

FISIOLOGÍA DE VUELO: EL MANUAL DE SUPERVIVENCIA EN ALTITUD

Comprendiendo las amenazas invisibles para volar con seguridad.

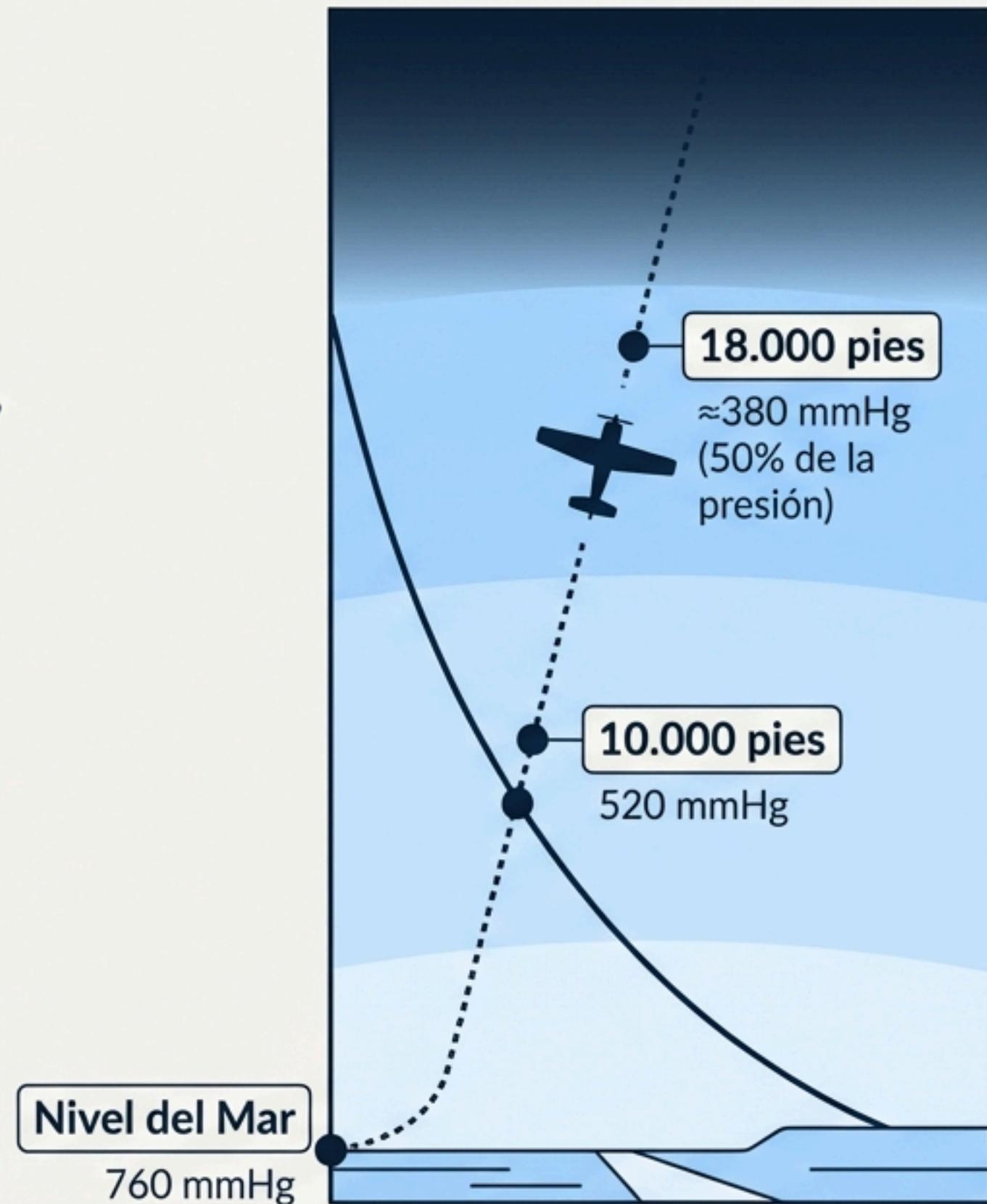


EL ENTORNO DE VUELO: UN OCÉANO DE AIRE CADA VEZ MENOS DENSO

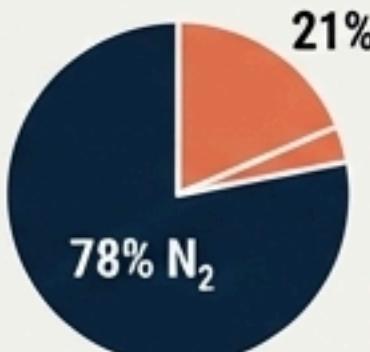
- La atmósfera es una mezcla de gases (**78% N₂, 21% O₂**) que **permanece constante con la altitud**, pero su **presión** no.
- Al ascender, la **presión atmosférica disminuye exponencialmente**. El aire tiene **menos peso sobre nosotros**.

Dato Crítico

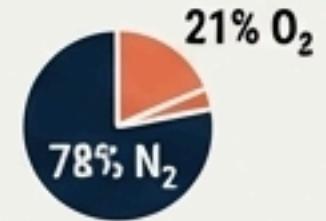
A 18.000 pies, la presión del aire se reduce a la mitad (≈ 380 mmHg) en comparación con el nivel del mar (760 mmHg). Esto significa que cada inspiración contiene la mitad de oxígeno.



LAS 4 LEYES FÍSICAS QUE GOBIERNAN SU CUERPO EN VUELO



Nivel del Mar



Altitud

LEY DE DALTON (PRESIONES PARCIALES)

La presión total es la suma de las partes. Al subir, la presión total baja, y con ella la presión parcial de oxígeno.

Consecuencia: Hipoxia.



LEY DE HENRY (GASES DISUELtos)

Los gases disueltos en un líquido (sangre) salen de la solución cuando la presión disminuye.

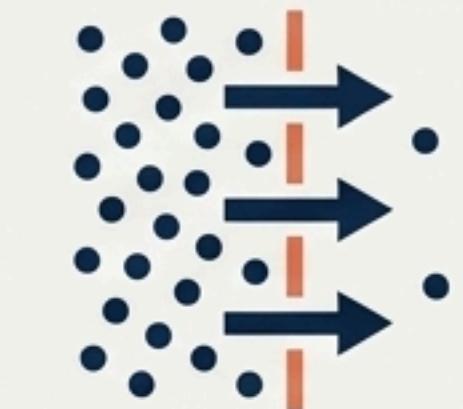
Consecuencia: Enfermedad de Descompresión (burbujas de nitrógeno)



LEY DE BOYLE (GASES ATRAPADOS)

A mayor altitud (menor presión), el volumen de los gases se expande.

Consecuencia: Barotraumas (oídos, senos, intestinos).



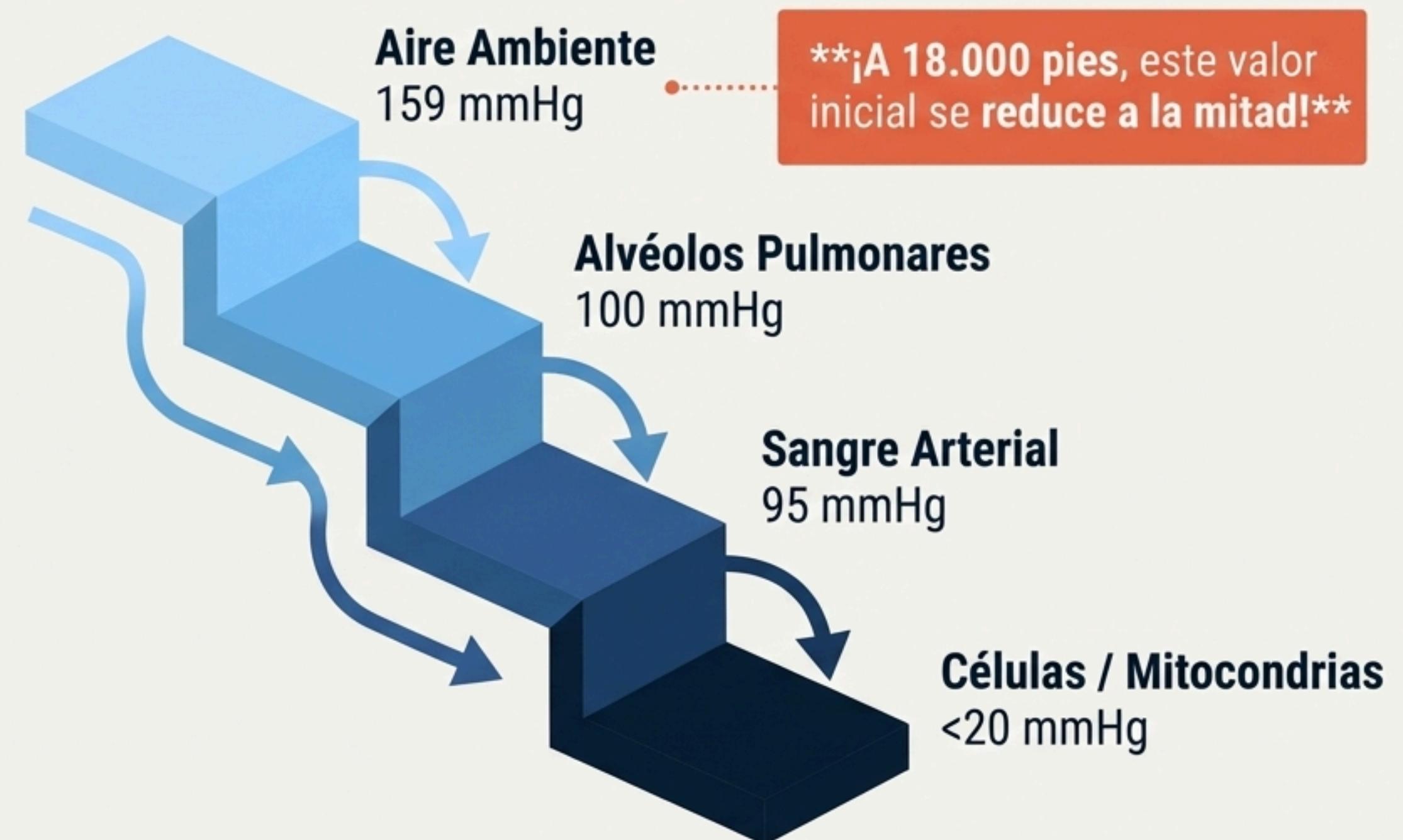
LEY DE LA DIFUSIÓN (INTERCAMBIO GASEOSO)

Los gases se mueven de mayor a menor presión parcial.

Consecuencia: Explica cómo el oxígeno entra (y el CO₂ sale) de la sangre en los pulmones.

LA CASCADA DEL OXÍGENO: EL VIAJE CRÍTICO DE CADA MOLÉCULA

El oxígeno debe viajar desde el aire ambiente hasta nuestras células para producir energía. En cada etapa, su presión parcial disminuye. La altitud reduce drásticamente la presión inicial, poniendo en riesgo toda la cascada.



AMENAZA #1: HIPOXIA, EL ENEMIGO SILENCIOSO DE LA ALTITUD

Un estado en el que el cuerpo o una región del cuerpo se ve privado de un suministro adecuado de oxígeno a nivel de tejido. En aviación, es insidiosa porque a menudo el piloto no se da cuenta de sus efectos.

Clasificación de las Amenazas

Hipoxia Hipóxica (de Altitud)

Falta de oxígeno en el aire. **LA MÁS COMÚN.**



Causa: Volar a gran altitud sin O₂ suplementario.

Hipoxia Hipémica

La sangre no puede transportar el O₂.



Causa: Intoxicación por Monóxido de Carbono (CO) de una calefacción defectuosa.

Hipoxia por Estancamiento

El flujo sanguíneo es insuficiente.



Causa: Maniobras con altas fuerzas G positivas.

Hipoxia Histotóxica

Las células no pueden usar el O₂.



Causa: Intoxicación por alcohol o drogas.

RECONOCIENDO EL ATAQUE: SÍNTOMAS Y ACCIONES INMEDIATAS

Síntomas (Lo que Sientes)



¡PELIGRO! Sensación de euforia o bienestar injustificado 😊



Dolor de cabeza, mareo, somnolencia 😴



Visión borrosa o de túnel



Hormigueo, sensación de calor

Signos (Lo que se Ve)



Cianosis (labios o uñas azuladas) 🟦



Movimientos torpes, confusión



Respiración acelerada

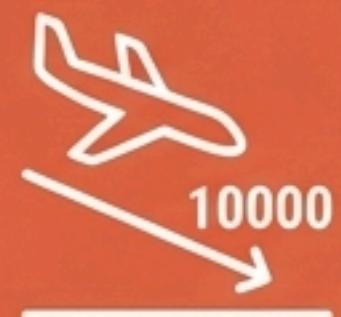
La **Visión Nocturna** es lo primero en degradarse, con efectos notables por encima de los **5.000 pies**.

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

APLIQUE oxígeno suplementario inmediatamente.



DESCIENDA a una altitud segura (< 10.000 pies).



¿HIPOXIA O HIPERVENTILACIÓN? LA DUDA QUE PUEDE COSTAR TODO

La hiperventilación (exceso de respiración por estrés 😰) provoca una pérdida excesiva de CO₂, causando síntomas que imitan a la hipoxia.

Síntomas Similares	Síntomas Distintivos de Hiperventilación
 Mareo, visión borrosa, hormigueo. 	Espasmos musculares, calambres.

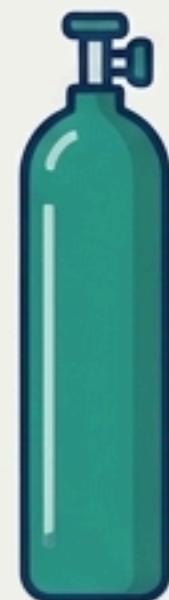
EN CASO DE DUDA, SIEMPRE ASUMA QUE ES HIPOXIA.

Justificación: Administrar oxígeno 🧣 soluciona la hipoxia (si existe) y a menudo calma la ansiedad que causa la hiperventilación. Es la acción más segura.

Tratamiento para Hiperventilación confirmada: Reducir frecuencia respiratoria, hablar en voz alta.

NUESTRA DEFENSA PRINCIPAL: SISTEMAS DE OXÍGENO A BORDO

Almacenamiento (Fuentes de Oxígeno)



Oxígeno Gaseoso (Alta Presión)

El más común en aviación general.
Cilindros de color **VERDE**.
Presión: 1.800-2.000 psi.



Oxígeno Líquido (LOX)

Uso militar/gran altitud.
Criogénico (-183°C).
Contenedores de color **BLANCO**.

Suministro (Sistemas Reguladores)



Flujo Continuo

Simple, suministra O₂ constante. Ideal para altitudes de hasta ~25.000 pies. Común en aviación ligera.



Demanda (Diluido)

Suministra O₂ solo al inhalar, mezclado con aire de cabina. Más eficiente. Para altitudes de 25.000 a 40.000 pies.



Demanda a Presión

Para altitudes >40.000 pies. Empuja activamente el O₂ a los pulmones.

REGLAS DE USO: OPERACIÓN Y SEGURIDAD DEL OXÍGENO

Lista de Verificación Operativa

Antes del Vuelo: Verificar presión del cilindro. Inspeccionar máscaras y conexiones.

En Vuelo: Activar al ascender. Ajustar flujo según altitud. Monitorear presión restante.

Regulaciones DGAC Chile (Aeronaves no presurizadas)

Día ☀: Tripulación debe usar O₂ sobre **10.000 pies**.

Noche ☽: Tripulación debe usar O₂ sobre **8.000 pies**.



ADVERTENCIA DE SEGURIDAD

El oxígeno acelera la combustión violentamente.

NUNCA:

Permitir grasas, aceites o combustibles cerca (riesgo de ignición espontánea).

Exponer a llamas o chispas.

Fumar  en cabina.

AMENAZA #2: LA LEY DE BOYLE EN ACCIÓN - GASES ATRAPADOS

Los **Barotraumas** son daños causados por la expansión (en ascenso) o contracción (en descenso) de gases atrapados en cavidades corporales.

Tabla de Amenazas y Soluciones

	Amenaza: Barotitis Media (Oído 🧑): Dolor agudo, peor en DESCENSO .	Solución: Maniobra de Valsalva, tragar, bostezar. No volar congestionado.
	Amenaza: Barosinusitis (Senos Paranasales 🧢): Dolor intenso en frente/mejillas , peor en DESCENSO .	Solución: Misma que barotitis. Descender lentamente.
	Amenaza: Gases Gastrointestinales: Hinchazón, dolor abdominal en ascenso.	Solución: Evitar comidas flatulentas. Liberar el gas.
	Amenaza: Barodontalgia (Dientes 🦷): Dolor en piezas dentales defectuosas.	Solución: Mantener buena salud dental.

AMENAZA #3: LA LEY DE HENRY Y LAS BURBUJAS DE NITRÓGENO

La **Enfermedad de Descompresión (EDC)** ocurre cuando el nitrógeno disuelto en la sangre forma burbujas al disminuir la presión, similar a abrir una bebida gaseosa.

Manifestaciones Principales:

- **"Bends"**: Dolor en articulaciones.
- **"Chokes"**: Dificultad respiratoria, dolor de pecho.
- **Neurológicas**: Mareos, parálisis (¡muy grave!).

Acción Inmediata ante Sospecha de EDC: DESCENDER, administrar O₂ al 100%, aterrizar y buscar ayuda médica.

ALERTA MÁXIMA: BUCEO Y VUELO



La causa más probable de EDC en aviación general.

Regla de espera MÍNIMA antes de volar:

- **12 horas**: Tras buceo simple sin paradas de descompresión (para volar hasta 8.000 pies).
- **24 horas**: Tras buceo profundo, repetitivo, con descompresión o si se vuela más alto.

AMENAZA #4: CUANDO SUS OJOS LE ENGAÑAN

Visión Nocturna (Escotópica)

Usa los bastones (periferia), no percibe color y tiene un punto ciego central. Requiere ~30 min. de adaptación.

Técnica Clave

Usar visión “fuera de eje” (mirar al lado del objeto).

Ilusiones Peligrosas

Autocinésis

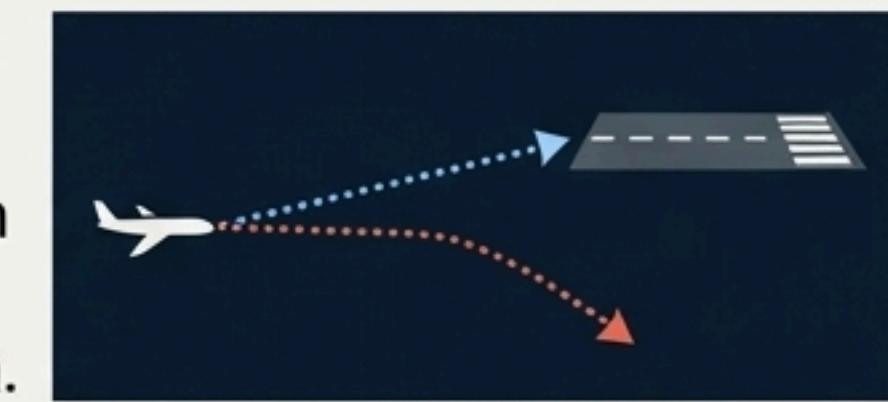
Fijar la vista en una luz estática en la oscuridad hace que parezca moverse.



Defensa: Escanear, no fijar la vista.

Aproximación a "Agujero Negro" (Black Hole)

Sobre terreno oscuro, se crea la ilusión de estar demasiado alto, llevando a una aproximación peligrosamente baja.



Defensa: Confiar en PAPI/VASI e instrumentos.

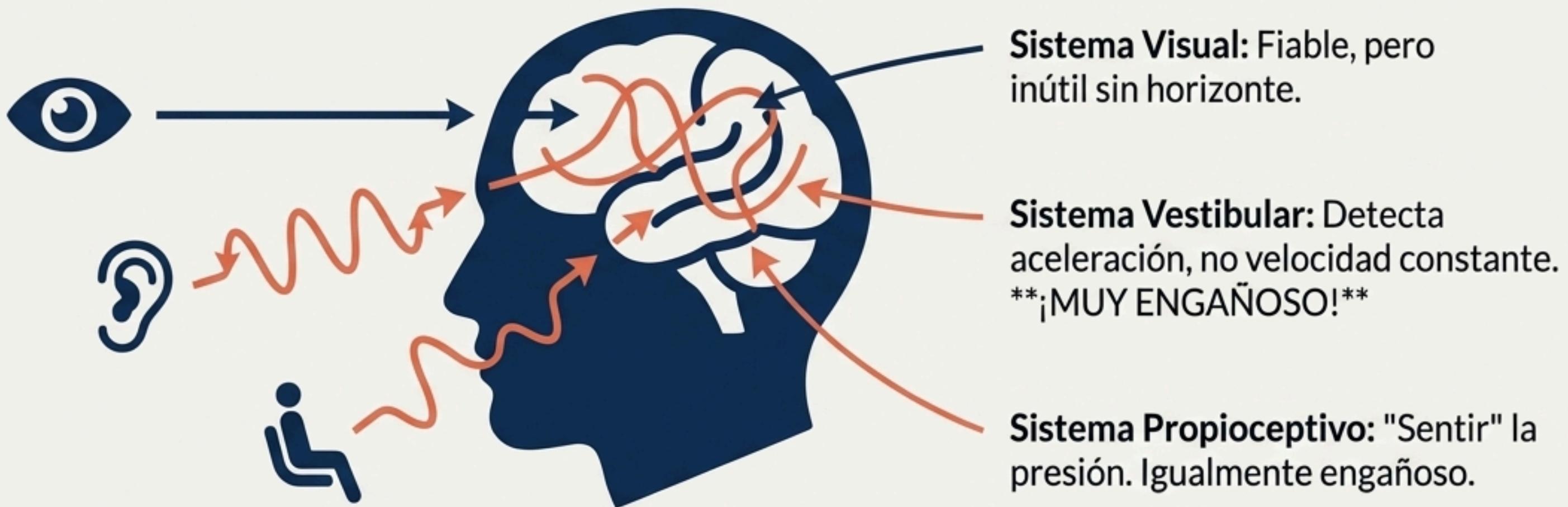
Falso Horizonte

Confundir una línea de nubes o luces con el horizonte real.

Defensa: Contrastar con el horizonte artificial.

LA AMENAZA FINAL: DESORIENTACIÓN ESPACIAL

La incapacidad de determinar correctamente la actitud del avión debido a señales sensoriales contradictorias y engañosas, especialmente al perder las referencias visuales (nubes, noche).



Ilusiones Vestibulares Mortales

- **Inclinación (The Leans):** La más común. Al nivelar tras un viraje suave, se siente una inclinación al lado opuesto.
- **Coriolis** ⚡: Mover la cabeza en un viraje causa una sensación de vuelco violenta e incontrolable.
- **Somatográfica:** La aceleración (despegue) se siente como una subida de nariz, incitando al piloto a picar peligrosamente.

LA DEFENSA ABSOLUTA: SU PACTO CON LOS INSTRUMENTOS



Sus sentidos le mentirán. Su cuerpo le engañará. Los instrumentos dicen la verdad.

¡CONFÍE EN SUS INSTRUMENTOS!

DOMINANDO LAS FUERZAS: EL DESAFÍO DE LA ACELERACIÓN (FUERZAS G)

Fuerzas G Positivas (+G)

La sangre se desplaza a los pies.

- +2 a +3 G: Visión Gris (Grey-out)
- +3 a +4 G: Visión Negra (Black-out)
- +4 a +5 G: G-LOC (Pérdida de conciencia)



Fuerzas G Negativas (-G)

Menos toleradas. La sangre se va a la cabeza.

- -2 G o más: Visión Roja (Red-out), dolor intenso.

Límites Estructurales (¡No Exceder!)



Categoría Normal:
+3.8 G / -1.52 G



Categoría Acrobática:
+6 G / -3 G

Seguridad en Cabina

- **Arnés y Cinturón:** Siempre ajustados. En -G, evitará golpear el techo.
- **Objetos Sueltos:** Asegure todo. Un objeto ligero se convierte en un proyectil peligroso.