

PLANES METEOROLOGICOS INTERNACIONALES Y SU RELACION CON LA ARGENTINA

CLAUDIO P. MARTINEZ
Servicio Meteorológico Nacional

Entre los planes meteorológicos internacionales se destacan dos, que son los correspondientes a los Programas de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) y al Global Atmospheric Research Program (GARP). Se hace una breve descripción histórica de su origen y luego se describen sus características, considerando en forma más extensa lo que respecta al Programa del GARP. Finalmente, se destaca la significación que ciertos aspectos del programa del GARP tienen para el país.

The World Weather Watch, and the Global Atmospheric Research Program (GARP) programs are two of the most outstanding international meteorological plans. Their historical origin and features are briefly reviewed in a descriptive form, giving a somewhat more extensive treatment to the GARP program. Finally, particular emphasis is given to the significance that certain GARP programs aspects have for this country.

CONSIDERACIONES GENERALES

No se ha de hacer referencia a todos los planes meteorológicos internacionales sino a los dos que son, fuera de toda duda, los más importantes y a su vez complementarios entre sí. Los planes que se considerarán son los que se han concretado por medio de los Programas de la VMM y el GARP; el nombre de éste último es universalmente aceptado y responde a la sigla en inglés de la expresión Programa Mundial de Investigación Atmosférica.

La realización de estos dos programas tiene en su origen un inspirador común, que es la Academia Nacional de Ciencia de los EE.UU., la que en 1961 produjo un informe al respecto. Las ideas contenidas en este informe surgieron de lo resuelto por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1961 sobre cooperación internacional para el uso pacífico del espacio, teniendo en cuenta el marcado progreso que para la ciencia y la tecnología meteorológicas se había abierto por los avances en la ciencia y la tecnología espacial. Convencida de que sobre la base de la cooperación internacional las investigaciones meteorológicas y sus aplicaciones lograrían beneficios que alcanzarían a todo el mundo, la mencionada Academia recomendó a todos los Estados Miembros, a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y a otras agencias especializadas un rápido y comprensivo estudio a la luz del desarrollo de la actividad espacial.

Se expresa así el objetivo de promover un avance en las ciencias atmosféricas y en la tecnología, de modo de conseguir un mayor conocimiento de las bases físicas que afectan al clima, la posibilidad de lograr la modificación artificial del tiempo en gran escala, desarrollar las capacidades existentes de pronosticar el tiempo y ayudar a los Estados Miembros a hacer un uso efectivo de tales capacidades.

Tomando en consideración la Resolución citada, la OMM invitó al Dr. Wezler de EE.UU. y al académico Bugaev de la Unión Soviética para que elaboraran los lineamientos de un programa sobre la base de las ideas expuestas; entre marzo y abril de 1962 ambos redactaron un informe en el que se proponía la creación de la VMM.

Los problemas de cooperación internacional para el uso pacífico del espacio exterior fueron nuevamente discutidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1962, y se adoptó la Resolución 1802, la cual convino en recomendar que la OMM, en consulta con otras agencias de las Naciones Unidas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, desarrollara en gran detalle un plan de expansión fundamentalmente relacionado con el fortalecimiento de los servicios meteorológicos y la actividad de investigación, poniendo particular énfasis en el uso de los satélites meteorológicos.

La Organización de las Naciones Unidas, a través de su Resolución 1802, esbozó dos líneas de acción muy próximas una de la otra. Primero, la OMM debía desarrollar, dentro del marco que le concierne, el concepto de la Vigilancia Meteorológica Mundial. Segundo, el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), por medio de la Unión Geodesia y Geofísica, conduciría a la formulación de un programa integrado de investigación. Así fue como el Cuarto Congreso Meteorológico Mundial aprobó, en 1963, el concepto de la VMM.

En cumplimiento de la invitación formulada por las Naciones Unidas al

CIUC y a la OMM, estos organismos convinieron en realizar el Programa Mundial de Investigación Atmosférica con carácter de empresa común.

Es decir, que los Programas del GARP y la VMM tienen un origen solidario y ambos han sido posibles por circunstancias que también les son comunes. Como se expresó con anterioridad, ambos programas se complementan y, como se verá, puede considerarse que se realimentan mutuamente.

EL PROGRAMA DE VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL

En esencia, la VMM es la operación de un servicio meteorológico mundial en el cual se suman los esfuerzos de todos los países para que, sobre la base de una coordinación ejemplar, se pueda obtener un servicio óptimo con una inversión mínima. La finalidad fundamental de la VMM es conseguir que todos los países obtengan la información meteorológica que requieren para las necesidades normales y las de investigación.

Los elementos fundamentales que integran la VMM son los siguientes:

- Sistema Mundial de Observación (SMO)
- Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT)
- Sistema Mundial de Elaboración de Datos (SMED)

Cada uno de los sistemas mencionados puede describirse esquemáticamente así:

El Sistema Mundial de Elaboración de Datos tiene como propósito el que todos los países tengan acceso a la información elaborada de los datos provistos por el SMO. Las dos características fundamentales de las necesidades que debe satisfacer el SMED están dadas por la naturaleza de la aplicación de la información, y éstas son: **a)** para trabajo de aplicación inmediata, para lo cual es esencial que la información sea recibida rápidamente y en forma coordinada, y **b)** para propósitos de investigación, en los cuales no suele ser de vital importancia que la información sea recibida y elaborada sin demora, aun cuando la misma debe ser accesible en forma conveniente. Teniendo en cuenta la diferencia en el tiempo en que la información debe ser elaborada, ésta ha sido dividida de manera muy general y se ha dado en denominarla, respectivamente: uso en tiempo real y uso en tiempo diferido.

Para cumplir estos propósitos se ha integrado un sistema de Centros Meteorológicos Mundiales (CMM), Regionales (CMR) y Nacionales (CMN), pretendiendo que los mismos estén equipados, en el más alto grado posible, con las facilidades modernas, incluidas computadoras de alta velocidad por lo menos en el nivel de CMR. Los CMM están en Melbourne, Moscú y Washington; hay además veintitrés CMR, uno de ellos en Buenos Aires. Los CMN funcionan prácticamente en todos los países del mundo.

Las funciones de cada uno de los tipos de centros pueden enunciarse en forma breve. Los CMM concentran su actividad en la descripción de los fenómenos meteorológicos en escala planetaria y en gran escala sinóptica.

Los CMR centralizan sus tareas en la descripción de los fenómenos en gran escala y mesoescala, y en función de lo convenido con los usuarios de sus productos.

Los CMR, naturalmente, apoyan su trabajo en tiempo real, en gran parte, en las tareas que realizan los CMM.

Los CMN resuelven cuáles son las facilidades que proveen por sí mismos, así como también cuáles son los productos que reciben y usan de los CMM y CMR.

El Sistema Mundial de Telecomunicaciones tiene como principal función permitir la concentración y distribución de datos de observación básicos del SMO, y la ulterior distribución de la información elaborada resultante de los CMM y de los CMR.

El SMT comprende toda una serie de circuitos y centros de telecomunicaciones organizados a tres niveles, y ellos son:

- a) El Circuito Principal de Enlace y sus ramificaciones.
- b) Las Redes Regionales de Telecomunicaciones.
- c) Las Redes Nacionales de Telecomunicaciones.

Todo el Sistema Mundial de Telecomunicaciones está concebido para que por él puedan circular las informaciones correspondientes a cualquier actividad geofísica; esto es, desde luego, una parte muy pequeña de su función, comparada con la información a que previamente se ha hecho referencia.

EL PROGRAMA DEL GARP

En cuanto al GARP, ya se mencionó con anterioridad que su origen, como el de la VMM, fue la Resolución 1802 de las Naciones Unidas que promovieron un trabajo conjunto de la OMM y el CIUC, quienes establecieron en 1967 un Comité Conjunto de Organización del GARP.

Se aprecia que la manera más adecuada de introducirse en la descripción del GARP y la de expresar el propósito del mismo es referirse a algunos aspectos de la definición del GARP tal cual fue adoptada en 1967 por los Comités Ejecutivos de la OMM y el CIUC, la cual expresa que en los años presentes ha habido un inusitado progreso en la formulación de los modelos físicomatemáticos de la atmósfera, tratados como un problema de mecánica de los fluidos; y haciendo uso de computadoras de gran capacidad para integrar el sistema de ecuaciones hidrodinámicas ha sido posible simular y pronosticar el comportamiento de la atmósfera. Paralelamente con este desarrollo se ha producido el de los satélites meteorológicos, que ha introducido modificaciones en los sistemas de observación de una manera tan señalada que podría calificarse de dramática.

Varios países ahora producen pronósticos numéricos objetivos por períodos de 2 a 3 días y éstos están rápidamente reemplazando a los métodos tradicionales de pronósticos que usan como principal característica las singularidades de los campos de presión, de temperatura y de viento al menos en latitudes medias. Además, usando modelos muy complejos de la circulación global atmosférica ha sido posible simular las características fundamentales del clima mundial y realizar experimentos numéricos que han indicado, en forma bien clara, que sería posible producir pronósticos confiables de las características básicas del tiempo, por lo menos para una semana en adelante. Pero esto no puede ser realizado sin una cobertura adecuada de observaciones meteorológicas sobre todo el globo, incluyendo las regiones tropicales y oceánicas.

Sin embargo, con el objeto de producir pronósticos confiables para más de 2 ó 3 días en adelante será necesario mejorar la comprensión actual de una cantidad considerable de procesos atmosféricos que determinen la evolución del tiempo sobre el lapso de una semana o más, e incorporar estos procesos a los modelos numéricos en forma más cercana a la realidad. También será requerida gran cantidad de trabajos de investigación para establecer la red observacional óptima que satisfaga este requerimiento. La formulación de modelos que reflejen mejor a la atmósfera desde el punto de vista físico y la determinación óptima de un sistema observacional, son los objetivos principales del GARP.

La meta final del programa es la obtención de un sólido conocimiento científico de las bases físicas para la predicción del tiempo por un lapso prolongado.

El GARP no es un programa operacional sino que es un esfuerzo de investigación que comprometerá a muchos científicos en problemas atmosféricos y técnicos pertenecientes a servicios gubernamentales y laboratorios, universidades e industrias de muchos países.

En el momento que el GARP lo considere oportuno serán introducidas las modificaciones y extensiones que sean necesarias dentro de la parte operacional de la VMM; el GARP es así un programa para estudiar aquellos procesos físicos en la estratósfera y tropósfera que son esenciales para comprender:

10) El comportamiento transitorio de la atmósfera tal como se manifiesta en las fluctuaciones de gran escala que controlan los cambios del tiempo; esto conducirá a aumentar la exactitud de los pronósticos sobre períodos entre un día y varias semanas.

20) Los factores que determinan las propiedades estadísticas de la circulación general de la atmósfera, con lo que se logrará una mejor comprensión de las bases físicas del clima.

30) El proyecto y la prueba por métodos computacionales de una serie de modelos teóricos de los aspectos relevantes del comportamiento de la atmósfera, para permitir un acrecentamiento de la descripción de los procesos físicos significativos y sus interrelaciones.

40) Estudios experimentales y observacionales de la atmósfera para proveer al requerimiento de datos destinados al planeamiento de tales modelos teóricos y la prueba de su validez. Con el objeto de mejorar la comprensión de las bases físicas y dinámicas para formular los modelos apropiados de la circulación de la atmósfera en gran escala y, a fin de hacer especificaciones adecuadas a los sistemas de observación para los propósitos del GARP, se consideró necesario establecer ciertos programas auxiliares. Dichos programas son conocidos como Subprogramas del GARP, y pueden consistir en proyectos de carácter teórico o experimental, o de ambos a la vez. Además, dentro de los subprogramas se desarrollarán los experimentos del GARP que consisten en ambiciosos planes de observación propuestos para determinar el comportamiento de toda la atmósfera.

El GARP tiene consolidados dos Subprogramas que son, respectivamente, el Subprograma Tropical y el Subprograma Mundial y en ambos casos tienen también planeados, a su vez, el Experimento Tropical del Atlántico del GARP y el Primer Experimento Mundial del GARP. Sobre ellos puede decirse lo siguiente:

El primero es también denominado universalmente GATE, y su objetivo científico puede sintetizarse así:

Ha sido desarrollado como una de las mayores contribuciones a la comprensión del mecanismo de la circulación general de la atmósfera, su variación y su predictibilidad.

En principio el GATE trata de ampliar el conocimiento de aquellos aspectos de la meteorología del cinturón ecuatorial que son esenciales para poder interpretar la circulación de la atmósfera como un todo.

En el cinturón ecuatorial, la atmósfera tiene en varios aspectos un comportamiento diferente de la de latitudes medias y altas, pero ella forma una parte de la circulación general.

En el cinturón ecuatorial reside la principal fuente de calor que gobierna la circulación general de la atmósfera, y las fluctuaciones que allí ocurren están sin duda ligadas a la circulación en latitudes más elevadas aun cuando la naturaleza de sus conexiones es todavía poco clara.

Se han desarrollado diversos modelos teniendo presente que algunas de las principales herramientas para lograr los objetivos del GARP son las simulaciones numéricas del comportamiento de la atmósfera por medio de la solución de las ecuaciones termohidrodinámicas de modelos apropiados de la atmósfera. En lo que respecta a su validez, corresponde expresar que en latitudes medias y altas han sido extensamente comparados con los datos sinópticos; en tanto, los modelos correspondientes a la zona tropical han sido muchísimo menos desarrollados.

Ningún modelo sistemático puede representar todas las perturbaciones de la atmósfera, puesto que la capacidad y velocidad incluso de las más poderosas computadoras están limitadas a poder manejar un número determinado de datos en los puntos del reticulado en los cuales son evaluadas las variables meteorológicas. Por ello las perturbaciones atmosféricas que no son suficientemente grandes para extenderse sobre varios puntos del retículo que se use, no pueden ser descriptas con propiedad por la integración directa de las ecuaciones termohidrodinámicas. Sin embargo, tal tipo de perturbaciones tiene un efecto muy importante en el transporte de calor, de momento y de vapor de agua, tanto vertical como horizontalmente. Estas deben ser tenidas en cuenta relacionándolas con las características de la circulación atmosférica en gran escala que están representadas de manera adecuada en el modelo. Tal tipo de la denominada "parametrización" de las características de las perturbaciones de menor escala es en particular importante en el cinturón tropical, donde la mayor parte de las variaciones atmosféricas están asociadas con perturbaciones menores a pocos cientos de kilómetros de extensión.

El GATE proveerá datos suficientes para que los métodos de predicción numérica puedan ser sometidos a pruebas apropiadas en la zona tropical.

Según lo ha mostrado la información obtenida con satélites, la distribución de las nubes convectivas muestra una cierta organización en los conjuntos de nubes de este tipo, las cuales se agrupan en zonas que se extienden desde 100 a 1000 km. Por otra parte, se ha verificado que las perturbaciones del campo de viento también existen en gran escala.

En la baja estratósfera estas perturbaciones han sido estudiadas como "ondas de los Estes" y en la tropósfera superior, más recientemente, han sido identificadas como mezclas de ondas de Rossby y ondas de gravedad. En principio, su tamaño es tal que los modelos numéricos pueden ser usados para

describir y predecir su comportamiento, pero es necesario conocer sus interrelaciones con los conjuntos de nubes.

Por lo dicho el GATE ha sido programado de modo que pueda proveer una descripción de la estructura interna de un número de conjuntos de nubes a fin de que sea posible estimar el transporte horizontal y vertical de calor, humedad y momento asociados con tales sistemas y luego poder relacionarlos con los movimientos atmosféricos en gran escala que existen en los trópicos.

Un aspecto importante del experimento será estudiar el comportamiento de los modelos en relación con la atmósfera real, en los casos en que se usan retículos más pequeños.

El GATE requiere sistemas de observaciones que permitan simultáneamente estudiar diferentes escalas espaciales. Así la escala mayor del sistema de observación debe ser adecuada para definir las perturbaciones en gran escala del campo de viento, las cuales deberán relacionarse con el comportamiento del conjunto de nubes.

Para poder estudiar la estructura interna y los efectos de los conjuntos de nubes sobre la circulación en sus vecindades más inmediatas, será necesaria una escala que permita obtener observaciones más cercanas entre sí, por ejemplo, la convergencia del viento y otros flujos hacia adentro y hacia afuera del sistema. Además, el GATE podrá contribuir a lograr:

- a) Una definición de las condiciones necesarias y suficientes de la generación y el desarrollo de las perturbaciones tropicales, incluyendo los primeros estados de los ciclones tropicales.
- b) Un mejoramiento de la calidad y de la extensión de los pronósticos en los trópicos.
- c) Un mejoramiento en pronósticos de medio plazo en latitudes extratropicales, al tomar en consideración en forma adecuada las fuentes de calor tropical.
- d) Un progreso hacia la comprensión del tiempo en las zonas tropicales y las posibilidades de modificarlo.

Por todo lo dicho el GATE ha sido planeado de modo que puedan medirse parámetros que permitan estudiar los efectos de las distintas escalas, con particular énfasis en la relación de las que se ha dado en denominar A y B y que caracterizan, respectivamente, las ondas largas y los conjuntos nubosos.

El GATE se llevará a efecto durante cien días en 1974, comenzando entre agosto y setiembre.

Para la realización del GATE se usarán todas las facilidades producidas por los distintos sistemas que constituyen la VMM y se contará, además, con el aporte de 27 buques especialmente equipados para las observaciones meteorológicas y oceanográficas. De estos buques, 12 serán ocupados en la escala A y 15 en la B, y de estos últimos 8 de ellos estarán dotados de radares meteorológicos.

Se dispondrá también de 12 aviones provistos de material para la investigación atmosférica.

Además se hará uso de un determinado número de boyas oceánicas.

Todo esto proporcionará datos en cantidad y simultaneidad nunca obtenidas hasta ahora.

En relación con el Primer Experimento Mundial del GARP, perteneciente al Subprograma Mundial del GARP, podemos expresar que es, sin duda, de una

envergadura mucho mayor que la del GATE, puesto que como veremos, sólo en la parte del cinturón tropical se realizarán tareas similares a las programadas para el GATE.

El fundamento principal del Primer Experimento del GARP puede sintetizarse diciendo que, mediante consideraciones teóricas y experimentos numéricos realizados con la ayuda de modelos físicomatemáticos de la atmósfera, se ha demostrado que existe una considerable diferencia entre la capacidad actual de predecir los movimientos en gran escala de la atmósfera y el límite máximo de validez de las predicciones.

La experiencia obtenida como consecuencia de las investigaciones realizadas en esta rama de la meteorología ha revelado también que es preciso mejorar considerablemente los conocimientos que se poseen sobre el comportamiento de la atmósfera global, antes de poder ampliar en forma significativa el período de validez de las predicciones numéricas utilizables en la actualidad.

Por otra parte, es necesario comprender mucho mejor el fundamento físico del clima de la Tierra, sobre todo ahora, cuando posibles interferencias de la actividad del hombre con los procesos naturales comienzan a constituir un problema que es motivo de gran preocupación.

El Primer Experimento Mundial del GARP es un intento encaminado a establecer los límites posibles de la predicción objetiva. Deberá servir también para poner a prueba, y en escala mundial, la capacidad de representación del clima actual de los modelos existentes de la atmósfera terrestre, lo cual constituye un requisito previo e ineludible para poder encarar científicamente el problema de los cambios climáticos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el Primer Experimento Mundial del GARP se han propuesto los 4 objetivos siguientes:

1º) Comprender mejor los movimientos atmosféricos para poder diseñar modelos más realistas aplicables a la predicción de largo plazo, a los estudios de la circulación general de la atmósfera y al clima.

2º) Evaluar los límites máximos de predictibilidad de los sistemas meteorológicos.

3º) Desarrollar métodos de mayor capacidad de asimilación de las observaciones meteorológicas, que permitan sobre todo utilizar datos asincrónicos como elementos básicos en la predicción de movimiento en gran escala.

4º) Diseñar el sistema óptimo de observación meteorológica aplicable a las tareas diarias de predicción numérica de las principales características de la circulación general.

Para cumplir sus objetivos el Primer Experimento Mundial del GARP, que se realizará en 1977, no se apoyará en un solo sistema de observación, ya que, por sí sola ninguna técnica de este tipo puede satisfacer las necesidades requeridas. Los elementos que compondrán tal sistema son fundamentalmente de dos clases:

1º) Los subsistemas de observación, que serán operativos o casi operativos cuando se realice el Primer Experimento y estarán satisfaciendo las necesidades que demanda la VMM y que como se vio, consiste en:

- a) El subsistema convencional basado en tierra.
- b) El subsistema de satélites.

20) Subsistemas especiales necesarios para subsanar algunas deficiencias significativas del sistema de observación operativa:

- a) Medios para obtener perfiles de viento en los trópicos ecuatoriales,
- b) Globos de nivel constante en el hemisferio sur.
- c) Boyas a la deriva en el hemisferio sur.
- d) Estaciones automáticas terrestres o sobre hielos en las regiones polares y en otras regiones alejadas.

El primer sistema actuará durante todo el período del Primer Experimento Mundial del GARP, y el segundo lo hará sólo en dos períodos, con duración respectiva de uno y dos meses.

El subsistema basado en superficie ya fue descripto someramente al considerar la VMM.

El subsistema de satélites será el siguiente:

Habrà para 1977 por lo menos dos satélites operativos de órbita polar operados por EE.UU. y Rusia, y además se contará con dos satélites más no operativos pertenecientes también a EE.UU. y Rusia, como mínimo.

Se considera que los objetivos del Primer Experimento Mundial del GARP serán cumplidos desde 1974 por este tipo de satélites.

Se contará con 5 satélites geoestacionarios: EE.UU. lanzará en 1974 el primer satélite geoestacionario meteorológico de carácter operativo, y 6 meses después lanzará otro igual. A mediados de 1976 Rusia lanzará otro satélite geoestacionario y a fines del mismo año se lanzarán los de Europa y Japón.

Con respecto a la obtención de perfiles de viento en la zona tropical se contará con distintos medios para obtener esta información, que es de fundamental importancia, ya que el requerimiento planteado por el Primer Experimento Mundial del GARP, los medios convencionales y la obtención de datos de viento a través de los satélites geoestacionarios no son suficientes.

Un sistema ya probado consistirá en usar grandes globos portadores de sobrepresión, equipados hasta con 100 sondas con paracaídas, que ya serán usados en 1974 en ocasión del Experimento Tropical del GARP y que permitirá interrogar las sondas respectivas por medio del satélite geoestacionario, pero durante el Primer Experimento Mundial del GARP se usarán además 10 buques que colaborarán en la tarea de obtener perfiles de viento.

Durante cada período especial de observación, unos 400 globos flotarán a la deriva; los mismos serán lanzados desde diferentes puntos, de forma que su distribución suministrará medidas adecuadas de viento, de temperatura, de presión y del geopotencial en un nivel de la tropósfera superior en la región comprendida entre 20°S y 90°S. La eficiencia de este método ha quedado totalmente verificada con el experimento Eole realizado entre 1971 y 1972.

Se utilizará una red de 300 boyas a la deriva que medirá la presión atmosférica y la temperatura de la superficie del mar. Estas boyas deberán ser desplegadas en la zona comprendida entre 50°S y 65°S, donde la nubosidad persistente dificulta los sondeos realizados por los satélites en la tropósfera inferior. Las boyas, al igual que los globos, serán interrogados por satélites.

El Primer Experimento mundial del GARP prevé un Sistema de Preparación de Datos que estará fundamentalmente basado en el de la VMM; no obstante, será necesario realizar tareas adicionales, para lo cual se han fijado distintos niveles para la determinación de los datos y su elaboración. Se está de acuerdo en

que los CMM de la VMM han de desempeñar una función fundamental en el análisis de los datos para el experimento, ya que no será posible conseguir la elaboración de los mismos en tiempo real durante el Primer Experimento Mundial del GARP sin la activa cooperación de los Centros citados.

Finalmente, para la inmensa cantidad de datos que se obtendrá y la elaboración primaria que de ellos se efectúe se necesita un Sistema Mundial de Telecomunicaciones que permita el flujo de los mismos; dicho sistema estará basado sobre el Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la VMM.

LOS PROGRAMAS DE LA VIGILANCIA METEOROLOGICA MUNDIAL Y EL GARP EN RELACION CON EL INTERES DE LA ARGENTINA

Con todo lo dicho hasta aquí se ha tratado de mostrar el significado, los objetivos y el estado de desarrollo de la VMM y del GARP desde un punto de vista totalmente general, pero se entiende que es necesario destacar qué significan para nuestro país estos programas y ver en forma sucinta cuáles serían algunos de los aspectos en los que convendría poner énfasis.

No cabe duda de que el desarrollo de la meteorología como ciencia, el uso de las computadoras y las ayudas proporcionadas por los satélites han significado para todos un progreso en el campo científico y aplicativo de la meteorología, desconocido hasta el momento pero, para el hemisferio sur en general y para la Argentina en particular, se está en verdad ante una real discontinuidad. Los dos últimos factores antes señalados colocan súbitamente al país en la misma situación potencial que la de las naciones del hemisferio norte, de las cuales hasta la actualidad se estaba separado en decenios de años. Los programas que se han comentado de manera esquemática posibilitan la oportunidad de acortar distancias en forma significativa, y para ello se pueden citar hechos concretos.

Por ejemplo la VMM que, como se ha visto, es un programa fundamentalmente operativo, dará ocasión de contar para mediados de esta década con datos de superficie y altura en una cantidad más que centuplicada con relación a los que se obtenían hace dos años, y dicha información circulará sin costo adicional alguno para todo el Sistema Mundial de Telecomunicaciones, en el cual ya el país está comprometido a actuar.

Si se hubiese querido obtener esa información por otro medio que no fuese el del satélite y, suponiendo que en cada punto del Pacífico Sur existiese una isla en cada lugar elegido para la observación, habría que invertir 200 millones de dólares anuales.

Esa información estará disponible, si se usa o no será sólo responsabilidad del país. También será de su responsabilidad la omisión que permitiría, eventualmente, que el estado del tiempo, los pronósticos y el clima del país y las zonas circunvecinas sean conocidos antes y mejor por muchas otras naciones que por la nuestra.

Se tiene la esperanza de que no suceda así, sino de que sea posible usar toda esa información extraordinaria para estudios, investigaciones y servicios que la Argentina necesita. Indice de ello lo son varios de los trabajos presentados en esta 7a. Reunión, que se incrementarán cuando se cuente con mayores facilidades de computación, accesibles en nuestro medio.

Respecto de la relación con el programa del GARP se entiende que es de gran trascendencia. Si bien en lo que se refiere al experimento del GATE el país prácticamente no tendrá ninguna participación, será de interés permanecer atentos a las posibilidades de poder intervenir en alguno de los grupos de trabajo que traten temas que, como el de la convención, tiene un interés muy particular para los argentinos.

Pero donde en especial la participación puede ser de gran importancia es en el Subprograma Mundial, sobre todo en el Primer Experimento Mundial del GARP; además, aquí se tiene algo adelantado, ya que desde hace varios años se está vinculado al Laboratorio de Meteorología Dinámica que dirige el Profesor Morel, donde han trabajado durante casi tres años tres jóvenes científicos argentinos en temas estrechamente ligados al GARP y al interés particular del país. Esto se ha puesto en evidencia a través de los trabajos presentados por los citados científicos en esta 7a. Reunión de la Asociación.

Por otra parte, hay muchas posibilidades de vincularse a otros laboratorios que en distintas partes del mundo están comprometidos en las tareas del GARP, y en tal sentido sería de interés tratar de hacer una tarea conjunta a nivel nacional.

Además, se entiende que nuestro país debe estar atento a dos aspectos contemplados en el Primer Experimento Mundial del GARP, que son fundamentales para nuestro desarrollo meteorológico, tanto en el campo de la aplicación como en el de la investigación. Ellos son:

- a) Los globos de nivel constante.
- b) Las boyas.

Los globos de nivel constante son, sin duda, la mejor solución para determinar una superficie de referencia óptima en el hemisferio sur; el problema de su adopción no es de orden técnico, ya que está totalmente resuelto, sino financiero. Su costo es muy elevado y la vida media actual de los globos es corta para pensar que además de la investigación puedan usarse en forma continua para fines operacionales.

El país podría hacer una contribución significativa en este sentido, ya que coparticipa en el Proyecto Eole, y podría colaborar en mejores condiciones que en la oportunidad citada, pues se ha adquirido una experiencia importante.

Será de fundamental interés para la Argentina que se pueda contar con una superficie de referencia, sobre todo para ver cuál es la diferencia en el comportamiento de los modelos, que se estarán usando en 1977 con la superficie de referencia y sin ella. Este tipo de experiencia podría cuantificar el comportamiento de los modelos y proporcionar así una idea clara de los esfuerzos financieros que el país podría realizar para contribuir al mantenimiento de una superficie de referencia hacia fines de esta década o principios de la próxima.

Con respecto al sistema de boyas caben los siguientes comentarios:

El problema de las boyas dentro del Primer Experimento Mundial del GARP está formulado, como es natural, para satisfacer los objetivos del experimento pero, además, se entiende que es uno de los aspectos observacionales del GARP que mayor interés debe despertar en el país, ya que la experiencia ganada y la que se ha de ganar le servirá a la Argentina para múltiples aspectos del desarrollo meteorológico, tanto teórico como práctico.

Puesto que algunas de las zonas en que estarán las boyas son justamente los

lugares críticos de nuestras adyacencias, ello significará la posibilidad de experimentar, para poder cuantificar el valor de la información meteorológica que tales boyas proporcionarán.

Como el aumento del número de parámetros que es posible medir haciendo uso de boyas, incrementa su costo, al estudiar las necesidades del Primer Experimento Mundial del GARP se ha determinado que los parámetros más importantes para sus propósitos son: la presión del aire y la temperatura del agua en la superficie del mar. Es obvio que para los objetivos meteorológicos del país sería de más alta prioridad la temperatura del aire que la del mar pero, de cualquier modo, lo que correspondería en este caso es estudiar cuál sería la mejor solución aprovechando lo que de cualquier modo se hará durante el Primer Experimento Mundial del GARP y lo que eventualmente podría hacer el país con respecto, por ejemplo, a la adición de nuevos parámetros teniendo en cuenta el beneficio que podría ser obtenido en relación a su costo. Para lograr esto, además de la intervención de los meteorólogos en la investigación de las necesidades de los parámetros más convenientes, se aprecia como particularmente importante que otro grupo de técnicos y científicos conozca en profundidad los problemas vinculados con el desarrollo, construcción, puesta en servicio y funcionamiento de boyas. Esta tarea configurará, por otra parte, un caso de colaboración entre meteorólogos y oceanógrafos argentinos.

Con lo dicho se han querido señalar algunos aspectos de interés para la Argentina dentro de los programas de la VMM y del GARP. Se estima que se presenta una situación más favorable que nunca para que la meteorología pueda servir a la comunidad con la más alta eficiencia, y es de esperar que tal oportunidad no sólo no se pierda sino que sea aprovechada al máximo.