A partir del grado de Bachelor, se alcanza en unas Universidades según el expediente académico previo y en otras mediante un examen especial- el derecho a proseguir los estudios hacia el grado de Master of Science (M.Sc.) que en general comprende otro año en que se cursan asignaturas, más la elaboración de una tesis que con mucha frecuencia tiene categoría suficiente para ser publicada en revistas internacionales. Existe, entre los cursos que deben seguirse para obtener el grado de M. Sc., un

nucleo de asignaturas fundamentales que son obligatorias, junto con otras optativas con amplia diversidad y variación de unas universidades a otras. Respecto al nivel de título de M.Sc., que se acostumbra a comparar con un grado de Licenciado, creo que la diferencia fundamental estriba, más que en la dificultad de las asignaturas o en la altura con que se explican -ambas aproximadamente como entre nosotros- en el hecho de que difícilmente se puede lograr un Master of Science por un mal estudiante: tal es el nivel de exigencias de las universidades para con sus alumnos y de éstos consigo mismos, lo que no impide que la vida en una universidad norteamericana sea decididamente agradable.

Al grado de Doctor, dentro de la ya mencionada variabilidad, puede decirse en términos generales que se accede aprobando un examen de candidatura, en general amplio y profundo -varios días de duración- que, en las universidades más prestigiosas, no se puede repetir caso de fracasar el candidato. Supuesto que se apruebe, hay que seguir unos dos cursos académicos de asignaturas, entre las cuales también las hay obligatorias y optativas, y elaborar una tesis doctoral, que rara vez dura menos de tres años, dedicando jornada completa, y que generalmente se publica en revistas de la categoría del Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Journal of Atmospheric Sciences, Tellus, etc. Ello excusa de insistir sobre el nivel que las enseñanzas de doctorado tienen en estas universidades.

Con respecto a la profesión de meteorólogo propiamente dicha, hay que observar que lo que venía llamándose U.S. Weather Bureau - después pasó a ESSA (Environmental Science Service Administration) y ahora es parte de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) - es bastante elástico en los requisitos exigidos para la admisión de personal, pudiendo variar desde el simple observador con una formación cultural mínima y una instrucción profesional elemental pero muy cuidadosa, pasando por el meteorólogo de nivel intermedio con un simple título de Bachelor (típicamente el meteorólogo de servicio en un aeropuerto), a los cargos de nivel superior para los que se exige un Master of Science y como requisito excepcional, para puestos de suma responsabilidad, la posesión del doctorado.

También es de interés señalar que el Weather Bureau (usemos el nombre tradicional para entendernos) cuida de mantener al día la formación profesional y científica de su personal mediante cursos periódicos -algunos de ellos por correspondencia- que no son en general obligatorios pero representan un mérito para posibles ascensos o aumentos de sueldo y en algunos casos son re-

queridos para ascender por encima de cierta categoría en el escalafón. De igual manera, se organizan, en forma no periódica pero sí frecuente, ciertos cursos de perfeccionamiento y de iniciación a técnicas modernas o poco conocidas, destinados a los meteorólogos profesionales que, por estar aislados en un destino remoto, o por otra clase de falta de oportunidad, corren el riesgo de quedarse anquilosados en métodos y técnicas ya en desuso. Ambos tipos de cursos constituyen ejemplos que quizá convendría seguir si la llamada “educación permanente” no ha de quedar sólo en los titulares de prensa.

Una vez examinado brevemente el panorama de la enseñanza de la Meteorología en otros países, parece procedente echar un vistazo a lo que se hace en el nuestro.

No puedo emitir una opinión fundada acerca del curso de formación de meteorólogos en la actualidad, pues, por mi parte, lo realicé hace demasiados años y no he estado en contacto con su posterior evolución. En todo caso, cabe decir que cualesquiera que hayan sido las modificaciones sufridas, dicho curso es fundamental tanto para completar la formación teórica del aspirante a meteorólogo como igualmente para suministrarle un adiestramiento práctico del que carece y del que quizá sea razonable esperar que siga careciendo.

No es éste el caso de la formación teórica. En nuestra época, el Licenciado en Físicas no había visto una sola asignatura referente a la Física Atmosférica. Esta se introdujo tímidamente en el plan de estudios hacia el año 1950, si recuerdo correctamente. Por el contrario, en la actualidad existen varias modalidades de diversificación en ciertas direcciones dentro de los planes de estudio. Así, la Universidad de Madrid ofrece ya dentro de la Licenciatura en Físicas una especialidad de Ciencias de la Tierra y del Cosmos al parecer bastante completa. En las Universidades de Sevilla y Zaragoza no se llega a tanto pero sí existe una especialidad que incluye la Física Atmosférica. En la Universidad de Barcelona, con un criterio más prudente o más tímido, no hemos pretendido llegar a la especialización, pero se ha adoptado una fórmula en que, terminado el tercer curso, la Licenciatura se diversifica en varias modalidades u opciones, a todas las cuales es común un tronco de asignaturas consideradas fundamentales junto con otras que son específicas de la opción. De entre éstas, hay una dedicada a la Física de la Tierra y del Cosmos.

Si bien esta diversificación parece razonable, existen algunas causas por las que nuestra opción resulta en la práctica poco popular. En primer lugar se

observa, por lo menos en la Universidad de Barcelona, una cierta hipertrofia de las asignaturas relacionadas con la Física Teórica, lo que por otra parte crea un estado de opinión por parte del alumnado que le induce a considerar como de “segunda división” todo aquello en lo que no se utilicen los métodos de la Física Teórica o, por decirlo de una manera burda pero incisiva, donde no haya espacios de Hilbert. Por ello, en nuestra Facultad la opción de Física de la Tierra y del Cosmos ha sido siempre raquítica desde el punto de vista numérico. Hay en segundo lugar otro motivo más sutil para que esto suceda, y es que el alumno de Físicas, insuficientemente habituado a las experiencias de laboratorio y totalmente desconocedor de las ciencias de la Tierra, encuentra difícil aceptar la complejidad de éstas, en que los fenómenos acostumbran a producirse entremezclados y raramente se pueden reproducir en el laboratorio. De manera análoga, se resisten a admitir una ciencia en la que la discrepancia entre las predicciones teóricas y los resultados de observación es con frecuencia del orden del 25%, sin advertir que lo mismo sucede, por ejemplo, en algunos aspectos de la Física corpuscular.

Se puede entonces recurrir a la conocida actitud crítica, que está tan de moda alabar como un índice del interés científico de nuestra actual generación estudiantil, aunque de hecho ha existido desde que la Universidad merece tal nombre y ahora no es sino la traslación a otro campo de la ya familiar protesta contra el orden establecido. Lo nuevo, pues, no es la actitud, sino la virulencia e insolencia de que viene revestida.

Independientemente de todo ello, que es real y bastante incómodo, hay algo que a mí personalmente me preocupa y me hace vacilar antes de embarcar a fondo a mis alumnos en el campo de la Física Atmosférica, y es la dudosa profesionalidad que éstos pueden ejercer una vez licenciados. De hecho, aparte de dar clases particulares o en Centros de Enseñanza Media, no parece existir en el horizonte de esta modalidad otra salida profesional inmediata que el ingreso en el S.M.N., y éste, con su limitación de plazas disponibles y con la insuficiencia de los emolumentos que ofrece, no resulta excesivamente atractivo para jóvenes que en principio no están dispuestos a realizar grandes esfuerzos.

Parece, pues, que se debería tratar de hacer el Servicio más atrayente y no sólo desde el punto de vista de salario sino también científico. Podría pensarse en establecer una conexión efectiva y práctica, ahora inexistente, entre el S.M.N. y la Facultad de Ciencias y no sólo en Madrid, sino en aquellas universidades en donde hay Cátedra de Física del Aire o especialidad de este tipo. Es-

to podría conducir a una revitalización de la Sección de Investigación del Servicio y al mismo tiempo abrillantaría la un tanto deslucida imagen de éste ante la opinión pública, que le atribuye -con cierta razón- unas actividades puramente rutinarias. La interacción entre la Universidad y el Servicio puede, pues, resultar provechosa para ambos, y aunque poco frecuente en nuestro país, no es enteramente utópica. Ahí está para demostrarlo el reciente enlace de la Seguridad Social con las Facultades de Medicina en ciertas universidades. El ejemplo parece pertinente y merece ser seguido, aun cuando ello implicase una adecuada adaptación tanto de los planes de estudio como del reglamento del servicio.

Una segunda mejora que me parece factible sin grandes dispendios, es la de enviar a ciertas personas seleccionadas a realizar estudios especializados en algunas universidades extranjeras, a cambio de que a su regreso se les ofrezca un puesto de trabajo adecuado que el interesado habría de comprometerse a desempeñar al menos durante un tiempo convenido, y donde se pudiera aprovechar al máximo el adiestramiento recién adquirido. Pienso, al referirme a este punto, en el escaso rendimiento que el Servicio como tal ha obtenido de viajes de estudios, a veces dilatados, realizados por algunos de sus miembros que a su regreso han vuelto a ocupar su puesto para hacer exactamente lo mismo que hacían antes de su marcha, desperdiciando una capacitación duramente lograda. En relación con mi actual ocupación, pienso también en que, por ejemplo, yo no puedo abogar por la implantación -a todas luces deseable- de una asignatura de Física de la Atmósfera Superior en mi Departamento, simplemente porque no existen en nuestro país especialistas en la materia dignos de tal nombre. El sistema propuesto, que por lo demás no es nuevo, permitiría crearlos a costo moderado y en plazo relativamente breve; y podría al mismo tiempo abrir un camino sólidamente fundado hacia la instauración de una red de medidas en la atmósfera superior dependiente del S.M.N., organismo que, no lo olvidemos, tiene entre otras misiones la específica de obtener datos y realizar medidas que hagan posible o faciliten el conocimiento de la atmósfera.

Desearía terminar dejando una puerta abierta al optimismo, si bien el optimismo infundado nunca ha sido mi punto fuerte. Es evidente que la Universidad está sufriendo una crisis, con frecuencia calificada de crisis de crecimiento pero que a mí me parece afectar al propio fundamento de la institución universitaria. Algo parecido, aunque quizá en forma no tan visible, le está ocurriendo al S.M.N. Aquellos que de alguna manera ocupamos un puesto de cierta

responsabilidad, tenemos la obligación de poner todo nuestro esfuerzo y hacer cuánto esté a nuestro alcance para resolver los problemas planteados y contribuir a la deseada reorganización que -confiemos en ello- lleve consigo la superación de las actuales deficiencias y dé por resultado instituciones mejor adaptadas al cumplimiento de las misiones para las que se crearon.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY, 1969.- *Curricula in the Atmospheric Sciences - Academic Year 1967-1968 - Colleges and Universities in the U.S. and Canada.*

MATVEEV, L.T., 1967.- *Fundamentals of General Meteorology: Physics of the Atmosphere. Israel Prog. Sci. Trans., Jerusalem.*

O.M.M., 1964.- *Rapport sur les possibilités de formation météorologique. Note Tech. n° 72, T.P. 131, Genève.*

TVERSKOI, P.N., 1965.- *Physics of the Atmosphere: A course in Meteorology. Israel Prog. Sci. Trans., Jerusalem.*

VAN MIEGHEM, J., 1963.- *Le problème de la formation professionnelle du personnel météorologique de tous grades dans les pays insuffisamment développés. O.M.M., Note Tech. n° 50, T.P. 59, Genève.*

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1960 - Carbon Dioxide
Concentration - 1958-1959 - Laboratory and Field
Measurements - J. B. Reid and G. M. Bollen
1958-1959 - 100 pp. - \$1.00

ERRATAS ADVERTIDAS

Pág.	Línea	Dice	Debe decir
1	2	circustancia	circunstancia
3	4	agua, que, en el margen de tem- peraturas atmosféricas,	agua que, en el margen de tempe- raturas atmosféricas,
3	5	facilmente	fácilmente
4	10	explica	aplica
4	-11	(1936)	(1963)
4	-9	toma	forma
5	4	posgraduados	postgraduados
5	-14	antecede, algo	antecede algo
5	-5	partir para el adiestramiento me- teorológico de	partir, para el adiestramiento meteorológico, de
6	-7	al	la
7	2	atención, es	atención es
7	17	Harvars	Harvard
8	1	nucleo	núcleo
8	7	exigencias	exigencia
8	-14	Science	Sciences
8	-9	meteorologo	meteorólogo
9	13	pues, por mi parte, lo	pues por mi parte lo
9	14	caso, cabe	caso cabe
12	2	cuánto	cuanto

