

Manual de aplicación de normas de enseñanza y formación profesional en meteorología e hidrología

Volumen I – Meteorología

Edición de 2012



Organización
Meteorológica
Mundial

OMM-N° 1083

Tiempo • Clima • Agua

Manual de aplicación de normas de enseñanza y formación profesional en meteorología e hidrología

Volumen I

(Anexo VIII al Reglamento Técnico de la OMM)

Meteorología

OMM-N° 1083



**Organización
Meteorológica
Mundial**

Tiempo • Clima • Agua

Edición de 2012

NOTA DE LA EDICIÓN

Se ha adoptado la siguiente disposición tipográfica: las prácticas y procedimientos meteorológicos normalizados figuran impresos en letra redonda seminegrita (distinguidos por el uso del verbo en futuro). Las prácticas y procedimientos meteorológicos recomendados figuran impresos en letra redonda sencilla (distinguidos por el uso del auxiliar “debería”). Las notas han sido impresas en caracteres más pequeños, en letra redonda sencilla, y van precedidas de la indicación Nota.

En la presente publicación se considerará que el uso de un género incluye al otro, a menos que el contexto exija otra cosa.

METEOTERM, la base terminológica de la OMM, puede consultarse en la siguiente dirección: http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_en.html. La lista de abreviaciones figura en: http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index_en.html.

OMM-N° 1083

© Organización Meteorológica Mundial, 2012

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Ginebra 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 80 40
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31083-5

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Secretaría de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones expresadas en las publicaciones de la OMM son las de los autores y no reflejan necesariamente las de la Organización. La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con referencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
PREFACIO	v
PARTE I. CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL DE LA OMM.	I-1
1.1 Introducción	I-1
1.2 Información general	I-2
1.2.1 Elementos que impulsan el cambio	I-2
1.2.2 Supuestos	I-2
1.3 Clasificación del personal de meteorología	I-2
1.3.1 Finalidad de la clasificación	I-3
1.3.2 Categorías de personal	I-3
1.3.3 Componentes de los PIB-M	I-3
1.3.4 Componentes del PIB-TM	I-4
1.3.5 Niveles superiores a los PIB	I-4
1.3.6 Resultados del aprendizaje	I-4
1.4 Relación entre clasificación, cualificaciones y competencia laboral	I-5
1.5 Personal de meteorología	I-6
1.5.1 Cualificación inicial de los meteorólogos	I-6
1.5.1.1 Título universitario en meteorología	I-7
1.5.1.2 Estudios de posgrado en meteorología	I-7
1.5.1.3 Programas de enseñanza sin titulación	I-7
1.5.2 Cualificación inicial de los técnicos en meteorología	I-8
1.6 Promoción en la carrera profesional	I-8
1.6.1 Niveles de carrera profesional para los meteorólogos	I-8
1.6.2 Niveles de carrera profesional para los técnicos en meteorología	I-9
1.6.3 Cambio de clasificación a mitad de carrera	I-9
1.7 Habilidades colectivas y transferibles	I-9
1.8 Materias básicas y ciencias de la atmósfera	I-10
1.8.1 Matemáticas y física	I-10
1.8.2 Materias complementarias	I-11
1.8.3 Disciplinas meteorológicas básicas	I-11
1.8.4 Relación entre las disciplinas meteorológicas básicas y los PIB	I-11
1.9 Aplicación	I-11
Apéndice A. Niveles de carrera profesional para meteorólogos y técnicos en meteorología	I-13
Apéndice B. Disciplinas meteorológicas básicas	I-14

PARTE II. PAQUETE DE INSTRUCCIÓN BÁSICA PARA METEORÓLOGOS (PIB-M)	II-1
2.1 Introducción	II-1
2.2 Materias básicas de matemáticas, física, y materias complementarias	II-1
2.2.1 Matemáticas	II-2
2.2.2 Física	II-2
2.2.3 Materias complementarias	II-2
2.3 Materias de las ciencias de la atmósfera	II-3
2.3.1 Meteorología física	II-4
2.3.1.1 Composición de la atmósfera, radiación y fenómenos ópticos	II-4
2.3.1.2 Termodinámica y física de las nubes	II-5
2.3.1.3 Meteorología de la capa límite y micrometeorología	II-5
2.3.1.4 Observaciones e instrumentación convencionales	II-6
2.3.1.5 Observaciones por teledetección	II-6
2.3.2 Meteorología dinámica	II-6
2.3.2.1 Dinámica de la atmósfera	II-7
2.3.2.2 Predicción numérica del tiempo (PNT)	II-7
2.3.3 Meteorología sinóptica y mesoescalar	II-8
2.3.3.1 Sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares	II-8
2.3.3.2 Sistemas meteorológicos tropicales	II-9
2.3.3.3 Sistemas meteorológicos mesoescales	II-9
2.3.3.4 Observación, análisis y diagnóstico del tiempo	II-10
2.3.3.5 Predicción meteorológica	II-10
2.3.3.6 Prestación de servicios	II-11
2.3.4 Climatología	II-11
2.3.4.1 Circulación global, climas y servicios climáticos	II-11
2.3.4.2 Variabilidad del clima y cambio climático	II-12
 PARTE III. PAQUETE DE INSTRUCCIÓN BÁSICA PARA TÉCNICOS EN METEOROLOGÍA (PIB-TM)	 III-1
3.1 Introducción	III-1
3.2 Materias básicas de matemáticas, física y materias complementarias	III-1
3.2.1 Matemáticas	III-2
3.2.2 Física	III-2
3.2.3 Materias complementarias	III-3
3.3 Materias de meteorología general	III-3
3.3.1 Meteorología física y dinámica básica	III-4
3.3.2 Meteorología sinóptica y mesoescalar básica	III-4
3.3.3 Climatología básica	III-5
3.3.4 Instrumentos y métodos de observación meteorológicos	III-6

PREFACIO

La presente publicación tiene como objeto facilitar un entendimiento común de las cualificaciones básicas requeridas de las personas que deben ser consideradas, bien sea meteorólogos o técnicos en meteorología tal como los define la OMM y, a su vez, asistir a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) en establecer sus sistemas de clasificación del personal y programas de formación profesional respectivos, a fin de cumplir satisfactoriamente con las normas internacionales.

En el marco de lo citado anteriormente, el Decimosexto Congreso Meteorológico Mundial adoptó la Resolución 32 (Cg-XVI) en la que solicitaba reemplazar la conocida publicación *“Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa, Volumen I: Meteorología”* por el actual *“Manual de aplicación de normas de enseñanza y formación profesional en meteorología e hidrología, Volumen I: Meteorología”*, que complementa el capítulo B4 del Reglamento Técnico de la OMM (OMM-N° 49), Volumen I: Normas meteorológicas de carácter general y prácticas recomendadas.

Contar con personal cualificado es un factor clave en todas las instituciones científicas y técnicas. Tal como se establece en su Convenio, uno de los objetivos de la OMM es fomentar la formación de la meteorología y de materias conexas y cooperar en la coordinación de los aspectos internacionales de tales actividades. Por consiguiente, desde sus inicios en 1950 la OMM ha contribuido considerablemente al fomento de actividades de enseñanza y formación profesional en el ámbito de la meteorología y, una vez que hubo ampliado su mandato en consecuencia, también en el ámbito de la hidrología.

A través de su Programa de Enseñanza y Formación Profesional (PEFP), la OMM ha reforzado siempre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de sus Miembros, en particular en los países en desarrollo, donde el fomento de desarrollo de capacidades y de recursos humanos ha salvado progresivamente la brecha entre los niveles de servicios que pueden suministrar los SMHN de países desarrollados y en desarrollo.

Además, en respuesta a las necesidades en rápida evolución, durante los últimos años la OMM ha redefinido la clasificación de su personal de meteorología e hidrología, y al mismo tiempo ha reforzado el papel que desempeñan sus Centros regionales de formación, al actualizar las capacidades de los instructores, alentar el uso de tecnologías novedosas, otorgar becas, organizar actividades de formación profesional y actualizar las publicaciones de orientación.

Al preparar este Manual, la OMM se ha beneficiado de la experiencia que generosamente han compartido varios de sus Miembros. La Organización quisiera aprovechar esta ocasión para expresar su gratitud a los miembros del Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional, y en especial a su presidente, el Sr. Alexander Bedritsky, que también orientó la labor del equipo editorial de esta publicación compuesto por los señores Robert Riddaway, Christopher Webster, LeRoy Spayd y Jeff Wilson.

PARTE I

CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL DE LA OMM

Las primeras secciones de la Parte I ofrecen una perspectiva general de la clasificación del personal de meteorología de la OMM. En las secciones siguientes se abordan cuestiones relacionadas con el personal de meteorología, a saber, sus requisitos de cualificación inicial y la promoción en la carrera profesional. Además, se ofrece una descripción sucinta sobre la promoción en la carrera, las habilidades colectivas y transferibles y las materias básicas que permiten lograr una comprensión de la meteorología. Finalmente, se ofrece asesoramiento general sobre la aplicación de los programas de estudios requeridos.

1.1 INTRODUCCIÓN

“No hay duda de que el personal de meteorología puede ser clasificado de muchas maneras, cada una con su propio mérito particular y conveniencia. Es igualmente cierto, sin embargo, que ningún sistema definirá adecuadamente todos los tipos de personal que se requieren. Resulta, por lo tanto, necesario aceptar una clasificación consensuada, reconociendo sus deficiencias y limitaciones. Teniendo en cuenta esta circunstancia, se puede desarrollar un sistema de clasificación que sea utilizado de forma eficaz como base para establecer programas de estudios para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología.”

(OMM-N° 258, primera edición, página 11)

La cita anterior, extraída de la primera edición (julio de 1969) de la publicación N° 258 de la OMM “Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa” aun refleja los retos y las oportunidades que suponen una publicación de esa índole. El reto consiste en proporcionar un marco internacional que sea lo suficientemente flexible para adaptarse a las necesidades de los Miembros y, al mismo tiempo, lo suficientemente sólido para garantizar la idoneidad del personal que termina los estudios elaborados en ese marco. Muchos Miembros ya están formando a su personal por encima de este nivel mínimo, con el fin de satisfacer requisitos nacionales más exigentes en respuesta a los adelantos tecnológicos y a las necesidades de los usuarios.

En esta publicación se abordan las dos cuestiones planteadas en la cita antes mencionada, a saber: un sistema de clasificación genérica para el personal de meteorología y las cualificaciones recomendadas para el personal en cada una de esas clasificaciones. Estas clasificaciones y cualificaciones genéricas tienen por objeto ofrecer un marco internacional que los Miembros puedan aplicar y adaptar para satisfacer sus propias necesidades concretas o para utilizarlo como marco de referencia para evaluar sus propios modelos nacionales.

En la publicación se establece desde el principio hasta el final una clara distinción entre la clasificación del personal y las tareas llevadas a cabo en los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN). La clasificación guarda relación con las cualificaciones, mientras que las tareas están relacionadas con las competencias. Corresponde a cada Miembro decidir la manera en la que asigna determinadas tareas de acuerdo con las diferentes clasificaciones.

Esta publicación se centra en la enseñanza y la formación profesional iniciales exigidas al personal para que pueda acceder a las diversas categorías de clasificación. La enseñanza y formación profesional adicionales que se requieren para obtener las competencias asociadas a una amplia gama de tareas comunes llevadas a cabo por el personal de meteorología e hidrología se describen en otras publicaciones. Las comisiones técnicas pertinentes se encargan de supervisarlas (la lista más reciente de esas publicaciones puede consultarse en el sitio siguiente: <http://www.wmo.int/pages/prog/dra/etp/competencias.php>)

La publicación “Guidelines for Educators and Trainers in Meteorology and Hydrology” (Directrices para educadores e instructores en meteorología e hidrología), preparada por el Grupo de expertos del Consejo Ejecutivo sobre enseñanza y formación profesional, servirá de base para la aplicación de las normas en materia de enseñanza y formación profesional. En ella se ofrecerá orientación sobre el proceso de enseñanza y formación profesional (en particular, sobre cómo especificar y evaluar los resultados del aprendizaje y la competencia laboral), y se determinará el nivel de competencia exigido a los instructores.

1.2 INFORMACIÓN GENERAL

En esta sección se exponen los supuestos básicos en los que se fundamenta la publicación y los motivos por los que es necesario someter a un examen continuo el sistema de clasificación y las directrices asociadas.

1.2.1 Elementos que impulsan el cambio

Es necesario someter continuamente a examen las directrices y el sistema de clasificación debido a las razones siguientes:

- a) los avances importantes en la meteorología, como ciencia física aplicada, que derivan de una mejor comprensión del sistema acoplado atmósfera-océano-tierra, de técnicas de predicción mejoradas y de cambios en constante evolución en el ámbito de la tecnología de la información y las comunicaciones;
- b) la evolución continua de los modelos económicos, sociales y políticos, observada en muchas partes del mundo, con exigencias nuevas y cambiantes para los servicios meteorológicos e hidrológicos orientadas al usuario, coherentes, y sometidas a un control de la calidad, y
- c) los cambios significativos que se están dando en el enfoque de la instrucción y la especialización profesionales, particularmente como resultado de la importancia que se atribuye cada vez más a la enseñanza y a la formación profesional continuas y a la especificación de competencias (es decir, los conocimientos, las habilidades y los comportamientos necesarios para desempeñar un determinado trabajo).

1.2.2 Supuestos

La elaboración de la presente publicación obedece a los supuestos siguientes:

- a) el documento debería servir de referencia internacional, pudiendo adaptarse en la medida de lo posible a las necesidades nacionales y locales;
- b) los requisitos básicos necesarios para ser clasificado como técnico en meteorología o meteorólogo deberían especificarse en el Paquete de instrucción básica para técnicos en meteorología (PIB-TM) y en el Paquete de instrucción básica para meteorólogos (PIB-M). Estos deberían especificarse en términos de los resultados del aprendizaje, es decir, indicaciones de lo que cabe esperar de un alumno, como prueba de los conocimientos, la comprensión o las habilidades adquiridas una vez concluido el proceso de aprendizaje, en vez de referirse al contenido de un plan de estudios. Si bien en el PIB-TM y en el PIB-M hay materias comunes, los resultados del aprendizaje varían;
- c) la finalización de un programa de meteorología de nivel universitario debería ser el factor clave para clasificar a los miembros del personal en meteorólogos o bien en técnicos en meteorología. Tras obtener la cualificación para iniciar un trabajo como principiante, serán necesarias una enseñanza y formación profesional continuas para el desarrollo profesional posterior;
- d) los meteorólogos y los técnicos en meteorología deberían ser promovidos a grados superiores, de conformidad con las etapas que se determinen a escala nacional para cada carrera profesional, por ejemplo, según los modelos correspondientes a una carrera nacional de administración pública. Además, un técnico en meteorología podría ser reclasificado como meteorólogo después de satisfacer los requisitos exigidos en el PIB-M;
- e) los requisitos para la clasificación como técnico en meteorología o meteorólogo deberían considerarse en forma separada de las competencias necesarias para desempeñar una función concreta;
- f) esta publicación debería basarse en la cuarta edición de la publicación N° 258 de la OMM “Directrices de orientación para la enseñanza y formación profesional del personal de meteorología e hidrología operativa”, con objeto de mantener una continuidad, siempre que sea posible, y
- g) a los efectos de este Manual, debería atribuirse el mismo significado a los términos “ciencias de la atmósfera” y “meteorología”.

1.3 CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL DE METEOROLOGÍA

En esta sección se describe el modelo de clasificación de la OMM, aprobado por el Consejo Ejecutivo en su 50ª reunión (Ginebra, 1998) y ratificado por el Decimotercer Congreso Meteorológico Mundial

(Ginebra, 1999). En su 62ª reunión (Ginebra 2010), el Consejo Ejecutivo de la OMM recomendó modificar la definición de meteorólogo. Esta propuesta fue aprobada en el Decimosexto Congreso Meteorológico Mundial (Ginebra, 2011).

1.3.1 Finalidad de la clasificación

La finalidad del sistema de clasificación del personal de meteorología de la OMM consiste en:

- a) facilitar un marco de referencia internacional para el común entendimiento de las cualificaciones básicas exigidas a las personas que desempeñan las funciones meteorológicas e hidrológicas establecidas en el Convenio de la OMM;
- b) facilitar el establecimiento de resultados del aprendizaje de referencia y planes de estudios conexos, en relación con la enseñanza y la formación profesional del personal de meteorología, y
- c) ayudar a los SMHN de cada país a:
 - establecer sistemas de clasificación del personal que se adapten a sus necesidades concretas;
 - elaborar programas de enseñanza y formación profesional que puedan aplicarse a sus propias estructuras y necesidades, y
 - asegurarse de que las instituciones académicas y profesionales conozcan y puedan satisfacer los requisitos de enseñanza y formación profesional del personal contratado como meteorólogos o técnicos en meteorología.

1.3.2 Categorías de personal

Existen dos categorías generales de personal: los profesionales y los técnicos. Por lo que respecta al personal de meteorología, estas categorías se asignan como sigue:

- *meteorólogo*: persona que ha completado con éxito el Paquete de instrucción básica para meteorólogos (PIB-M) a nivel universitario, y
- *técnico en meteorología*: persona que ha completado con éxito el Paquete de instrucción básica para técnicos en meteorología (PIB-TM).

Si bien la clasificación se centra en dos categorías principales de personal, se espera que los usuarios la adapten a sus circunstancias concretas, como a sus normativas nacionales de clasificación de carreras de administración pública.

En muchos casos, la clasificación como meteorólogo o técnico en meteorología será una condición necesaria para trabajar como especialista en meteorología en un SMHN. Sin embargo, será necesario haber recibido una enseñanza y una formación profesional más especializadas, que no se limiten a los requisitos exigidos en el PIB-M y el PIB-TM, con objeto de llegar a un nivel de competencia que permita desempeñar tareas especializadas, como la observación, la elaboración de predicciones y avisos, o la investigación.

1.3.3 Componentes de los PIB-M

Los principales componentes del PIB-M son los siguientes:

- a) materias básicas de matemáticas y física, además de las materias complementarias de otras ciencias y materias conexas, las comunicaciones, y el análisis y el uso de datos, y
- b) materias de las ciencias de la atmósfera, a saber:
 - la meteorología física (en particular, la composición de la atmósfera, la radiación y los fenómenos ópticos y eléctricos; la termodinámica y la física de las nubes; la meteorología de la capa límite y la micrometeorología, y las observaciones y la instrumentación convencionales, y la teledetección);
 - la meteorología dinámica (en particular, la dinámica de la atmósfera y la predicción numérica del tiempo);
 - la meteorología sinóptica y mesoescalar (en particular, las latitudes medias y los sistemas meteorológicos polares; los sistemas meteorológicos tropicales; los sistemas meteorológicos mesoescalares; la observación, el análisis y el diagnóstico del tiempo; la predicción del tiempo y la prestación de servicios), y
 - la climatología (en particular, la circulación global, el clima y los servicios climáticos; la variabilidad del clima y el cambio climático).

Además de cumplir con el requisito básico de finalizar con éxito las materias indicadas en los puntos a) y b), las personas que deseen especializarse en alguna esfera pueden también ahondar conocimientos en materias como la meteorología aeronáutica, la química de la atmósfera y la vigilancia y predicción del clima.

1.3.4 Componentes del PIB-TM

Los principales componentes del PIB-TM son los siguientes:

- a) materias básicas de matemáticas y física, además de las materias complementarias de otras ciencias y materias conexas; las comunicaciones, y el análisis y la manipulación de datos, y
- b) materias básicas de la meteorología general, a saber, meteorología física y meteorología dinámica, meteorología sinóptica básica y mesoescalar, climatología básica, e instrumentos y métodos de observación meteorológicos.

Además de cumplir con el requisito básico de finalizar con éxito las materias indicadas en los puntos a) y b), las personas que deseen especializarse en alguna esfera pueden también ahondar conocimientos en las observaciones y mediciones especializadas, el control de la calidad y el archivo de datos, la calibración y el mantenimiento de equipos, y las comunicaciones y la informática.

1.3.5 Niveles superiores a los PIB

Además de las especializaciones posteriores al PIB-M y al PIB-TM (como se ha indicado anteriormente), muchos Miembros exigirán a su personal otros conocimientos, comprensión y habilidades más amplios y profundos que los detallados en los PIB, a fin de cumplir con sus requisitos nacionales específicos, a saber:

- a) algunos SMHN asumen responsabilidades que no se limitan a la prestación de servicios meteorológicos y climáticos (por ejemplo, los servicios relativos a seísmos, tsunamis, volcanes, deslizamientos de tierra, utilización del agua o crecidas), de modo que exigen más requisitos de enseñanza y formación profesional que los PIB, que se basan principalmente en conocimientos y experiencia meteorológicos;
- b) en algunos SMHN, la prestación de servicios meteorológicos especializados es un aspecto principal de sus actividades (por ejemplo, la prestación de servicios agrometeorológicos). En tales casos, sus programas de enseñanza y formación profesional deberán abordar en profundidad esa esfera de especialización, lo que podría exigir la adquisición de conocimientos detallados sobre las actividades y necesidades de los usuarios del servicio, y
- c) en los SMHN de regiones tropicales, podría exigirse más conocimientos de los sistemas meteorológicos de zonas tropicales que los especificados en los PIB. Lo mismo cabe decir de los conocimientos sobre los sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares en los SMHN de las regiones extratropicales.

Además, en algunos SMHN poseer un grado universitario podría ser un requisito para la contratación o la promoción en la carrera profesional del personal.

El planteamiento adoptado tiene por objeto permitir a los Miembros establecer sus requisitos nacionales, además de los especificados en los PIB.

1.3.6 Resultados del aprendizaje

El PIB-M y el PIB-TM se definen en términos de resultados del aprendizaje y no del contenido. Por consiguiente, se hace hincapié en los logros del alumno más que en los objetivos propuestos por el instructor o las materias exigidas en el plan de estudios. La especificación de unos resultados del aprendizaje es ventajosa, tanto para el instructor como para los alumnos, ya que aporta claridad con respecto a los objetivos del programa de estudios. Además, permiten sentar bases más sólidas para evaluar si se ha logrado el aprendizaje requerido.

Existe una jerarquía de los resultados del aprendizaje utilizados en el PIB-M y el PIB-TM. En el cuadro 1 se ofrece un panorama general de los diversos niveles y algunos ejemplos de los descriptores correspondientes. Las aptitudes cognitivas de orden superior, consistentes en analizar, evaluar y crear, se basan en las aptitudes de orden inferior consistentes en recordar, comprender y aplicar. Los resultados del aprendizaje en el PIB-M y el PIB-TM suelen vincularse con las aptitudes de recordar, comprender, aplicar y analizar.

Distintos niveles de aptitud y algunos ejemplos de descriptores asociados a los resultados del aprendizaje

Nivel de aptitud cognitiva	Ejemplos de descriptores
<i>Recordar.</i> El alumno recuerda información.	describir, definir, determinar
<i>Comprender.</i> El alumno explica ideas o conceptos.	explicar, interpretar, debatir
<i>Aplicar.</i> El alumno utiliza nuevos conocimientos en un contexto conocido.	aplicar, utilizar, relacionar
<i>Analizar.</i> El alumno distingue las diferentes partes constituyentes y relaciona las partes con todo el conjunto.	analizar, comparar, investigar
<i>Evaluar.</i> El alumno justifica una decisión o un plan de acción.	evaluar, argüir, recomendar
<i>Crear.</i> El alumno genera nuevos productos, ideas o planteamientos.	crear, organizar, evaluar

El presente cuadro se basa en la clasificación del comportamiento intelectual elaborada por Bloom y otros (1956), que posteriormente fue modificada por Anderson & Krathwohl (2001).

1.4 RELACIÓN ENTRE CLASIFICACIÓN, CUALIFICACIONES Y COMPETENCIA LABORAL

En esta sección se describe la relación que existe entre clasificación, cualificaciones y competencia laboral, para que el lector pueda hacer mejor uso de estas Directrices.

La clasificación del personal en meteorólogos y técnicos en meteorología depende del cumplimiento de los requisitos, bien sea del PIB-M o del PIB-TM. Concluir con éxito estos programas de estudio iniciales no significa que una persona esté capacitada de inmediato para desempeñar competentemente un trabajo correspondiente.

Es de esperar que para cada trabajo concreto se haya establecido un conjunto de normas sobre competencias que defina los conocimientos, las habilidades y los comportamientos especializados requeridos. Por lo general, para obtener estas competencias será preciso recibir una enseñanza y una formación profesional específicas que no se limiten a los requisitos exigidos en el PIB-M y el PIB-TM.

Un SMHN o cualquier otra institución pueden poner en marcha un programa de enseñanza y formación profesional mediante el cual se cumplan con los requisitos de clasificación y competencia como parte del mismo programa. Este enfoque podría aplicarse, por ejemplo, para:

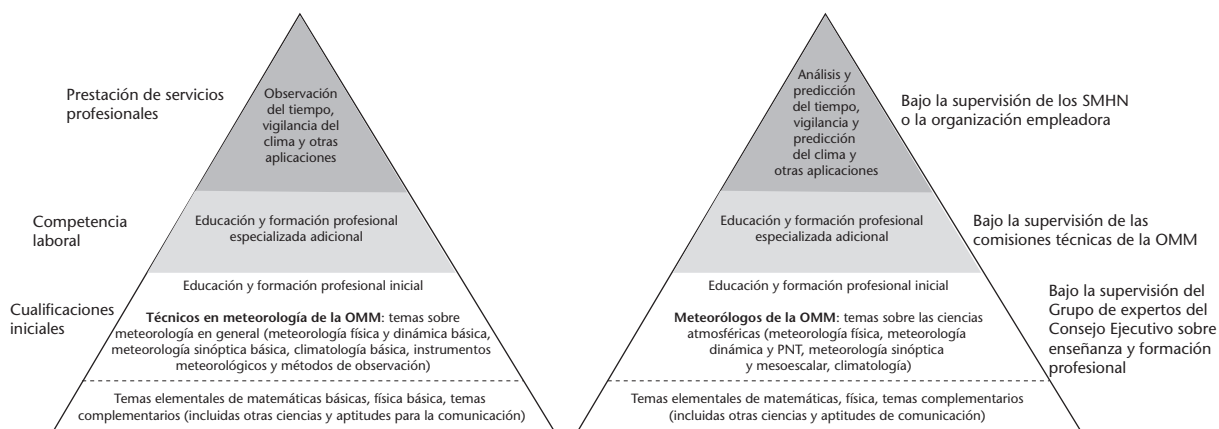
- a) cumplir con los requisitos exigidos en el PIB-TM y obtener las competencias necesarias para ser un observador agrometeorológico o un técnico en instalación y mantenimiento de equipos meteorológicos, y
- b) cumplir con los requisitos exigidos en el PIB-M y obtener las competencias necesarias para ser un pronosticador de servicios meteorológicos para el público.

Un SMHN o cualquier otro Servicio también tienen la facultad de decidir, de conformidad con las directrices nacionales o locales, si únicamente los meteorólogos o técnicos en meteorología pueden prestar servicios profesionales.

En 2010, el Consejo Ejecutivo de la OMM acordó que era responsabilidad de las comisiones técnicas desarrollar competencias laborales genéricas y los requisitos de enseñanza y formación profesional a ellos asociados para el personal que realizara tareas en sus ámbitos de interés. Tales requisitos debían figurar en las publicaciones que elaboraran y actualizaran las comisiones técnicas pertinentes. La lista más reciente de esas publicaciones puede consultarse en el siguiente sitio web: <http://www.wmo.int/pages/prog/dra/etp/competencias.php>

En la figura se resume la relación entre las cualificaciones iniciales, la competencia laboral y la prestación de servicios profesionales.

Las cualificaciones son el reconocimiento otorgado por una autoridad competente que certifica que un individuo ha completado con éxito un programa de estudios o tiene la experiencia necesaria para desempeñar un determinado trabajo con eficacia. La cualificación representa la gama de conocimientos, comprensión y habilidades adquiridas.



Esquema de los vínculos entre las cualificaciones iniciales, las competencias laborales y la prestación de servicios profesionales, junto con la atribución de responsabilidades. Obsérvese que si una comisión técnica no especifica las competencias laborales, esa responsabilidad incumbe a cada SMHN.

Las cualificaciones se dividen en dos grandes categorías:

- *Cualificaciones académicas:* Por lo general, una escuela o universidad otorgan estas cualificaciones. A menudo se expresan como un conjunto de resultados del aprendizaje que deben cumplirse;
- *Cualificaciones de formación (profesional):* Por lo general, una institución de formación profesional o un organismo profesional otorga estas cualificaciones. Suelen expresarse como un conjunto de competencias que deben ser demostradas.

En muchos sentidos, la clasificación como meteorólogo o técnico en meteorología es similar a la obtención de un título académico, en cuanto a que los paquetes de instrucción básica se basan en el cumplimiento de un conjunto de resultados del aprendizaje.

1.5 PERSONAL DE METEOROLOGÍA

En esta sección se describen sucintamente los objetivos principales del modelo de clasificación para el personal de meteorología.

1.5.1 Cualificación inicial de los meteorólogos

Los requisitos exigidos a los meteorólogos en el PIB-M por lo general se cumplen después de haber finalizado con éxito estudios universitarios en meteorología o un programa de posgrado en meteorología (después de seguir estudios universitarios que incluyen materias básicas de matemáticas y física; tales materias suelen formar parte de las ciencias, las ciencias aplicadas, la ingeniería o la informática). Cuando ese no es el caso, las instituciones educativas tendrán que demostrar que sus programas de estudios ofrecen los resultados del aprendizaje propios de una carrera universitaria, y que se ha alcanzado el nivel de cualificación académica establecido a escala nacional.

Se espera que los Representantes Permanentes tomen la iniciativa de consultar con los órganos nacionales y regionales competentes a fin de definir las cualificaciones académicas exigidas a los meteorólogos en sus países. Los Representantes Permanentes deberían colaborar también con sus instituciones nacionales de enseñanza y formación profesional, con objeto de garantizar que los graduados en meteorología cumplan con los requisitos exigidos en el PIB-M, esto es, que se hayan obtenido todos los resultados del aprendizaje del PIB-M como parte de la cualificación académica.

El PIB-M deberá ofrecerse de tal modo que las personas que finalizan con éxito el programa de estudios sean capaces de:

- demostrar una comprensión sistemática de sus campos de estudio;
- aplicar con exactitud técnicas de análisis e investigación corroboradas que se emplean en sus campos de estudio, y aplicar los métodos y técnicas adquiridos, a fin de examinar, consolidar, ampliar y aplicar sus conocimientos y su comprensión;
- utilizar la comprensión conceptual que permite formular y defender argumentos y aplicar la comprensión para la resolución de problemas en sus campos de estudio;
- evaluar de manera crítica los argumentos, supuestos, conceptos abstractos y datos, teniendo en cuenta la incertidumbre, la ambigüedad y los límites de los conocimientos en sus campos de estudio, y
- comunicar información, ideas, problemas y soluciones sobre sus campos de estudio, tanto a los interlocutores especializados como a los no especializados.

Además, deberían adquirir habilidades transferibles que son importantes para trabajar en equipo, gestionar el aprendizaje propio, tomar iniciativas y asumir la responsabilidad personal, así como la capacidad para adoptar decisiones en contextos complejos e impredecibles.

1.5.1.1 Título universitario en meteorología

Un título universitario en meteorología, que comprende todo el PIB-M, es la mejor manera de cumplir con los requisitos exigidos para ser clasificado como meteorólogo. Por lo general, un título en meteorología ofrece una formación más amplia que la exigida en el PIB-M. Por ejemplo:

- algunas materias se estudiarán en mayor profundidad que lo exigido para cumplir con los requisitos del PIB-M (por ejemplo, en las regiones tropicales se hará mayor hincapié en la meteorología tropical), y
- algunas materias que no forman parte del PIB-M se incluirán con el fin de facilitar la adquisición de conocimientos especializados relacionados con: a) las necesidades económicas específicas del país y/o las necesidades de los SMHN (por ejemplo, la meteorología agrícola o la hidrología), o b) los intereses en materia de investigación y desarrollo de la institución que imparte el programa de estudios.

En condiciones normales, un programa de estudios universitario que cumpla con los requisitos del PIB-M debería durar entre tres o cuatro años académicos de educación postsecundaria, pero el período real puede variar de una institución académica a otra. Por lo general, la primera parte del programa se centrará en la enseñanza de las ciencias básicas, mientras que la segunda a la enseñanza de la meteorología.

1.5.1.2 Estudios de posgrado en meteorología

Normalmente, un programa de estudios de posgrado en meteorología se impartirá por medio de un curso universitario, al término del cual se otorgará un diploma de posgrado o un título de magíster en meteorología. En principio, el requisito de admisión por lo general consiste en poseer un título universitario en ciencias, ingeniería o informática (vale decir, en disciplinas científicas o técnicas, tales como las matemáticas, la física, la química, la ingeniería electrónica o la ingeniería en geociencias, así como conocimientos de matemáticas y física al nivel del PIB-M).

Algunas instituciones de enseñanza y formación profesional (tales como las que dirigen los SMHN o los Centros regionales de formación) pueden impartir un programa de estudios de posgrado que satisface todos los requisitos del PIB-M, pero no confieren una titulación, como un diploma de posgrado o un título de magíster. En esos casos, el programa de estudios debe impartirse con el mismo rigor y la exigencia intelectual que un programa de estudios universitario. Se espera que las instituciones puedan demostrar que sus programas ofrecen el nivel deseado.

En un programa de estudios a nivel de posgrado, los requisitos del PIB-M son los mismos que los exigidos a las personas que finalizan el programa de estudios, como parte de un título universitario en meteorología, pero el ritmo en que se imparte el programa puede ser mucho más acelerado.

1.5.1.3 Programas de enseñanza sin titulación

Algunas instituciones de enseñanza y formación profesional, (tales como las que dirigen algunos SMHN o Centros regionales de formación) pueden ofrecer un programa de estudios que satisface todos los

requisitos del PIB-M pero no confieren una titulación oficial, como un título universitario, un diploma de posgrado o un título de magíster. Estos programas se han diseñado específicamente para satisfacer los requisitos del PIB-M, con poco material didáctico o sin este. Los requisitos del PIB-M son idénticos, ya sea que se otorgue o no un título universitario al final del programa. En esos casos, el programa de estudios debería impartirse con el mismo rigor y exigencia intelectual que un programa de estudios universitario. Se espera que las instituciones puedan demostrar que sus programas ofrecen el nivel deseado, especialmente en cuanto a su amplitud y profundidad.

Entre los requisitos de admisión a una institución de este tipo se podría exigir que los futuros estudiantes posean ya el nivel académico adecuado en matemáticas y física, entre otras materias, o que la institución las imparta como parte de su estructura general de estudios. La clave no consiste en cómo ingresan las personas al programa, sino que al finalizarlo cumplan con los requisitos exigidos en el PIB-M.

1.5.2 Cualificación inicial de los técnicos en meteorología

Los Miembros de la OMM han utilizado diversas técnicas de enseñanza y formación profesional para cualificar a sus técnicos en meteorología: desde la enseñanza formal en una escuela técnica, facultad universitaria o universidad con programas de formación específicos en meteorología, hasta la formación profesional y/o en el trabajo para la realización de observaciones y mediciones meteorológicas. Independientemente de la técnica que se utilice, es preciso satisfacer los requisitos del PIB-TM.

Los requisitos exigidos en el PIB-TM por lo general se obtienen después de finalizar con éxito un programa de enseñanza postsecundaria en alguna institución, como las instituciones de enseñanza de los SMHN o los centros de estudios superiores.

El PIB-TM debería impartirse de modo que las personas que culminan con éxito el programa de estudios estén capacitadas para:

- demostrar conocimientos de los conceptos y principios inherentes a sus campos de estudio;
- presentar, evaluar e interpretar datos cualitativos y cuantitativos para emitir juicios razonables de acuerdo con teorías y conceptos básicos de sus campos de estudio;
- evaluar diferentes técnicas para resolver problemas relacionados con sus campos de estudio;
- comunicar los resultados de sus estudios con exactitud y fiabilidad, y
- adquirir más formación profesional y desarrollar nuevas habilidades en un entorno estructurado y gestionado.

1.6 PROMOCIÓN EN LA CARRERA PROFESIONAL

En esta sección se presenta una visión de conjunto de la promoción en la carrera profesional de meteorólogos y técnicos en meteorología.

Por lo general, en las dos categorías de personal, dependiendo de las circunstancias de cada país, las personas serán promovidas de posiciones de menor responsabilidad bajo cierta supervisión a posiciones de mayor responsabilidad y menor supervisión. Algunas personas serán promovidas a posiciones más altas, con responsabilidades de supervisión y liderazgo. Cualquier promoción se basa en la experiencia acumulada, la enseñanza y formación profesional continuas, y la demostración de competencias específicas requeridas para el trabajo.

Las designaciones para el trabajo, a los niveles de principiante, intermedio y superior, se utilizarán para referirse a los tres niveles genéricos de promoción en la carrera profesional en el marco de cada categoría principal de personal.

1.6.1 Niveles de carrera profesional para los meteorólogos

Los meteorólogos, una vez concluido el programa PIB-M, ingresan en el ámbito profesional. Tras recibir preparación adicional con el fin de adquirir competencias para un trabajo específico (que debería abarcar

un período de orientación, formación profesional en el propio empleo y cursos de formación complementarios), los meteorólogos van asumiendo de forma gradual sus funciones operativas en el análisis y la predicción del tiempo, en la vigilancia y predicción del clima, o en otras aplicaciones pertinentes. Algunos meteorólogos se dedicarán al asesoramiento, la dirección, la toma de decisiones y la gestión; otros participarán en actividades de investigación y desarrollo, o de enseñanza. En el apéndice A de la Parte I figura un resumen de las funciones genéricas de los tres niveles de carrera profesional.

1.6.2 Niveles de carrera profesional para los técnicos en meteorología

Los técnicos en meteorología, una vez concluido el programa PIB-TM, ingresan en el ámbito profesional. Si bien han adquirido un conjunto básico de conocimientos y habilidades, precisan desarrollar las competencias necesarias para desempeñar un trabajo específico (que debería abarcar un período de orientación, formación profesional en el propio empleo y cursos de formación complementarios). Los técnicos en meteorología van asumiendo de forma gradual sus funciones operativas, que pueden consistir en efectuar observaciones sobre el tiempo, el clima y el medio ambiente o asistir a los pronosticadores a preparar y difundir productos y servicios. Los SMHN habitualmente emplean a muchos otros tipos de técnicos, como técnicos en mecánica, electricidad y electrónica, para instalar y mantener equipos (por ejemplo, los receptores en tierra de las observaciones de meteorología aeronáutica, las estaciones meteorológicas automáticas, los radares meteorológicos o los equipos de telecomunicaciones). En el apéndice A de la Parte I figura un resumen de las funciones genéricas de los tres niveles de carrera profesional.

1.6.3 Cambio de clasificación a mitad de carrera

Los requisitos especificados en el PIB-M y el PIB-TM se han presentado como si normalmente los cumpliera una persona que sigue un programa de estudios básico en una universidad o institución de formación profesional. En general, ello suele ocurrir antes o al poco tiempo de aceptar un empleo en un SMHN. Sin embargo, en la práctica, los requisitos para llegar a ser meteorólogo o técnico en meteorología pueden satisfacerse a mitad de carrera. Por ejemplo, los técnicos en meteorología que hayan adquirido amplios conocimientos de meteorología gracias a su formación inicial, una formación profesional continua y experiencia operativa podrían desear seguir un programa de estudios que les permita ser clasificados como meteorólogos. En ese caso, ya habrán logrado muchos de los resultados del aprendizaje establecidos en el PIB-M. A condición de que el aprendizaje anterior pueda demostrarse y registrarse oficialmente (por ejemplo, por los encargados de la formación profesional en un SMHN), el programa de estudios solo ha de abarcar aquellos resultados del aprendizaje que no se hayan logrado aun. El mismo criterio se aplica a las personas cuya formación inicial no comprende todo el PIB-TM pero que, más adelante en sus carreras, deseen ser clasificados como técnicos en meteorología.

Los reglamentos y requisitos nacionales o institucionales concretos permitirán determinar si la reclasificación que tiene en cuenta el aprendizaje anterior es considerada una práctica común en los países.

1.7 HABILIDADES COLECTIVAS Y TRANSFERIBLES

En esta sección se examinan las habilidades colectivas y transferibles de los meteorólogos y los técnicos en meteorología.

Los meteorólogos y los técnicos en meteorología deberían comprometerse a una enseñanza y formación profesional continuas para actualizar y desarrollar sus conocimientos y habilidades profesionales y, si procede, adquirir competencias adicionales. La enseñanza y formación profesional continuas pueden adoptar muy diversas formas, entre ellas, el entrenamiento, el autoaprendizaje (por ejemplo, la lectura guiada y la enseñanza asistida por ordenador), la pasantía o estancia temporal, la formación profesional en el propio empleo, y los cursos de actualización dirigidos por instructores. La elección de cada método dependerá de factores tales como las necesidades específicas de desarrollo, la disponibilidad de recursos de formación, y los estilos de aprendizaje preferidos.

A menudo, los meteorólogos y los técnicos en meteorología actúan conjuntamente como un equipo en sus SMHN. Necesitan ser competentes en su trabajo y saber adaptarse a las condiciones cambiantes y, a la vez, desarrollar también sus carreras profesionales. Para ello deberán disponer de conocimientos, comprensión y experiencia suficientemente amplios y profundos, junto con una capacidad de adaptación, flexibilidad e independencia en el trabajo.

La competencia puede describirse como el hecho de poseer los conocimientos básicos y las habilidades técnicas apropiadas, así como la capacidad para aplicarlos, pero también es necesario que tanto los meteorólogos como los técnicos en meteorología demuestren habilidades transferibles tales como la capacidad de:

- comunicarse de manera eficaz mediante exposiciones orales y escritas;
- compartir conocimientos y colaborar eficazmente con los demás;
- emprender iniciativas y adoptar un enfoque orientado hacia la resolución de problemas en las tareas no rutinarias;
- mostrar un razonamiento crítico al tener ante sí nueva información;
- asumir la responsabilidad de las decisiones propias y estar preparado para explicar los fundamentos de esas decisiones;
- gestionar varios asuntos a la vez y establecer un orden de prioridades en consecuencia;
- desarrollar uno mismo su propio aprendizaje y desempeño profesional, y
- adquirir las nuevas habilidades, los conocimientos y la capacidad de comprensión que exigen los cambios en la práctica laboral.

Si bien estas son capacidades importantes, la presente publicación no pretende definir lo que se ha denominado “habilidades colectivas y transferibles”, dado que estas dependerán fundamentalmente del tipo y nivel de trabajo, de los requisitos específicos de la organización, y de la medida en que cada persona sea responsable de su propio desarrollo profesional.

1.8 MATERIAS BÁSICAS Y CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

En esta sección se describen las materias básicas y se abordan las disciplinas meteorológicas básicas.

Por tratarse de una ciencia física, la meteorología estudia esencialmente la física y la dinámica de la atmósfera; también se ocupa de muchos de los efectos directos de la atmósfera sobre la superficie de la Tierra, los océanos y la vida en general. Sus objetivos finales son los de comprender y predecir lo mejor posible los fenómenos atmosféricos, desde la escala local a la planetaria, y desde unos segundos, minutos y horas hasta varios días, semanas y estaciones del año (e incluso décadas y siglos). El establecimiento de los requisitos relativos al PIB-M y el PIB-TM tiene el propósito de garantizar que cada persona posea conocimientos suficientemente amplios y profundos a fin de contribuir a lograr esos objetivos finales.

1.8.1 Matemáticas y física

Resulta esencial conocer y comprender en profundidad las matemáticas y la física (y, en el mejor de los casos, poseer conocimientos básicos de química), para que los alumnos puedan comprender la relación entre los fenómenos atmosféricos y la naturaleza de la materia, conforme expresan los principios físicos básicos. En consecuencia, al organizar los programas de instrucción básica en meteorología, deben tomarse las medidas pertinentes para incluir los cursos de repaso necesarios de matemáticas, poniendo especial énfasis en los conceptos y métodos básicos indispensables para los estudios de dinámica de fluidos y de termodinámica.

Al igual que con las matemáticas, puede ser necesario organizar cursos de repaso de física. Existe, sin embargo, una importante diferencia entre el estudio de las ciencias de la atmósfera y el estudio común de la física. En la física, se suele centrar la atención en los procesos individuales, pero el estudio de las ciencias de la atmósfera abarca un sistema amplio y complejo, en el que tal vez no sea posible comprender por completo los efectos y las interacciones si se examinan de forma separada de su entorno. El objetivo

final es comprender el funcionamiento coherente del sistema en su conjunto, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Por consiguiente, los cursos de repaso de física deberían proporcionar los conocimientos de apoyo necesarios para una cabal comprensión de las ciencias de la atmósfera.

1.8.2 Materias complementarias

Además de precisar conocimientos de matemáticas y física como requisitos básicos para el estudio de las disciplinas meteorológicas básicas, también es necesario poseer conocimientos básicos sobre las ciencias afines (en particular, la oceanografía y la hidrología). Además, la facultad de establecer una comunicación eficaz y la habilidad para efectuar el análisis y la manipulación de datos permitirán reforzar el desarrollo de conocimientos especializados en meteorología.

1.8.3 Disciplinas meteorológicas básicas

Las disciplinas meteorológicas básicas, diferenciadas más en relación con la función que cumple la ciencia que con la propia materia de que tratan, pueden designarse como sigue:

- la meteorología física;
- la meteorología dinámica;
- la meteorología sinóptica y mesoescalar, y
- la climatología.

Estas se describen más detalladamente en el apéndice B de la Parte I.

1.8.4 Relación entre las disciplinas meteorológicas básicas y los PIB

Las cuatro disciplinas meteorológicas básicas se superponen en cierta medida. Por ejemplo, la meteorología sinóptica podría abarcar algunas materias que podrían considerarse como parte de la meteorología dinámica o la meteorología física. Por consiguiente, la división en las cuatro áreas temáticas utilizadas en estas Directrices no debería considerarse la única manera de clasificar las ciencias de la atmósfera.

Resulta práctico para los meteorólogos definir los resultados del aprendizaje del PIB-M en términos de cuatro disciplinas meteorológicas. Por otra parte, en razón del tipo de trabajo que podrían desempeñar los técnicos en meteorología conviene insistir más en los instrumentos y métodos de observación meteorológicos y menos en los aspectos teóricos de la meteorología física y la dinámica. Esto significa que los resultados del aprendizaje del PIB-TM no se han estructurado de acuerdo con las cuatro disciplinas meteorológicas. Por el contrario, se combinan los resultados del aprendizaje relacionados con la meteorología física y dinámica, mientras que los relacionados con los instrumentos y métodos de observación meteorológicos se tratan de forma separada.

1.9 APLICACIÓN

En esta sección se ofrece asesoramiento general sobre la aplicación de los programas de estudios del PIB-M y el PIB-TM.

Los resultados del aprendizaje establecidos en el PIB-M y el PIB-TM siguen siendo bastante generales. Cabe esperar que una institución que imparta un programa de estudios para satisfacer los requisitos del PIB-M y el PIB-TM especifique resultados del aprendizaje más detallados que, a su vez, guarden coherencia con los especificados. Al hacerlo, es preciso tomar en consideración la manera en la que se evaluarán los resultados del aprendizaje.

Los resultados del aprendizaje, tanto en el caso del PIB-M como del PIB-TM, se han agrupado en amplias categorías de conocimientos para ayudar a los usuarios de la presente publicación a asimilar toda la información. Pero la manera en que se ha clasificado a los resultados del aprendizaje no tiene por objeto indicar de qué modo debería estructurarse el programa de estudios. Compete a la institución que imparte el programa optar por una estructura que tenga en cuenta los conocimientos previos y estilos de

aprendizaje preferidos de los participantes, la disponibilidad de instalaciones especializadas y las necesidades particulares de los SMHN conexos.

Un aspecto clave para clasificar a las personas en meteorólogos y técnicos en meteorología es establecer disposiciones firmes y transparentes para evaluar si se han logrado los resultados del aprendizaje especificados en el PIB-M y el PIB-TM. La responsabilidad de adoptar esas disposiciones incumbe a los SMHN, en consulta con las instituciones que imparten el programa de estudios. Es indispensable disponer de suficiente documentación del proceso y el resultado para que una organización externa pueda asegurarse de que alguien que se ha clasificado como meteorólogo o técnico en meteorología ha cumplido en efecto con los requisitos establecidos en el PIB-M o el PIB-TM.

APÉNDICE A

NIVELES DE CARRERA PROFESIONAL PARA METEORÓLOGOS Y TÉCNICOS EN METEOROLOGÍA

Niveles de carrera profesional para meteorólogos

Nivel inicial o de principiante

Los meteorólogos principiantes básicamente desempeñan funciones rutinarias, que son realizadas bajo supervisión y, muy a menudo, en colaboración con otros. Resulta deseable alcanzar un nivel de autonomía individual dentro de una serie establecida de responsabilidades.

Nivel intermedio

Los meteorólogos de nivel intermedio llevan a cabo una amplia gama de actividades que se realizan en una gran variedad de contextos, siendo algunas de ellas complejas y no rutinarias. Se requiere capacidad para aplicar el conocimiento y la pericia de manera integrada así como disponer de la sagacidad necesaria para la resolución de problemas; resultan importantes también una gran autonomía personal y responsabilidad, incluida la de vigilar y supervisar el trabajo de los demás (por ejemplo, dirigir y gestionar los servicios operativos locales e idear soluciones creativas e imaginativas para hacer frente a problemas técnicos y administrativos). Algunos Servicios pueden requerir personal que desee alcanzar este nivel para obtener mayores cualificaciones.

Nivel superior

Los meteorólogos de nivel avanzado o superior deben de contar con la capacidad para aplicar un importante número de principios básicos y de técnicas complejas, a través de una amplia, y a menudo imprevisible, gama de contextos. Se requiere una capacidad para transferir competentemente conocimientos y habilidades en tareas y situaciones nuevas, así como una amplia autonomía personal. Con frecuencia, la responsabilidad es muy importante para el trabajo de otros y, en particular, para tareas de análisis y diagnóstico, planificación y ejecución, control y evaluación, y formación y actualización de la formación. Algunos Servicios pueden requerir personal que desee alcanzar este nivel para obtener mayores cualificaciones.

Niveles de carrera profesional para técnicos en meteorología

Nivel inicial o de principiante

Los técnicos principiantes básicamente desempeñan funciones rutinarias y previsibles, que son realizadas bajo supervisión y, muy a menudo, en colaboración con otros. Suelen especializarse en labores específicas (por ejemplo, observaciones de superficie, sondeos en altitud, medidas de radiación y proceso de datos operativos).

Nivel intermedio

Los técnicos de nivel intermedio, además de realizar funciones convencionales, también pueden llevar a cabo actividades no rutinarias que implican una cierta autonomía personal en el contexto de unos requisitos y criterios explícitos. La responsabilidad de supervisar a otros también le puede ser asignada a algunos técnicos de este nivel. Suelen trabajar bajo la supervisión técnica de meteorólogos o técnicos en meteorología de nivel superior. Algunos Servicios pueden requerir personal que desee alcanzar este nivel para obtener mayores cualificaciones.

Nivel superior

Los técnicos de nivel superior han de contar con aptitudes en una amplia gama de actividades laborales complejas, a nivel técnico e incluso a nivel profesional, que deben ser realizadas en una variedad de contextos y con un elevado grado de responsabilidad personal, incluyendo la de supervisar el trabajo de otros empleados. Tienen que ser capaces de adoptar decisiones técnicas así como de solucionar todos los problemas técnicos que se presenten en su área especializada de actividad. Algunos Servicios pueden requerir personal que desee alcanzar este nivel para obtener mayores cualificaciones.

APÉNDICE B

DISCIPLINAS METEOROLÓGICAS BÁSICAS

Meteorología física

La meteorología física se ocupa de la explicación científica de los fenómenos atmosféricos. Resulta esencial conocer y comprender en profundidad los principios físicos básicos que rigen la termodinámica y la teoría de la radiación electromagnética. Ello proporcionará la base necesaria para el estudio de materias como: la estructura física y la composición de la atmósfera; la radiación solar y terrestre; los procesos de la capa límite; la microfísica de las nubes y la precipitación; la electricidad atmosférica; los procesos físicos que se consideran en la dinámica de pequeña escala (como, por ejemplo, la turbulencia), y la tecnología de la observación, incluidos los métodos de la teledetección.

Meteorología dinámica

La meteorología dinámica trata del estudio de los movimientos atmosféricos como soluciones de las ecuaciones fundamentales de la hidrodinámica y de la termodinámica o de otros sistemas de ecuaciones apropiadas a situaciones especiales, como la teoría estadística de la turbulencia. Se requiere una sólida formación en matemáticas superiores y en dinámica de fluidos, ya que ofrecen las bases científicas necesarias para comprender el papel de la física en los movimientos atmosféricos para la determinación del tiempo y el clima observados en todas las escalas: planetaria, sinóptica, mesoescalar y microescalar. Es este conocimiento, sobre todo, el que posibilita la metodología práctica en las predicciones meteorológicas y climáticas modernas mediante métodos dinámicos.

La meteorología dinámica también supone conocer y comprender en profundidad la predicción numérica del tiempo (PNT). Ello debe abarcar la manera en que funcionan los modelos de predicción, sus ventajas relativas, inconvenientes y características, así como el proceso posterior de los productos de los modelos, para establecer parámetros derivados y la manera en que se utilizan los productos, a fin de obtener orientación para aplicaciones concretas.

Meteorología sinóptica y mesoescalar

Tradicionalmente, la meteorología sinóptica y mesoescalar se ha ocupado del estudio y el análisis de la información meteorológica, tomada de forma concurrente para determinar los sistemas meteorológicos a escala sinóptica y mesoescalar, diagnosticar su estructura, y prever su evolución futura desde el punto de vista cualitativo. Hoy en día, esta disciplina se ocupa de analizar y predecir el tiempo desde la escala mesoescalar hasta la planetaria (como, por ejemplo, “los regímenes de tiempo”); y su sofisticada base técnica incluye bases de datos operativos, conjuntos normalizados de mapas y diagramas meteorológicos de diagnóstico transcritos de forma automática, productos de la PNT, así como otros productos y material auxiliar. La interpretación tradicional de las situaciones sinópticas se ha visto reforzada por herramientas de diagnóstico modernas y por nuevos modelos conceptuales. La marcada distinción que solía existir entre la meteorología dinámica y la meteorología sinóptica y mesoescalar se ha vuelto bastante difusa.

Con la creciente aplicación de métodos objetivos, en particular del continuo desarrollo de la teledetección, las técnicas sofisticadas de asimilación de datos, las técnicas de predicción inmediata y la aplicación operativa de la predicción por conjuntos, la contribución de los predictores humanos sigue aumentando. Cabe esperar que los predictores experimentados tengan conocimientos sólidos de los comportamientos y de las características funcionales de los productos numéricos y puedan realizar ciertas interpretaciones subjetivas útiles que proporcionen un valor añadido (por ejemplo, al combinar la evaluación de la incertidumbre de una predicción realizada mediante técnicas de predicción por conjuntos con las necesidades y características específicas del usuario, incluidas las limitaciones derivadas de asumir riesgos). En la relación con los usuarios serán necesarias una buena presentación y ciertas habilidades de comunicación.

Climatología

La climatología, según el Vocabulario Meteorológico Internacional de la OMM (OMM-Nº 182), es el “estudio del estado físico medio de la atmósfera y de sus variaciones estadísticas en el espacio y en el

tiempo, tal como se reflejan en el comportamiento meteorológico en un período de muchos años". En esta definición se halla implícita la limitación del concepto de clima al medio atmosférico, un hecho que refleja genuinamente el surgimiento y el desarrollo histórico de la climatología. Sin embargo, durante las últimas décadas los científicos dedicados al estudio de la atmósfera se han dado cuenta de que el sistema climático no ha de incluir únicamente la atmósfera, sino también las partes pertinentes para el sistema geofísico más amplio, que ejerce una mayor influencia en la atmósfera cuanto más extenso es el período de tiempo considerado. Los climatólogos de hoy en día, al analizar los procesos meteorológicos, estudian progresivamente el papel de los procesos físicos y químicos que tienen lugar dentro de los océanos y a lo largo y ancho de la gran diversidad de regímenes de la superficie del planeta. La integración de datos y el conocimiento de la meteorología, la oceanografía y la hidrología resulta esencial.

Al considerar la descripción pasada, presente y futura del sistema climático en su conjunto, la climatología moderna ha logrado tener un mayor alcance. Además, esto no afecta exclusivamente a la evolución natural del clima sino también a los posibles cambios en el clima mundial y regional inducidos por el conjunto de actividades humanas que modifican tanto las concentraciones de gases de efecto invernadero y de aerosoles en la atmósfera como la configuración de la cubierta vegetal y otras cubiertas terrestres. El objetivo consiste en lograr la máxima comprensión posible de los fundamentos dinámicos, físicos y químicos del clima y de su evolución, con el fin de predecir la variabilidad del clima y el cambio climático en escalas temporales que van desde estacionales hasta decenales e incluso períodos de tiempo más prolongados.

PARTE II

PAQUETE DE INSTRUCCIÓN BÁSICA PARA METEORÓLOGOS (PIB-M)

Esta Parte comienza con una breve exposición de los objetivos del PIB-M y, posteriormente, especifica los resultados del aprendizaje asociados a las materias básicas. El resto de la Parte II aborda los resultados del aprendizaje relacionados con la meteorología física, dinámica, sinóptica y mesoescalar, y la climatología.

2.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo general del PIB-M es dotar a una persona de una sólida y amplia gama de conocimientos sobre fenómenos y procesos atmosféricos, así como de la capacidad técnica relativa a la aplicación de estos conocimientos.

Para satisfacer los requisitos del PIB-M, la persona deberá alcanzar resultados del aprendizaje que incluyan:

- la adquisición de conocimientos sobre los principios físicos y las relaciones de la atmósfera, los métodos de medición y de análisis de datos, el comportamiento de los sistemas meteorológicos (por medio de la síntesis de los datos meteorológicos actuales y los modelos conceptuales) y la circulación general de la atmósfera y las variaciones del clima, y
- la aplicación de conocimientos basados en el uso del razonamiento científico para la resolución de problemas en las ciencias de la atmósfera y el análisis, la predicción y la comunicación de los efectos del tiempo y el clima sobre la sociedad.

La finalidad prevista es que el cumplimiento de los requisitos del PIB-M dote a las personas de los conocimientos, las habilidades y la seguridad necesarias para seguir desarrollando sus conocimientos técnicos y sentar las bases para una especialización ulterior. Las personas que deseen trabajar en esferas como el análisis y la predicción del tiempo, la modelización y predicción climática, y la investigación y el desarrollo deberán emprender una enseñanza y formación profesional para adquirir competencias laborales especializadas en estas esferas. Además, se espera que sigan mejorando sus conocimientos y habilidades al comprometerse a un desarrollo profesional continuo a lo largo de su carrera profesional.

2.2 MATERIAS BÁSICAS DE MATEMÁTICAS, FÍSICA, Y MATERIAS COMPLEMENTARIAS

El objetivo general de los resultados del aprendizaje de las materias básicas es asegurar que la persona sea capaz de:

- **demostrar conocimientos en matemáticas y física necesarios para completar con éxito los componentes meteorológicos del PIB-M;**
- **demostrar conocimientos en otras ciencias y materias conexas que complementan el desarrollo de conocimientos meteorológicos especializados incluidos en el PIB-M, y**
- **analizar y utilizar datos, y comunicar y presentar información.**

Se espera que los conocimientos de apoyo puedan adquirirse mediante el uso de un enfoque o una combinación de varios enfoques como sigue:

- cumplimiento de estudios universitarios en matemáticas o en una ciencia física antes de estudiar las materias relativas a la ciencia de la atmósfera;
- seguimiento de un programa introductorio de estudios, centrado en los resultados del aprendizaje de las materias básicas, antes de estudiar las materias relativas a las ciencias de la atmósfera. Este debería impartirse mediante aplicaciones prácticas relacionadas con las ciencias de la atmósfera, e
- integración de la adquisición de los conocimientos de apoyo en el estudio de las materias de la ciencia de la atmósfera.

2.2.1 Matemáticas

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Cálculo diferencial e integral*. Diferenciar e integrar funciones básicas, encontrar los valores máximo y mínimo, y utilizar la expansión de Taylor, sobre la base de un entendimiento de conceptos y métodos básicos del cálculo diferencial e integral.
- *Vectores y matrices*. Resolver ecuaciones simultáneas, encontrar valores y vectores propios de una matriz, y efectuar cálculos y transformaciones utilizando números complejos y vectores, sobre la base del entendimiento de conceptos y métodos básicos relacionados con matrices, vectores y números complejos.
- *Ecuaciones diferenciales*. Realizar manipulaciones algebraicas de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales de primer y segundo orden, en particular el uso de series de Fourier y la verificación de soluciones, e identificar problemas de valores iniciales y de contorno.
- *Estadística*. Seleccionar formas apropiadas para expresar los datos estadísticos, calcular indicadores estadísticos básicos (por ejemplo, medias, desviaciones típicas y prueba de significación) y derivar conclusiones de los datos estadísticos sobre la base del entendimiento de los conceptos y métodos básicos relacionados con la teoría de la probabilidad y la estadística.
- *Métodos numéricos*. Utilizar esquemas numéricos básicos para las derivadas temporales y espaciales, y realizar un análisis de estabilidad básico sobre la base del entendimiento de los conceptos y métodos básicos relacionados con la modelización numérica.

2.2.2 Física

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Mecánica*. Aplicar las nociones fundamentales de la mecánica a los cuerpos en movimiento, en particular las leyes del movimiento de Newton, las condiciones de equilibrio, la conservación del impulso y el impulso angular, la conservación de energía, los efectos de los sistemas en rotación y la relación entre los marcos de referencia eulerianos y lagrangianos.
- *Movimiento de fluidos*. Explicar la cinemática básica de los fluidos, en particular los conceptos de vorticidad, divergencia, deformación, función de corriente y potencial de velocidades, así como la relación entre las líneas de corriente y las trayectorias.
- *Transferencia de calor*. Explicar la base física de la transferencia de calor por medio de la conducción, la convección y la radiación.
- *Termodinámica básica*. Aplicar las nociones fundamentales de la termodinámica a los sistemas gaseosos, en particular las leyes de gases para el aire seco y húmedo, la primera y segunda ley de la termodinámica, la Ley de Dalton y la teoría cinética de gases; y explicar las bases físicas del calor sensible, el calor específico, el calor latente, la presión y la saturación de vapor, los procesos reversibles e irreversibles, la entropía y la entalpía, y las fases del agua y los cambios de fase.
- *Ondas*. Explicar las nociones fundamentales del movimiento ondulatorio, en particular los conceptos de la reflexión, refracción y difracción, las velocidades de fase y de grupo, la dispersión de las olas y las olas rompientes.
- *Óptica*. Explicar los conceptos de reflexión, refracción, difracción y difusión de la luz.
- *Radiación electromagnética*. Explicar las nociones fundamentales de la radiación electromagnética, en particular el espectro electromagnético, la radiación de los cuerpos negros, la Ley de Planck, la Ley de Wien y la Ley de Stefan-Boltzmann, así como la difusión, absorción y emisión de radiaciones.

2.2.3 Materias complementarias

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- a) Otras ciencias y materias conexas
 - *Contexto histórico*. Describir los avances científicos y tecnológicos que han contribuido al desarrollo de la meteorología y sus aplicaciones.
 - *Química física básica*. Explicar, utilizando la nomenclatura química cuando proceda, los conceptos básicos utilizados en química física (en particular, elementos, moléculas, compuestos, enlaces, reacciones químicas y tasas de reacción) y describir las propiedades de los gases y las principales reacciones y ciclos químicos que afectan a la química de la troposfera y la estratosfera.
 - *Oceanografía básica*. Describir la circulación general y la estructura térmica de los océanos, explicar

- los procesos dinámicos en la producción de corrientes oceánicas, mareas y olas, y describir cómo se llevan a cabo las mediciones de temperatura y salinidad.
- *Hidrología básica*. Describir el ciclo hidrológico, explicar los factores que determinan los recursos de las escorrentías, las aguas subterráneas y las aguas superficiales y el balance hídrico, describir cómo se realizan las mediciones hidrológicas (por ejemplo, de la precipitación, evaporación, humedad del suelo, flujo fluvial, y aguas subterráneas), e identificar las causas de los diferentes tipos de crecidas.
 - *Geografía básica*. Describir las principales características geográficas de las respectivas regiones, en particular el terreno y la demografía locales, y describir las proyecciones cartográficas utilizadas comúnmente en la meteorología.
 - *Ecología básica*: Describir los principales ciclos de la biosfera (con particular atención al ciclo del carbono y del agua) y la influencia de las actividades humanas en esos ciclos (por ejemplo, la destrucción de bosques pluviales, y la fusión del permafrost).
- b) Comunicaciones y trabajo en equipo
- *Comunicaciones escritas*. Preparar comunicaciones escritas en plazos específicos, de forma concisa, precisa y comprensible, en particular utilizando programas de tratamiento y presentación de textos.
 - *Presentaciones orales*: Realizar presentaciones en plazos específicos, en las que el contenido y el estilo de la presentación transmitan la información con exactitud y de tal modo que sea comprensible para el público.
 - *Trabajo en equipo*. Demostrar entendimiento de las diferentes atribuciones y funciones de los componentes de un equipo.
- c) Análisis y uso de datos
- *Programación*. Utilizar los principios básicos de la programación informática y crear un programa informático simple para el análisis o la presentación de datos.
 - *Procesamiento de datos*. Procesar datos y analizar estadísticas utilizando hojas de cálculo y bases de datos.
 - *Acceso y obtención de información*. Encontrar información meteorológica utilizando bibliotecas, bases de datos y búsquedas en Internet.
 - *Sistemas de información geográfica*. Analizar los componentes y la funcionalidad de un Sistema de información geográfica, describir los posibles usos de ese Sistema y sus ventajas e inconvenientes, y describir los aspectos de calidad de los datos en la utilización de un Sistema de información geográfica.
 - *Creación y publicación de material en línea*. Crear, publicar y actualizar una página web básica.

2.3 MATERIAS DE LAS CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

A fin de estructurar los resultados del aprendizaje de las ciencias de la atmósfera, estos se han enmarcado en las categorías generales de conocimientos siguientes:

- meteorología física;
- meteorología dinámica;
- meteorología sinóptica y mesoescalar, y
- climatología.

No obstante, cabe señalar que con ello no se pretende definir la estructura de un programa de estudios. Existen numerosas formas de estructurar un programa que permitirán asegurar la consecución de todos los resultados del aprendizaje. Por ejemplo:

- un solo módulo de un programa de estudios podría constar de varias materias (por ejemplo, observaciones e instrumentación y teledetección convencionales);
- los resultados del aprendizaje de las distintas materias podrían dividirse de diferentes formas (por ejemplo, algunos de los resultados del aprendizaje que figuran en el marco de la dinámica de la atmósfera podrían lograrse al abordar sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares, y viceversa);
- los resultados del aprendizaje de una materia podrían incluirse en diversos módulos del programa de estudios en los que se abordan más detalladamente para obtener la cualificación mínima (por ejemplo, módulos separados de termodinámica y física de las nubes);

- los resultados del aprendizaje podrían tratarse cada vez en más detalle, a medida que se avanza en el programa de estudios (por ejemplo, se podría comenzar con un módulo inicial de introducción a la meteorología, con temas que se examinen más detalladamente en una etapa posterior), y
- los resultados del aprendizaje podrían incluirse en un programa de estudios cuyo objetivo sea preparar a los participantes para una función determinada (por ejemplo, un curso dirigido principalmente a la formación de predictores podría abarcar todos los resultados del aprendizaje exigidos en el marco del PIB-M, además de desarrollar mejores habilidades técnicas y más prácticas).

Cada institución debe dar prelación al desarrollo de un programa de estudios que tenga en cuenta los conocimientos anteriores de los participantes, la mejor manera de estructurar el programa para atender las necesidades locales y la finalidad del programa general de estudios que podría abarcar más de lo necesario para obtener los resultados del aprendizaje especificados.

2.3.1 Meteorología física

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la meteorología física deberá estar capacitada para:

- explicar la estructura y composición de la atmósfera, los procesos que afectan a la transferencia radiativa en la atmósfera y el balance energético mundial, así como las causas de los fenómenos ópticos en la atmósfera;
- aplicar las leyes de la termodinámica a los procesos atmosféricos, utilizar un diagrama termodinámico para evaluar las propiedades y la estabilidad de la atmósfera, determinar el efecto del agua sobre los procesos termodinámicos, y explicar los procesos conducentes a la formación de gotitas de agua, nubes, precipitación y fenómenos eléctricos;
- utilizar los conocimientos de turbulencia y los intercambios de energía en superficie para explicar la estructura y las características de la capa límite atmosférica y el comportamiento de los contaminantes;
- comparar, contrastar y explicar los principios físicos utilizados en instrumentos convencionales para realizar mediciones en superficie y altitud de los parámetros atmosféricos, y explicar las fuentes habituales de error y de incertidumbre, así como la importancia de aplicar normas y de usar mejores prácticas, y
- describir la gama de datos meteorológicos obtenidos de sistemas por teledetección, explicar cómo se efectúan las mediciones de radiación y los procesos que permiten obtener datos de esas mediciones, y describir los usos y las limitaciones de los datos obtenidos por teledetección.

2.3.1.1 Composición de la atmósfera, radiación y fenómenos ópticos

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Estructura de la atmósfera.* Describir la estructura vertical de la atmósfera en cuanto a sus componentes, temperatura y contenido de humedad.
- *Composición de la atmósfera.* Explicar la composición de la atmósfera, en particular los gases traza, los aerosoles, el polvo y la ceniza volcánica, y los contaminantes.
- *Radiación en la atmósfera.* Explicar, mediante conocimientos básicos de la teoría de transferencia radiativa, el efecto de las condiciones en superficie (en particular la nieve y el hielo) y los componentes atmosféricos (en particular los aerosoles, el vapor de agua, las nubes, los gases de efecto invernadero y los gases reactivos) en la radiación entrante y saliente.
- *Balance energético mundial.* Vincular el clima de la Tierra y su variación latitudinal y temporal con el balance energético en la superficie terrestre, las variaciones en el flujo solar y las características orbitales de la Tierra.
- *Fenómenos ópticos.* Explicar la transparencia de la atmósfera y los orígenes de fenómenos ópticos comunes (por ejemplo, los arcoíris, los halos, las coronas, la coloración del cielo, el color de las nubes), y describir las condiciones meteorológicas favorables a la ocurrencia de esos fenómenos.

2.3.1.2 Termodinámica y física de las nubes

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Termodinámica aplicada*. Aplicar las leyes de la termodinámica, prestando especial atención al entendimiento del concepto de una partícula del aire, a la descripción de los procesos adiabáticos y el gradiente adiabático seco y saturado derivado, y las cantidades conservadas conexas.
- *Humedad atmosférica*. Definir los parámetros utilizados para representar la cantidad de humedad en la atmósfera; explicar su significado físico, cómo se relacionan entre sí y cómo se miden; explicar el cambio del proceso de fase, y determinar el efecto del agua sobre los procesos termodinámicos en la atmósfera.
- *Estabilidad de la atmósfera*. Explicar las características básicas de una atmósfera estable, neutral, condicionalmente inestable, potencialmente inestable y una atmósfera inestable; determinar las condiciones ambientales que pueden producir diversas estabilidades y explicar la base física de los parámetros de estabilidad comúnmente utilizados.
- *Diagramas termodinámicos*. Utilizar un diagrama termodinámico para analizar los procesos atmosféricos, en particular mediante la evaluación de la estabilidad de la atmósfera, la determinación de los parámetros comunes utilizados para describir el estado de la atmósfera (en particular los parámetros de las nubes) y la interpretación de las principales características de un sondeo.
- *Nubes y precipitación*. Describir y explicar los procesos microfísicos que dan lugar a la formación y disipación de las gotitas de nube, el crecimiento y la disipación de nubes calientes y frías, y la formación y el crecimiento de partículas de lluvia y de precipitación sólida, y describir la estructura macroscópica de las nubes calientes y frías.
- *Fenómenos eléctricos*. Explicar los mecanismos causantes de los fenómenos eléctricos en la atmósfera (por ejemplo, los rayos de nube a tierra y de nube a nube), y describir las condiciones meteorológicas favorables para su aparición.
- *Formación de hidrometeoros atmosféricos*. Describir las condiciones sinópticas y mesoescales y los procesos locales que dan lugar a los diversos tipos de nubes y de precipitación, la congelación, el rocío, las heladas y los distintos tipos de niebla.

2.3.1.3 Meteorología de la capa límite y micrometeorología

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Procesos turbulentos*. Describir los procesos turbulentos básicos en la capa límite de la atmósfera, en particular las corrientes laminares y turbulentas, los mecanismos que generan la turbulencia, la disipación, la descomposición de los campos en partes medias y fluctuantes, la descripción estadística de la turbulencia, y el transporte turbulento de la masa, el calor, la humedad y el impulso.
- *Intercambios de energía en superficie*. Describir el balance energético cerca de la superficie de la Tierra y explicar los procesos de intercambio de energía en la capa superficial.
- *Variaciones en la capa límite*. Utilizar conocimientos de la turbulencia e intercambios de energía en superficie para explicar la evolución y la variación diurna de la capa límite, prestando especial atención a la transferencia conductiva de la superficie subyacente y la función de la transferencia radiativa en la determinación del comportamiento de la capa límite.
- *Perfiles de la capa límite*. Utilizar conocimientos de la turbulencia e intercambios de energía en superficie para explicar los perfiles típicos de las variables meteorológicas en condiciones estables, neutrales e inestables.
- *Vientos locales*. Explicar el impacto en los flujos de la capa límite del terreno, la costa y las zonas urbanas, en particular la circulación inducida por calor (por ejemplo, las brisas del mar y de tierra, los efectos de lago y los vientos de valle).
- *Teoría K*. Explicar cómo se utiliza la teoría K para modificar las ecuaciones del movimiento, a fin de tener en cuenta la turbulencia, explicar el origen y la significación de la espiral de Ekman, y derivar una expresión de la estructura vertical del viento en la capa superficial, utilizando la hipótesis de longitud de mezcla.
- *Técnicas de medición*. Describir las técnicas utilizadas para medir las propiedades de la capa límite, en particular la calidad del aire.

- *Contaminantes del aire.* Describir los contaminantes comunes que afectan a la calidad del aire y sus principales fuentes y sumideros, así como su medición, su comportamiento (en particular las reacciones químicas y fotoquímicas y la deposición seca y húmeda), y la dispersión en la capa límite, y explicar cómo las condiciones meteorológicas, incluida la estabilidad, afectan a la calidad del aire, la visibilidad y la dispersión de penachos.

2.3.1.4 Observaciones e instrumentación convencionales

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Mediciones en superficie.* Explicar los principios físicos utilizados en los instrumentos para llevar a cabo mediciones en superficie de la temperatura, la humedad, la presión, la precipitación, el viento, la altura de las nubes, la visibilidad, la insolación y la radiación, la altura de las olas y las limitaciones y sensibilidades de esos instrumentos, y describir la forma en que se clasifican los tipos de nubes y fenómenos meteorológicos.
- *Mediciones en altitud.* Explicar los principios físicos utilizados en los instrumentos para llevar a cabo mediciones en altitud de la posición geográfica, la presión, la temperatura, la humedad y el viento, así como los componentes del ozono y otros de la atmósfera (por ejemplo, el polvo y la ceniza volcánica).
- *Características de los instrumentos.* Describir, comparar y contrastar las características de diversos instrumentos utilizados para llevar a cabo mediciones en superficie y en altitud de los parámetros atmosféricos.
- *Errores e incertidumbre en los instrumentos.* Explicar las fuentes comunes de error e incertidumbre en los instrumentos y las técnicas de observación normales, los métodos para valorar la confianza en una medición particular y la necesidad de tener en cuenta la representatividad de una observación.
- *Normas de instrumentación.* Explicar la importancia de las normas nacionales e internacionales de medición, y el cumplimiento de mejores prácticas para la calibración exacta de los instrumentos.
- *Utilización y limitación de las observaciones.* Describir los usos de observaciones convencionales y sus limitaciones.

2.3.1.5 Observaciones por teledetección

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Medición de la radiación.* Describir los principios en los que se basan las mediciones de la radiación utilizadas para la teledetección pasiva y activa, así como la forma en que puede obtenerse información utilizable de los datos obtenidos por teledetección y, en particular, las limitaciones y fuentes de error e incertidumbre.
- *Sistemas de teledetección pasiva.* Explicar cómo se utilizan los sistemas de teledetección pasiva para suministrar datos digitales (por ejemplo, en los canales de imágenes de vapor de agua visible, casi infrarrojo, e infrarrojo) e información resultante sobre la temperatura en superficie y los relámpagos, y las propiedades atmosféricas (en particular la temperatura, la humedad, el viento y los componentes atmosféricos).
- *Sistemas de teledetección activa.* Explicar cómo se utilizan los sistemas de teledetección activa, como los radares, la detección y localización por ondas luminosas (LIDAR) y el radar sónico, a fin de suministrar información cuantitativa y cualitativa sobre parámetros atmosféricos tales como la temperatura, la humedad, las nubes, la precipitación (tasas y tipos), la velocidad y dirección del viento, la turbulencia, y fenómenos tales como tormentas, microrráfagas y tornados.
- *Sistemas de sondeo por satélite.* Describir las características orbitales, la exactitud, las limitaciones de muestreo, y los usos y las limitaciones de diversos sistemas de sondeo por satélite.
- *Mediciones por radar.* Explicar los principios físicos en los que se basan los radares meteorológicos, en particular los radares de impulso Doppler, las características de la señal, la forma en que se procesa la información obtenida por radar, y los efectos de los factores meteorológicos sobre la propagación y atenuación de las ondas radáricas en la atmósfera.
- *Sistemas aeronáuticos y marinos.* Explicar cómo pueden utilizarse aeronaves, buques y boyas para obtener información atmosférica y oceánica mediante sistemas de teledetección.

2.3.2 Meteorología dinámica

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la meteorología dinámica deberá estar capacitada para:

- explicar los fundamentos físicos de las ecuaciones de movimiento en términos de fuerzas y marcos de referencia; aplicar el análisis de escala para determinar los procesos dinámicos en los flujos de equilibrio; describir las características de los flujos de equilibrio, y utilizar las ecuaciones de movimiento para explicar la casi geostrofia, la ageostrofia y la estructura y propagación de las ondas en la atmósfera, y
- describir y explicar las bases científicas, las características y las limitaciones de la predicción numérica del tiempo (PNT) de predicciones a corto, medio y largo plazo, y explicar las aplicaciones de esa predicción.

2.3.2.1 Dinámica de la atmósfera

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Ecuaciones que describen la circulación atmosférica a gran escala.* Explicar los principios físicos subyacentes en las ecuaciones que describen la circulación atmosférica a gran escala, esto es, ecuaciones básicas, en particular mediante la derivación de fuerzas aparentes y reales que actúan en un fluido en un marco de referencia de rotación, y mediante la formulación de la ecuación horizontal del movimiento.
- *Coordenadas de presión.* Proyectar en coordenadas de presión las ecuaciones básicas que rigen la evolución de la circulación atmosférica a gran escala, y enunciar las ventajas de la utilización de este sistema de coordenadas.
- *Análisis de escala y flujos equilibrados.* Aplicar el análisis de escala para determinar los procesos dominantes que tienen lugar en varios ejemplos de flujos de fluidos y derivar las ecuaciones que describen flujos equilibrados (en particular, los flujos inerciales, ciclostróficos, geostróficos y de gradiente), el equilibrio hidrostático y el equilibrio del viento térmico.
- *Movimiento ageostrófico.* Utilizar ecuaciones de movimiento para explicar las causas y repercusiones de la corriente ageostrófica, en particular el efecto de fricción.
- *Vorticidad y divergencia.* Explicar los conceptos de divergencia, vorticidad y vorticidad potencial; describir los mecanismos que generan cambios en estos parámetros y determinar la relación entre la divergencia del viento horizontal y el movimiento vertical.
- *Corriente casi geostrófica.* Explicar las aproximaciones e hipótesis utilizadas para derivar el sistema casi geostrófico de ecuaciones; describir la derivación de la tendencia del geopotencial y las ecuaciones omega; facilitar una interpretación física de los términos de forzamiento en estas ecuaciones y utilizarlas para explicar la distribución del movimiento vertical y la tendencia del geopotencial en un sistema baroclínico en desarrollo.
- *Ondas en la atmósfera.* Utilizar formas aproximadas de las ecuaciones que describen los flujos de fluidos para describir la estructura y propagación de las ondas acústicas, gravitatorias y de Rossby.
- *Inestabilidad baroclínica y barotrópica.* Explicar el modelo conceptual utilizado para describir la inestabilidad baroclínica y barotrópica.

2.3.2.2 Predicción numérica del tiempo (PNT)

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Asimilación de datos de PNT.* Explicar cómo se obtiene y prepara información de las redes y los sistemas de observación para su uso en un modelo de PNT, y explicar los principios en los que se basa el análisis objetivo, la asimilación de datos (incluidos los sistemas variacionales tridimensional (3D-Var) y cuatridimensional (4D-Var)) y la inicialización.
- *Modelos de PNT.* Describir los componentes principales de un modelo de PNT (en particular, las variables de pronóstico, las leyes físicas y la forma en que los procesos físicos se expresan con parámetros), y explicar la diferencia entre los tipos de modelos (por ejemplo, los modelos espectrales frente a los de retículo, y los modelos hidrostáticos frente a los no hidrostáticos).
- *Puntos fuertes y débiles de la PNT.* Evaluar los puntos fuertes y débiles de la PNT y las razones por las que la previsibilidad de la atmósfera es limitada.
- *Predicción de conjuntos.* Describir los principios subyacentes en la predicción de conjuntos y la forma en que ese método puede utilizarse para predicciones a corto, mediano y largo plazo.
- *Predicciones mensuales a estacionales.* Explicar las bases científicas de las predicciones mensuales, estacionales e intranuales.

- *Reducción de escala.* Describir las técnicas utilizadas para suministrar información atmosférica regional detallada sobre la base de los resultados de modelos mundiales.
- *Proceso posterior y aplicaciones.* Describir las técnicas utilizadas para el proceso posterior de los productos de la PNT (por ejemplo, la utilización de estadísticas de salida de modelos) y algunas de las aplicaciones basadas en productos de la PNT (por ejemplo, modelos de ondas y de rendimiento de los cultivos).

2.3.3 Meteorología sinóptica y mesoescalar

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la meteorología sinóptica y mesoescalar deberá estar capacitada para:

- describir y explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la formación, evolución y las características (incluidas las condiciones meteorológicas extremas o peligrosas) de los sistemas meteorológicos de escala sinóptica en: a) regiones de latitudes medias y polares, y b) regiones tropicales, y evaluar las limitaciones de las teorías y los modelos conceptuales acerca de esos sistemas;
- describir y explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la formación, evolución y las características (incluidas las condiciones meteorológicas extremas o peligrosas) de los fenómenos convectivos y mesoescalares, y evaluar las limitaciones de las teorías y los modelos conceptuales acerca de esos fenómenos;
- vigilar y observar la situación meteorológica, y utilizar datos en tiempo real o históricos, particularmente satelitales y radáricos, para preparar análisis y predicciones básicas, y
- describir la prestación de servicios en términos de las características, los usos y beneficios de productos y servicios clave, incluidos los avisos y evaluaciones de los riesgos relacionados con el tiempo.

2.3.3.1 Sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Sistemas meteorológicos.* Explicar en qué difieren los sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares de los sistemas meteorológicos de los trópicos.
- *Modificación de las masas de aire.* Explicar la manera en que las masas de aire pueden ser modificadas por el medio ambiente, las características resultantes del aire y la forma en que las modificaciones pueden afectar al tiempo en lugares lejanos por medio del movimiento del aire.
- *Frentes.* Describir, mediante conocimientos de los procesos físicos, las características de los frentes calientes, fríos y estacionarios y ocluidos; la relación de estos frentes con los campos sinópticos, y el carácter tridimensional de los límites frontales.
- *Depresiones en latitudes medias.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, el ciclo evolutivo de las depresiones en latitudes medias en términos del modelo del ciclón noruego, en particular la estructura tridimensional de una depresión en evolución y la corriente de aire a través de la depresión.
- *Corrientes máximas y corrientes en chorro.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, el desarrollo, la estructura y el impacto de las corrientes máximas, y la relación entre la corriente en chorro y el desarrollo de depresiones en latitudes medias.
- *Movimiento vertical a escala sinóptica.* Diagnosticar el movimiento vertical a escala sinóptica en los sistemas meteorológicos de latitudes medias (por ejemplo, teniendo en cuenta el movimiento ageostrófico, utilizando la teoría del desarrollo de Petterssen o Sutcliffe, o aplicando la ecuación omega).
- *Ciclogénesis.* Explicar, mediante conocimientos de los procesos dinámicos, la ciclogénesis y los factores que contribuyen a la ciclogénesis explosiva.
- *Estructura frontal y frontogénesis.* Explicar la estructura y las características dinámicas de los frentes, la relación entre la frontogénesis y el movimiento vertical, y los procesos que causan la frontogénesis en altitud.
- *Sistemas meteorológicos polares.* Explicar las características y la formación de los sistemas meteorológicos polares, en particular los vientos catabáticos, los vientos de barrera y las bajas polares.
- *Fenómenos meteorológicos extremos.* Describir el estado del tiempo, en particular las condiciones meteorológicas extremas o peligrosas, posiblemente asociadas a sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares, y al probable impacto de tales condiciones.

- *Limitaciones de los modelos conceptuales.* Analizar fenómenos meteorológicos recientes y/o históricos para evaluar hasta qué punto las teorías y los modelos conceptuales de los sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares se asemejan a la realidad.

2.3.3.2 Sistemas meteorológicos tropicales

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Circulación general en los trópicos.* Describir la circulación general en los trópicos y su variación estacional en términos de temperatura, viento zonal, movimiento meridional, humedad y presión del nivel del mar.
- *Principales perturbaciones tropicales.* Describir las principales perturbaciones tropicales y su variabilidad temporal, en particular la zona de convergencia intertropical, las ondas tropicales, la inversión de los alisios, los vientos alisios, las corrientes en chorro tropicales y subtropicales, la aglomeración de nubes, las líneas de turbonada, las depresiones tropicales, las crestas subtropicales y los anticiclones en altitud.
- *Análisis de las corrientes tropicales.* Describir las técnicas utilizadas para analizar las corrientes tropicales, en particular, la representación de líneas de corriente e isotacas, y la determinación de áreas de convergencia y divergencia.
- *Sistemas meteorológicos.* Explicar en qué difieren los sistemas meteorológicos tropicales de aquellos de las regiones de latitudes medias y polares.
- *Ondas tropicales.* Describir los diversos tipos de ondas tropicales (en particular las ondas Kelvin, las ondas ecuatoriales de Rossby y la Oscilación Madden-Julian) y su relación con la convección organizada y la ciclogénesis.
- *Ciclones tropicales.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y las características de los ciclones tropicales, los principales procesos dinámicos relacionados con su evolución y las técnicas utilizadas para predecir el desarrollo y la evolución de las tormentas tropicales.
- *Monzones.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y las características de los monzones y los principales procesos dinámicos en su desarrollo.
- *Acoplamiento océano-atmósfera.* Describir la función del acoplamiento océano-atmósfera, prestando especial atención a las bases teóricas y al impacto de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS).
- *Fenómenos meteorológicos extremos.* Describir los estados del tiempo, particularmente las condiciones extremas o peligrosas, que podrían estar asociados a los sistemas meteorológicos tropicales (incluidos los ciclones tropicales y los monzones), y el probable impacto de tales condiciones.
- *Limitaciones de los modelos conceptuales.* Analizar fenómenos meteorológicos recientes y/o históricos para evaluar hasta qué punto las teorías y los modelos conceptuales se asemejan a la realidad.

2.3.3.3 Sistemas meteorológicos mesoescalares

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Sistemas mesoescalares.* Describir las escalas espaciales y temporales asociados a fenómenos mesoescalares, y las diferencias en los procesos dinámicos que impulsan los sistemas mesoescalares y de escala sinóptica.
- *Características mesoescalares relacionadas con las depresiones.* Explicar las características mesoescalares asociadas a las depresiones (por ejemplo, bandas de lluvia, líneas secas, frentes de ráfaga y líneas de turbonada).
- *Ondas gravitatorias.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y formación de las ondas gravitatorias mesoescalares.
- *Sistemas convectivos.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y formación de los sistemas convectivos aislados, como las tormentas y las tormentas convectivas (en particular las tormentas unicelulares, pluricelulares y supercelulares).
- *Sistemas convectivos mesoescalares.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y formación de los sistemas convectivos mesoescalares.
- *Fenómenos orográficos mesoescalares.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, la estructura y formación de los fenómenos mesoescalares orográficos (por ejemplo, ondas a sotavento, rotaciones a sotavento, vientos ascendentes y descendentes, vientos de valle, diferencias de flujo y depresiones a sotavento).

- *Fenómenos meteorológicos extremos.* Describir las condiciones meteorológicas, particularmente las condiciones extremas o peligrosas, que podrían estar asociadas a fenómenos convectivos y mesoescalares, y el probable impacto de tales condiciones.
- *Limitaciones de los modelos conceptuales.* Analizar fenómenos meteorológicos recientes y/o históricos para evaluar hasta qué punto las teorías y los modelos conceptuales de fenómenos convectivos y mesoescalares se asemejan a la realidad.

2.3.3.4 Observación, análisis y diagnóstico del tiempo

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Vigilancia y observación del tiempo.* Vigilar el tiempo, efectuar observaciones básicas en superficie utilizando instrumentos operados a distancia y de lectura directa y valoraciones visuales (en particular, al determinar los tipos de nube, la nubosidad y el tipo de tiempo), explicar las razones de las valoraciones visuales, y explicar las causas subyacentes en diversos fenómenos meteorológicos visibles desde la superficie de la Tierra.
- *Procesamiento de las observaciones.* Describir cómo se controla la calidad de las observaciones y la forma en que estas son codificadas y distribuidas.
- *Análisis e interpretación sinópticos.* Analizar e interpretar mapas sinópticos y sondeos trazados en un diagrama termodinámico y describir las limitaciones de las observaciones utilizadas en los análisis.
- *Interpretación de los datos obtenidos por radar.* Interpretar imágenes comunes de radar, en particular mediante el uso de imágenes mejoradas y de animación, para identificar las características de los procesos convectivos y mesoescalares.
- *Interpretación de imágenes por satélite.* Interpretar imágenes por satélite, en particular mediante el uso de longitudes de ondas comunes (infrarrojo, visibles, vapor de agua y cerca del infrarrojo) e imágenes mejoradas y de animación, para identificar los tipos y la configuración de las nubes, los sistemas sinópticos y mesoescalares, y las características especiales (por ejemplo, niebla, arena, ceniza volcánica, polvo e incendios).
- *Integración de datos convencionales y de datos obtenidos por teledetección.* Integrar datos obtenidos por teledetección y las observaciones sinópticas para determinar los sistemas sinópticos y mesoescalares y diagnosticar la situación meteorológica, estableciendo una relación entre las características conexas encontradas en las imágenes obtenidas por radar y por satélite y las características observadas de otras fuentes de datos.
- *Colaboración internacional.* Describir la función de la colaboración internacional en la realización y el intercambio de observaciones, prestando especial atención a la Vigilancia Meteorológica Mundial, el Sistema Mundial de Observación y el Sistema de Información de la OMM (en particular el Sistema Mundial de Telecomunicación).

2.3.3.5 Predicción meteorológica

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Meteorología local.* Describir los factores que afectan a la meteorología local (por ejemplo, los efectos de la orografía y las grandes masas de agua en las nubes y precipitaciones, o los efectos de los tipos de superficie terrestre).
- *Proceso de predicción.* Describir los principales componentes del proceso de predicción, en particular la observación, el análisis, el diagnóstico, el pronóstico, y la preparación, entrega y verificación de productos.
- *Tipos de métodos de predicción.* Explicar las ventajas y desventajas de la preparación de predicciones sobre la base de la persistencia, la extrapolación, las predicciones analógicas y la predicción numérica del tiempo (PNT), y describir la función del predictor.
- *Modelos conceptuales.* Aplicar modelos conceptuales en la realización de predicciones a corto plazo e interpretar predicciones a más largo plazo.
- *Predicción práctica.* Combinar la información obtenida de varias fuentes para explicar las condiciones meteorológicas actuales y utilizar técnicas básicas de predicción, en particular la interpretación de los productos de la PNT, para predecir las variables atmosféricas (por ejemplo, la temperatura máxima y mínima, el viento, y el tipo y la intensidad de las precipitaciones) en un lugar específico.

2.3.3.6 Prestación de servicios

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Función de los Servicios Meteorológicos Nacionales.* Describir la función de los Servicios Meteorológicos Nacionales en materia de vigilancia y predicción del tiempo, así como la función de otros proveedores de servicios.
- *Suministro de servicios.* Comunicar la información meteorológica, de forma oral o escrita, utilizando enfoques determinísticos y probabilísticos, que satisfacen las necesidades de los usuarios.
- *Principales productos y servicios.* Describir los principales productos y servicios, en particular los avisos de condiciones meteorológicas peligrosas, sobre la base de la información meteorológica actual y prevista, suministrada al público y a otros usuarios, y describir la forma en que se utilizan los productos y los servicios (por ejemplo, para la toma de decisiones y la gestión de riesgos).
- *Condiciones meteorológicas peligrosas.* Describir en qué medida pueden predecirse los sistemas meteorológicos peligrosos que afectan a las respectivas regiones, y explicar la importancia de evaluar los riesgos asociados a las condiciones meteorológicas peligrosas, de la emisión pronta y exacta de avisos y del conocimiento de los posibles impactos de las condiciones meteorológicas peligrosas en la sociedad.
- *Calidad de los productos y servicios.* Explicar las técnicas básicas utilizadas para evaluar la calidad de los productos y servicios.
- *Beneficios y costos de los servicios meteorológicos.* Determinar los impactos económicos y sociales de los servicios meteorológicos en un país, y sus principales sectores de usuarios.

2.3.4 Climatología

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la climatología deberá estar capacitada para:

- describir y explicar la circulación general y el sistema climático de la Tierra en términos de los procesos físicos y dinámicos que intervienen, y describir los principales productos y servicios sobre la base de la información del clima y su incertidumbre y uso inherentes, y
- explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, los mecanismos responsables de la variabilidad del clima y el cambio climático (incluida la influencia de las actividades humanas), describir el impacto en cuanto a los posibles cambios en la circulación global, los elementos meteorológicos primarios y los posibles efectos sobre la sociedad, describir las estrategias de adaptación y mitigación que podrían aplicarse, y describir la aplicación de modelos climáticos.

2.3.4.1 Circulación global, climas y servicios climáticos

Resultados del aprendizaje –adquirir competencias en:

- *Componentes del Sistema Terrestre.* Describir los principales componentes del Sistema Terrestre (es decir, la atmósfera, los océanos, la superficie terrestre, la criosfera y la tierra firme).
- *Clima y tiempo.* Describir el clima y en qué se diferencia del tiempo.
- *Datos climáticos.* Describir la forma en que se mide el clima y la incertidumbre inherente a los datos climáticos, cómo se analizan los datos climáticos utilizando las estadísticas y cómo puede medirse el clima por teledetección.
- *Ciclos de la materia.* Describir las principales características del ciclo de la energía, el ciclo hidrológico, el ciclo del carbono y el ciclo de nitrógeno.
- *Características de la circulación global.* Explicar las principales características de la circulación global de la atmósfera y los océanos sobre la base de un entendimiento de los procesos físicos y dinámicos que intervienen, y describir el balance energético mundial y la función de la atmósfera y los océanos de encontrar un equilibrio entre las diferencias del calentamiento por radiación en el ecuador y en el polo.
- *Climas regionales y locales.* Evaluar los factores que determinan los climas regionales y locales.
- *Clasificación y descripción de los climas.* Describir las técnicas de clasificación del clima, los principios en los que se basan estas técnicas, y el significado y uso de las variables estadísticas normalizadas que se utilizan para describir el clima.
- *Clima local.* Describir la climatología y las variaciones estacionales de las respectivas regiones, y la forma en que la información climatológica puede obtenerse y presentarse.

- *Principales productos y servicios.* Describir los principales productos y servicios sobre la base de la información del clima suministrada al público y a otros usuarios; describir la incertidumbre inherente, y el uso que se da a los productos y servicios (por ejemplo, para la toma de decisiones y la gestión de riesgos).

2.3.4.2 Variabilidad del clima y cambio climático

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Datos para evaluar las variaciones climáticas.* Describir la fuente y el proceso de datos utilizados para reconstruir climas pasados y evaluar los cambios en el clima y la composición de la atmósfera.
 - *Variaciones climáticas observadas.* Describir la forma en que ha cambiado el clima en los últimos años en el contexto de los cambios acaecidos en el pasado y las técnicas utilizadas para atribuir sus causas.
 - *Relación entre la atmósfera y los océanos.* Describir las distintas formas en que la atmósfera influye en los océanos y en que los océanos influyen en la atmósfera.
 - *Variabilidad del clima.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, las causas de la variabilidad del clima generada por factores internos (en particular, ejemplos de teleconexiones, anomalías, y los efectos climáticos de los principales regímenes, como la Oscilación Madden-Julian, la Oscilación del Atlántico Norte y El Niño/Oscilación del Sur).
 - *Cambio climático.* Explicar, mediante razonamientos físicos y dinámicos, las causas del cambio climático forzado por factores externos (incluida la influencia de las actividades humanas) y las fuentes de incertidumbre para entender esas causas.
 - *Impacto, adaptación y mitigación.* Evaluar los principales impactos de la variabilidad del clima y el cambio climático, y describir las estrategias de adaptación y mitigación aplicadas en respuesta a los cambios actuales y proyectados del clima.
 - *Modelos climáticos.* Explicar las diferencias entre los modelos climáticos y los modelos utilizados para la predicción del tiempo; explicar por qué hay incertidumbre en las predicciones climáticas; describir la forma en que pueden verificarse las predicciones climáticas, y explicar por qué existen diferencias entre las predicciones intranuales estadísticas y las predicciones de modelos climáticos.
-

PARTE III

PAQUETE DE INSTRUCCIÓN BÁSICA PARA TÉCNICOS EN METEOROLOGÍA (PIB-TM)

Esta Parte comienza con una descripción de los objetivos del PIB-TM, y luego especifica los resultados del aprendizaje correspondientes a las materias básicas. El resto de esta Parte III aborda los resultados del aprendizaje de las disciplinas de la meteorología física y dinámica básica, la meteorología sinóptica básica, la climatología básica, y los instrumentos y métodos de observación meteorológicos.

3.1 INTRODUCCIÓN

El PIB-TM tiene por objeto proporcionar a las personas conocimientos básicos sobre los fenómenos y procesos atmosféricos, así como habilidades relativas a la aplicación de esos conocimientos.

Para cumplir con los requisitos del PIB-TM es necesario que las personas alcancen los resultados del aprendizaje siguientes:

- la adquisición de conocimientos básicos acerca de los principios físicos y las relaciones atmosféricas; los métodos de medición y el análisis de datos; una descripción básica de los sistemas meteorológicos, y una descripción básica de la circulación general de la atmósfera y de las variaciones climáticas, y
- la aplicación de esos conocimientos básicos para la observación y la vigilancia de la atmósfera, y para la interpretación de los diagramas y productos meteorológicos más utilizados.

Al cumplir con los requisitos del PIB-TM se busca proporcionar a las personas los conocimientos, las habilidades y la confianza necesarios para seguir desarrollando sus conocimientos técnicos, y facilitar las bases para una ulterior especialización.

Las personas que deseen trabajar en esferas tales como la observación del tiempo, la vigilancia del clima, la gestión de redes y la entrega de información y productos meteorológicos a los usuarios deberán seguir actividades de enseñanza y formación profesional que les permita alcanzar la competencia laboral especializada en esas esferas. Se espera también que los alumnos sigan mejorando sus conocimientos teóricos y prácticos, mediante un proceso de desarrollo profesional continuo a lo largo de sus carreras profesionales.

3.2 MATERIAS BÁSICAS DE MATEMÁTICAS, FÍSICA Y MATERIAS COMPLEMENTARIAS

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de las materias básicas deberá estar capacitada para:

- demostrar conocimientos básicos de matemáticas y física exigidos para completar con éxito los componentes meteorológicos del PIB-TM;
- demostrar los conocimientos de otras ciencias y materias conexas que complementen el desarrollo de la especialización meteorológica contemplada en el PIB-TM, y
- analizar y utilizar datos, y comunicar y presentar información.

Cabe esperar que los conocimientos de apoyo se adquieran por separado o en forma conjunta mediante varios criterios, como sigue:

- finalizar un programa de estudios de materias básicas en una escuela o universidad antes de asistir a una institución donde se cursen materias de ciencias de la atmósfera;
- cursar un programa de estudios introductorio de las materias básicas en la misma institución en que se cursarán materias de meteorología general, e
- integrar la adquisición de los conocimientos de apoyo asociados a las materias básicas en los estudios de materias de meteorología general.

3.2.1 Matemáticas

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Trigonometría*. Definir seno, coseno y tangente, describir sus relaciones con sus funciones inversas, y manejar ecuaciones trigonométricas básicas.
- *Logaritmos y exponenciales*. Manejar logaritmos y exponenciales.
- *Vectores*. Sumar y restar vectores, y multiplicar vectores por escalares.
- *Álgebra*. Manejar ecuaciones polinómicas y resolver ecuaciones algebraicas básicas y, en particular, ecuaciones cuadráticas.
- *Geometría*. Calcular las áreas del triángulo rectángulo e isósceles, así como la circunferencia y el área del círculo, el área y volumen de los bloques rectangulares, los cilindros y las esferas, y describir la relación entre radianes y grados.
- *Geometría en ejes de coordenadas*. Interpretar la pendiente y el punto de corte de una gráfica lineal; reconocer curvas típicas (parábola, elipse e hipérbola) y efectuar conversiones entre sistemas de coordenadas cartesianas y polares.
- *Estadística*. Seleccionar una forma apropiada de visualizar los datos estadísticos y de interpretar los resultados; utilizar diferentes indicadores de tendencia central (media, mediana y modo) y de variación (horquilla, intervalo entre cuartiles y desviación típica), y explicar los conceptos de muestreo, de regresión lineal mediante mínimos cuadrados, de correlación, distribución normal, percentiles y comprobación de hipótesis.

3.2.2 Física

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Cinemática*. Resolver problemas mediante ecuaciones que describen la relación entre distancia, velocidad, aceleración y tiempo para movimientos uniformemente acelerados en línea recta.
- *Dinámica*. Resolver problemas básicos para sistemas en equilibrio; resolver problemas básicos mediante la segunda ley del movimiento de Newton, y resolver problemas básicos utilizando el principio de conservación del impulso.
- *Trabajo, energía y potencia*. Explicar los conceptos de trabajo, energía cinética, energía potencial y energía interna, y resolver problemas utilizando el principio de conservación de la energía y la relación entre potencia, trabajo y fuerza.
- *Movimiento circular*. Explicar el concepto de aceleración centrípeta y describir una órbita circular, relacionando la fuerza gravitacional con la aceleración centrípeta.
- *Fases de la materia*. Describir las diferencias físicas entre sólidos, líquidos y gases; explicar el concepto de calor latente asociado a un cambio de fase, y describir los procesos asociados a los cambios de fase, principalmente los de condensación y evaporación.
- *Temperatura y calor*. Explicar los conceptos de temperatura y calor; describir de qué manera las propiedades físicas de una sustancia que varía con temperatura puede utilizarse para medir la temperatura, y describir la transferencia de calor por conducción, convección y radiación.
- *Termodinámica y teoría cinética de gases*. Resolver problemas mediante la ecuación del estado de un gas ideal; describir en términos cualitativos la primera ley de la termodinámica; explicar el significado de proceso adiabático y, particularmente, de la expansión adiabática de un gas, y describir los conceptos subyacentes en la teoría cinética de gases.
- *Oscilaciones y ondas*. Describir las propiedades de oscilaciones y ondas; describir el movimiento armónico simple; resolver problemas mediante la relación que existe entre velocidad, frecuencia y longitud de onda; explicar la diferencia entre ondas longitudinales y transversales, y explicar los conceptos de reflexión, refracción, difracción e interferencia.
- *Radiación electromagnética*. Describir las características de la radiación electromagnética y las características principales del espectro electromagnético; describir los procesos de reflexión, absorción y dispersión de la radiación (y, en particular, la reflexión y refracción de la luz); describir el significado del cuerpo negro y, a grandes rasgos, las implicaciones de la Ley de Stefan-Boltzmann y de la Ley de Wien.
- *Electricidad e inducción electromagnética*. Describir las bases físicas de la electricidad, la tensión y la resistencia, y cómo se miden estas magnitudes; resolver problemas de circuitos (en particular los de dos o más resistores), mediante la Ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff, y describir el proceso de inducción electromagnética.

3.2.3 Materias complementarias

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- a) Otras ciencias y materias conexas
 - *Contexto histórico*. Describir en términos generales los avances científicos y tecnológicos que han contribuido al desarrollo de la meteorología y de sus aplicaciones.
 - *Oceanografía básica*. Describir la circulación general y la estructura térmica de los océanos y la manera en que se efectúan mediciones de temperatura, de salinidad y del estado del mar.
 - *Hidrología básica*. Describir el ciclo hidrológico, identificando los principales factores que determinan los recursos de las escorrentías, las aguas subterráneas y las aguas superficiales y el balance hídrico, y describir cómo se realizan mediciones hidrológicas (por ejemplo, de precipitación, evaporación, humedad del suelo, flujo fluvial, y aguas subterráneas).
 - *Geografía básica*. Describir las principales características geográficas de la propia región y, en particular, del terreno local.
- b) Comunicaciones
 - *Comunicaciones escritas*. Redactar de manera concisa, exacta y comprensible comunicaciones escritas, en los plazos especificados, en particular mediante programas de procesamiento de textos y de presentación.
 - *Presentaciones orales*. Realizar presentaciones en los plazos fijados, de modo que el contenido y el estilo de la presentación permitan proporcionar a la audiencia información comprensible.
- c) Análisis y uso de datos
 - *Programación*. Utilizar los principios básicos de la programación informática y crear un programa informático básico.
 - *Procesamiento de datos*. Procesar y analizar en términos de estadística datos mediante hojas de cálculo y bases de datos.
 - *Acceso y obtención de información*. Encontrar información meteorológica en las bibliotecas, bases de datos y búsquedas por Internet.
 - *Creación y publicación de material en línea*. Crear, publicar y actualizar una página web básica.

3.3 MATERIAS DE METEOROLOGÍA GENERAL

Con objeto de estructurar los resultados del aprendizaje de la meteorología general se han establecido las categorías de conocimientos siguientes:

- meteorología física y dinámica básica;
- meteorología sinóptica y mesoescalar básica;
- climatología básica, e
- instrumentos y métodos de observación meteorológicos.

Cabe señalar, sin embargo, que esta clasificación no tiene por objeto definir la estructura de un programa de estudios. Hay muchas maneras de estructurar un programa de modo que se alcancen los resultados del aprendizaje. Por ejemplo:

- los resultados del aprendizaje de diversas materias podrían clasificarse de distintas maneras (por ejemplo, ciertos resultados del aprendizaje de la meteorología física y dinámica básica pueden conseguirse en la meteorología sinóptica básica y viceversa);
- los resultados del aprendizaje de una materia podrían abordarse en varios módulos del programa de estudios en que se examinen más detalladamente de lo exigido para obtener la cualificación mínima (por ejemplo, los módulos de termodinámica y de dinámica);
- los resultados del aprendizaje podrían abordarse en mayor profundidad a medida que se avanza en el programa de estudios (por ejemplo, a través de un módulo inicial de introducción a la meteorología, que incluya materias que más adelante puedan estudiarse más detalladamente), y
- los resultados del aprendizaje podrían abordarse en el marco de un programa de estudios destinado a preparar a los participantes para una función específica (por ejemplo, un curso de formación orientado principalmente a formar a observadores permitiría abarcar todos los resultados del aprendizaje exigidos en el PIB-TM, además de desarrollar más habilidades prácticas).

Para cada institución, la prioridad será desarrollar un programa de estudios que tenga en cuenta los conocimientos previos de los participantes, la manera más idónea de estructurar el programa para responder a las necesidades locales, y su finalidad general, cuyo alcance podría ser superior al necesario para alcanzar los resultados del aprendizaje aquí indicados.

3.3.1 Meteorología física y dinámica básica

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la meteorología física y dinámica básica deberá estar capacitada para:

- explicar los procesos físicos y dinámicos básicos que tienen lugar en la atmósfera, y
- explicar los principios físicos utilizados en los instrumentos que miden parámetros atmosféricos.

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Composición y estructura de la atmósfera.* Describir la composición de la atmósfera y explicar su estructura vertical.
- *Radiación.* Explicar las variaciones diurnas, latitudinales y estacionales en la radiación que llega a la superficie de la Tierra; describir las diferencias entre la radiación de onda corta (solar) y de onda larga (terrestre); describir los procesos que afectan a las radiaciones de onda corta y larga (esto es, la reflexión, dispersión y absorción de la radiación); describir en líneas generales el balance térmico de la atmósfera de la Tierra; explicar el efecto invernadero; explicar la función que cumple el ozono cuando afecta a la radiación ultravioleta, y describir el balance térmico en la superficie y su variación con la latitud.
- *Presión atmosférica.* Explicar por qué la presión varía con la altura; explicar el efecto de la temperatura y de la humedad en la variación de la presión con la altura, y explicar las razones por las que suele reducirse la presión al nivel medio del mar.
- *Temperatura atmosférica.* Describir el efecto de calentamiento y enfriamiento por convección, advección, turbulencia y evaporación y condensación; explicar los efectos del vapor de agua, las nubes y el viento sobre la temperatura del aire en superficie; explicar la variación diurna en la temperatura del aire en superficie, y describir los principales factores que afectan a la distribución mundial de la temperatura del aire en superficie.
- *Humedad atmosférica.* Explicar por qué es importante la humedad; explicar los conceptos de presión de vapor, presión de vapor saturado, temperatura del bulbo húmedo, punto de rocío y humedad relativa, y describir los factores que afectan a la tasa de evaporación.
- *Estabilidad atmosférica.* Describir las causas de las variaciones en la estabilidad atmosférica; explicar los conceptos del gradiente adiabático del aire seco, el gradiente adiabático saturado y el gradiente adiabático medioambiental; explicar los diversos tipos de estabilidad (por ejemplo, absoluta, condicional, y neutra); explicar la función que cumplen las inversiones de temperatura, y describir las condiciones que generan estabilidad e inestabilidad.
- *Viento.* Explicar las causas del viento; describir la fuerza de gradiente de presión y la fuerza de Coriolis, y explicar los conceptos de viento geostrófico y viento de gradiente; describir el efecto de rozamiento sobre el viento, y explicar las causas de los vientos locales frecuentes causados por la topografía (por ejemplo, las brisas de tierra y de mar, vientos de foehn y vientos catabáticos y anabáticos).
- *Nubes, precipitación y tormentas.* Explicar por qué los movimientos ascendentes dan lugar a la formación de nubes; describir los principales mecanismos de formación de las nubes; describir los procesos causantes de la precipitación, y describir los procesos que desencadenan en tormentas y sus ciclos evolutivos.
- *Rocío, heladas y niebla.* Describir los factores que afectan a la visibilidad; explicar la formación de rocío y heladas y las causas de la niebla, en particular la causada por radiación y advección.
- *Óptica y electricidad atmosféricas.* Explicar la formación de arcoíris, halos, cielos azules y relámpagos.

3.3.2 Meteorología sinóptica y mesoescalar básica

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la meteorología sinóptica y mesoescalar básica deberá estar capacitada para:

- describir la formación, la evolución y las características de los sistemas meteorológicos a escala sinóptica y mesoescalar tropical, de latitudes medias y polares, y analizar las observaciones meteorológicas, y

- **describir el proceso de predicción y las aplicaciones de productos y servicios conexos.**

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Meteorología en un lugar específico.* Explicar de qué manera la meteorología en un lugar específico es una combinación de efectos que actúan sobre diferentes escalas temporales y espaciales.
- *Masas de aire.* Describir y explicar el origen, las características, el movimiento y la modificación de las masas de aire.
- *Sistemas meteorológicos de latitudes medias y polares.* Describir las características de las depresiones, los anticiclones, las vaguadas y las dorsales y sus condiciones meteorológicas conexas cuando ocurren, en particular los que afectan a la propia región; describir las características de los frentes calientes, fríos y ocluidos y las condiciones meteorológicas conexas, y describir la relación entre corrientes en chorro y sistemas meteorológicos.
- *Principales perturbaciones tropicales.* Describir las principales perturbaciones tropicales y las condiciones meteorológicas conexas y, en particular, las zonas de convergencia intertropical (ZCIT), las depresiones tropicales, los monzones y el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).
- *Sistemas mesoescales.* Describir la formación y las características de importantes sistemas mesoescales que afecten a la región de responsabilidad.
- *Fenómenos meteorológicos peligrosos.* Describir la formación y las características de fenómenos meteorológicos peligrosos (por ejemplo, las tormentas y los ciclones tropicales) que afectan a la propia región, describir en qué medida pueden pronosticarse y su impacto en la sociedad.
- *Diagramas de presión en superficie.* Identificar las principales características sinópticas en los diagramas de presión en superficie y en las correspondientes imágenes satelitales y radáricas, y describir las condiciones meteorológicas normalmente asociadas a esas características.
- *Diagramas en altitud.* Describir los diferentes tipos de diagramas en altitud y, en particular, los mapas de altitud en superficies de presión constante; determinar las principales características sinópticas en el diagrama y en las imágenes satelitales y radáricas correspondientes, y describir las condiciones meteorológicas asociadas a esas características.
- *Diagramas aerológicos.* Describir las ideas físicas en que se basan los diagramas aerológicos y efectuar operaciones básicas en estos.
- *Sistemas de visualización y cartografía.* Analizar los sistemas comúnmente utilizados en los Servicios Meteorológicos a fin de: a) visualizar y cartografiar los datos, y b) preparar productos y servicios para los usuarios, junto con las ventajas e inconvenientes de esos sistemas.
- *Proceso de predicción.* Describir el proceso de predicción; describir los principios en que se basa la predicción numérica del tiempo (PNT), e interpretar los productos operacionales básicos de la PNT.
- *Principales productos y servicios.* Describir los principales productos y servicios, en particular los avisos de condiciones meteorológicas peligrosas, basándose en la información meteorológica actual y proyectada proporcionada al público y a otros usuarios.
- *Función de los Servicios Meteorológicos Nacionales.* Describir la función que cumplen los Servicios Meteorológicos Nacionales en materia de vigilancia y predicción del tiempo, así como el papel que desempeñan otros proveedores de servicios.

3.3.3 Climatología básica

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje de la climatología básica deberá estar capacitada para:

- **describir la circulación general de la atmósfera y los procesos conducentes a la variabilidad del clima y el cambio climático, y**
- **describir los usos de los productos y servicios sobre la base de la información del clima.**

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Características de la circulación global.* Explicar las principales características de la circulación global de la atmósfera y de los océanos y su variabilidad temporal (diurna, estacional y anual).
- *Climas regionales y locales.* Explicar los factores que determinan los climas regionales y locales.
- *Clasificación y descripción de climas.* Describir las técnicas utilizadas para clasificar el clima y, en particular, el método de Köppen.
- *Clima local.* Describir la climatología y los cambios estacionales de la propia región, y la tendencia del clima en esa misma región.

- *Variabilidad del clima y cambio climático.* Describir la diferencia entre variabilidad del clima y cambio climático; describir los conceptos básicos que subyacen al efecto invernadero y a la ciencia básica en el cambio climático provocado por las actividades humanas, y describir los fundamentos de las predicciones climáticas.
- *Predicciones estacionales.* Describir el proceso y las bases científicas para la realización de predicciones estacionales.
- *Datos climáticos.* Describir la manera de captar, reunir, y controlar la calidad de los datos climáticos en los Servicios Meteorológicos.
- *Estadísticas climáticas.* Describir la manera de analizar los datos en cuanto a su distribución (por ejemplo, la frecuencia y la frecuencia acumulativa), la tendencia central y la variación.
- *Principales productos y servicios.* Describir los principales productos y servicios, basándose en la información del clima proporcionada al público y a otros usuarios.

3.3.4 Instrumentos y métodos de observación meteorológicos

Una persona que logre todos los resultados del aprendizaje relacionados con instrumentos y métodos de observación meteorológicos deberá estar capacitada para:

- explicar los principios físicos en que se basan los instrumentos para medir parámetros atmosféricos, y
- efectuar observaciones meteorológicas básicas.

Resultados del aprendizaje – adquirir competencias en:

- *Sistema mundial integrado de sistemas de observación de la OMM.* Describir los principales componentes del Sistema Mundial de Observación de la OMM y del Sistema de Información de la OMM (incluido el Sistema Mundial de Telecomunicación) utilizados para efectuar y transmitir observaciones meteorológicas y medioambientales a escala mundial mediante sistemas de observación de superficie y de base espacial.
 - *Ubicación de instrumentos.* Describir los factores que deben tenerse en cuenta en relación con la ubicación de instrumentos en superficie.
 - *Instrumentación de superficie.* Explicar los principios físicos en que se basan los instrumentos para las mediciones en superficie de la temperatura, la humedad, la presión, la precipitación, el viento, la altura de la nube, la visibilidad, la insolación y la radiación (en particular, los instrumentos utilizados en estaciones meteorológicas automáticas); describir la manera en que funcionan, y describir los tipos de errores que pueden sobrevenir.
 - *Hidrometeoros.* Describir los distintos hidrometeoros y la manera de observarlos.
 - *Nubes.* Describir los principales tipos de nube, sus características, sus intervalos de alturas habituales y los fenómenos meteorológicos conexos.
 - *Fenómenos meteorológicos.* Describir los diversos tipos de fenómenos meteorológicos considerados al efectuar una observación visual en superficie, describir sus características y explicar su formación.
 - *Vigilancia y observación del tiempo.* Vigilar el estado del tiempo, efectuar observaciones en superficie mediante instrumentos operados a distancia y de lectura directa, y mediante valoraciones visuales (en particular, al determinar tipos de nube, nubosidad y tipo de tiempo), y explicar las causas de las valoraciones visuales efectuadas.
 - *Normas, control de la calidad, calibración e intercomparación.* Describir las normas de medición nacionales e internacionales y las mejores prácticas en materia de control de la calidad de las observaciones y la calibración e intercomparación de los instrumentos.
 - *Observaciones en altitud.* Explicar los principios físicos y las limitaciones de los instrumentos utilizados para efectuar mediciones en altitud.
 - *Sistemas de teledetección.* Describir las técnicas utilizadas para obtener información sobre la atmósfera por teledetección desde la tierra y desde el espacio (en particular, la utilización de satélites, radares, perfiladores de viento, y sistemas aeronáuticos, marinos y de detección de rayos).
 - *Codificación (cifrado).* Explicar la manera de codificar y transmitir las observaciones, y explicar las diferencias entre diferentes tipos de mensajes (por ejemplo, SYNOP, SHIP, CLIMATE y METAR).
 - *Usos de las observaciones.* Describir los usos principales de las observaciones obtenidas del Sistema mundial integrado de sistemas de observación de la OMM y de otras fuentes de información.
-

