



DESORIENTACIÓN ESPACIAL

Departamento de Prevención de Accidentes

Desorientación espacial



Desorientación espacial

Introducción

El ser humano posee un Sistema de Orientación y Equilibrio en el Sistema Nervioso Central (SNC).

Información recibida proviene de sensores periféricos, como:

- Aparato visual
- Aparato vestibular
- Aparato propioceptivo superficial y profundo
- Aparato auditivo

Sistema “diseñado” para condiciones normales “terrestres”, al someterse a condiciones especiales pueden conllevar a accidentes e incidentes por inducción a errores e ilusiones.

“Desorientación Espacial”
(SDO = Spatial Disorientation)



Desorientación espacial

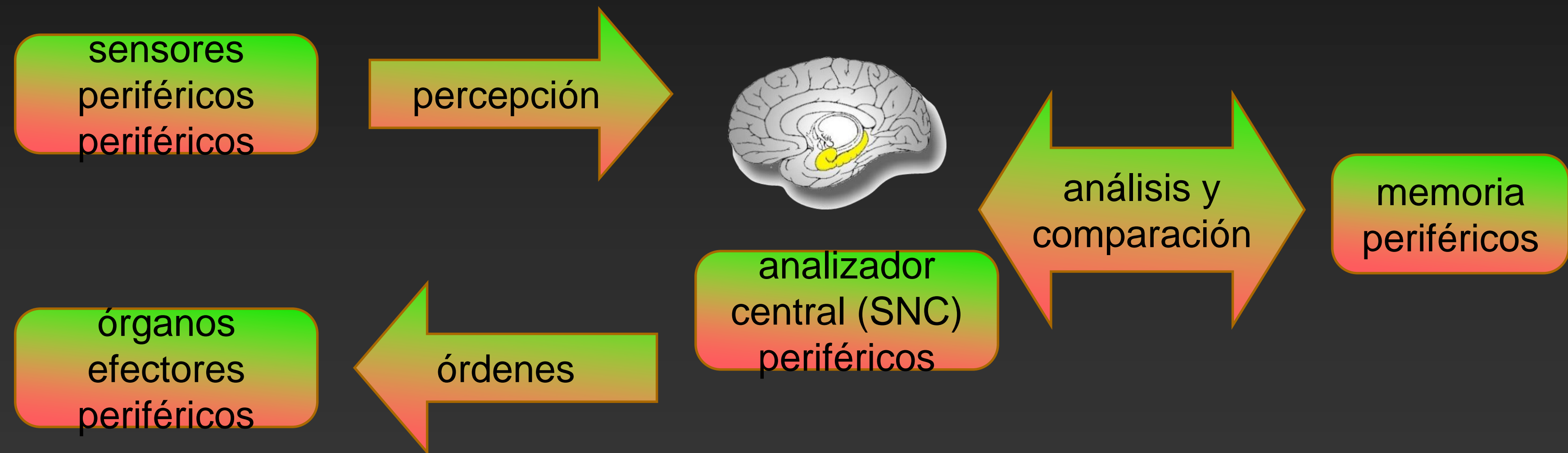
Definición

En forma simple, se puede decir que la Desorientación Espacial es la incapacidad de una persona para orientarse en un ambiente tridimensional con respecto al horizonte terrestre o al medio aéreo que lo rodea, debido a una interpretación o percepción errónea de una condición real de orientación.



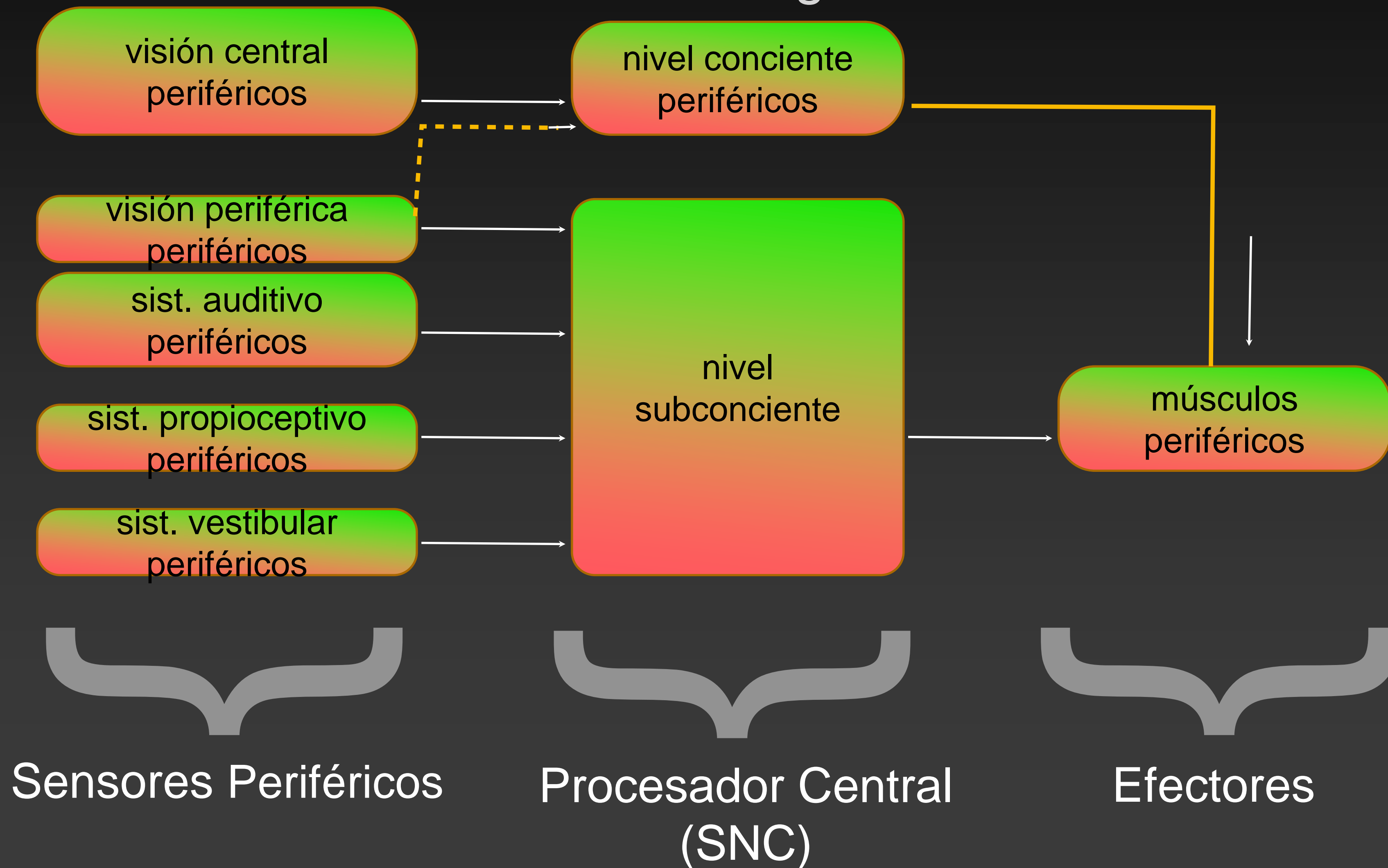
Desorientación espacial

Bases Fisiológicas



Desorientación espacial

Bases Fisiológicas



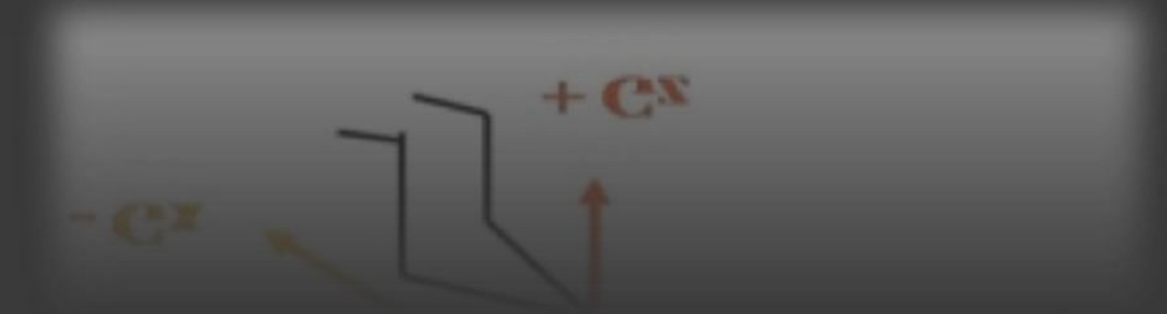
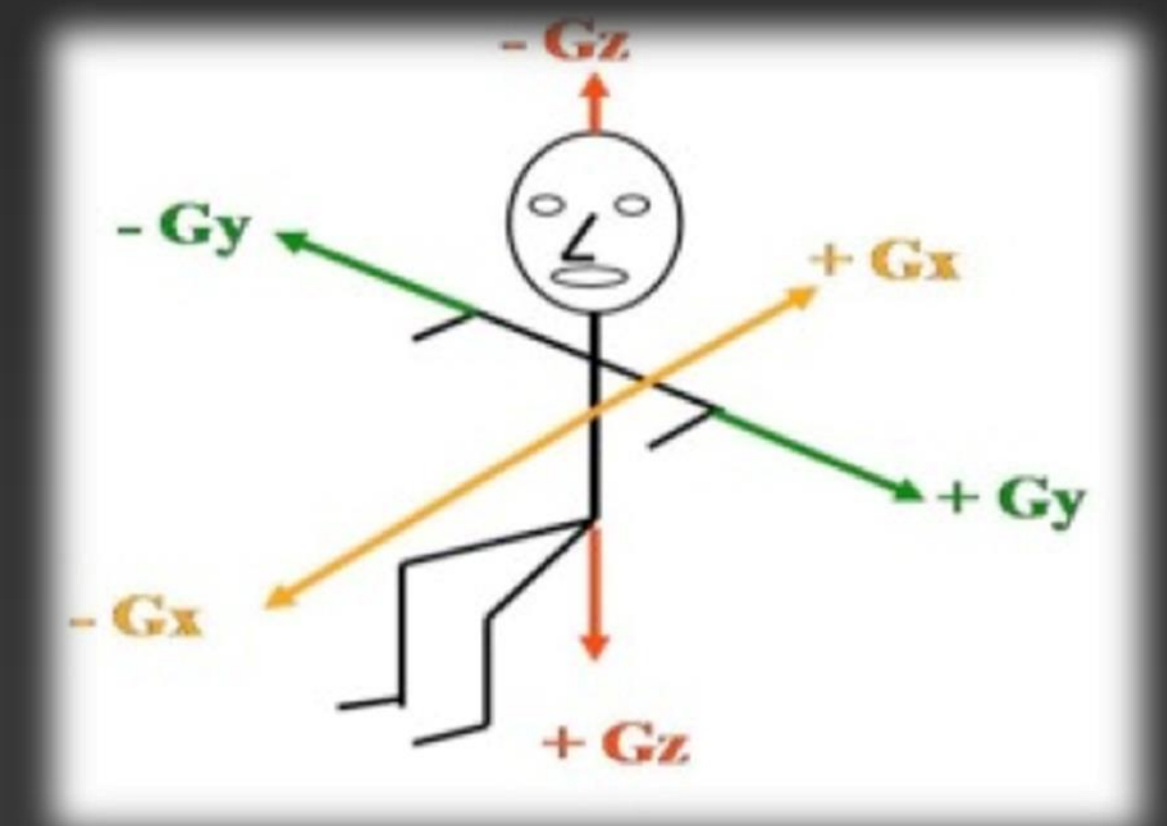
Desorientación espacial

Bases Fisiológicas

Nivel Conciente: requiere adecuado nivel de atención y concentración para funcionar. Tiene hegemonía sobre el subconciente bajo niveles óptimos de atención y concentración.

Nivel subconciente: Basado en habilidades aprendidas en el tiempo. Puede realizarse en forma automática (en forma apropiada o no). Este da la orientación al ser humano en su ambiente natural, cuyo sensor es la visión ambiental por excelencia, siempre que exista visión de algún horizonte.

- 1.- Visión ambiental: sensor de orientación principal. Instrumentos diseñados para la Visión central.
- 2.- Aparato Vestibular: sensor de movimiento. ("Oportunismo Vestibular". Actua en ausencia de visión. (IFR)
- 3.- Sistema propioceptivo: Pesquisa puntos de mayor presión o peso, en piel, articulaciones y estructuras profundas. (indica al SNC fuerza gravitacional), al estar sometido a distintas fuerzas, solo indica el de la fuerza resultante. (Fuerza G)
- 4.- Sistema Auditivo: no tiene injerencia en la orientación



Desorientación espacial

En la aviación, la confiabilidad del sistema natural de orientación y de equilibrio, bajo condiciones dadas provocan pérdida de orientación real.

Percepción de la orientación puede ser primaria (natural) o secundaria (artificial)

Natural: dada por visión periférica, información vestibular, etc. De tipo subconciente.

5 a 30 % de accidentes por falla humana atribuidos a desorientación espacial.

Artificial: dada por construcción intelectual. De tipo conciente.



Desorientación espacial

Clasificación

Tipo I : SDO No Reconocida

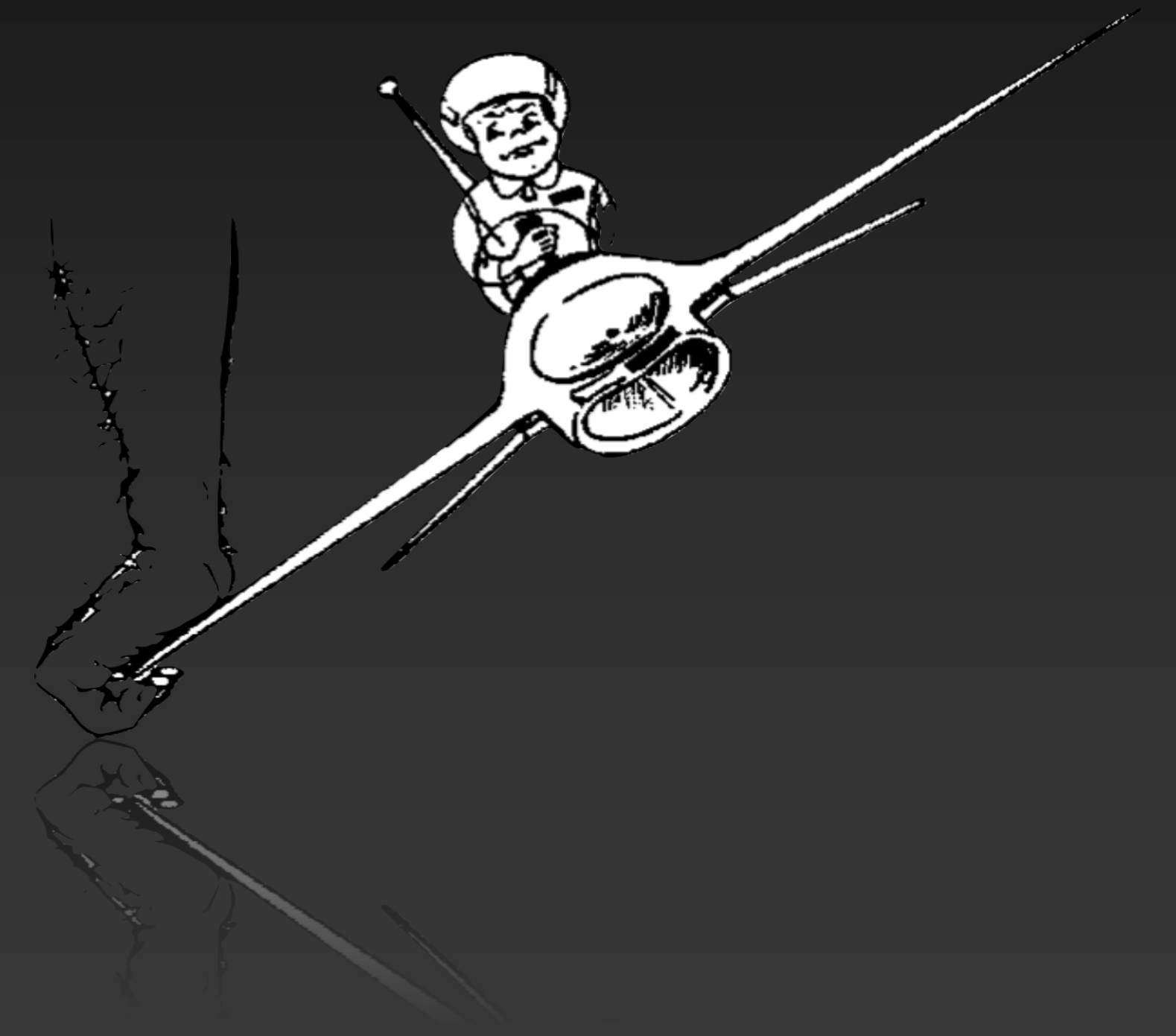
- piloto no percibe manifestaciones de desorientación
- la más frecuente y la más temida
- corresponde a + del 50% de las SDO

Tipo II: SDO Reconocida

- piloto percibe conscientemente la SDO
- puede existir conflicto entre orientación natural y la artificial
- se puede manifestar como dificultad para controlar aeronave sin saber porqué

Tipo III: SDO Incapacitante

- piloto pierde capacidad de controlar aeronave por alta intensidad de manifestaciones de SDO
- puede manifestar “nistagmus”, (mov horizontal automático de los ojos), intenso e impide fijar vista en instrumentos
- puede sentir ilusión “mano gigante”, que impide mover manos a pesar de usar fuerza
- es la más infrecuente



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

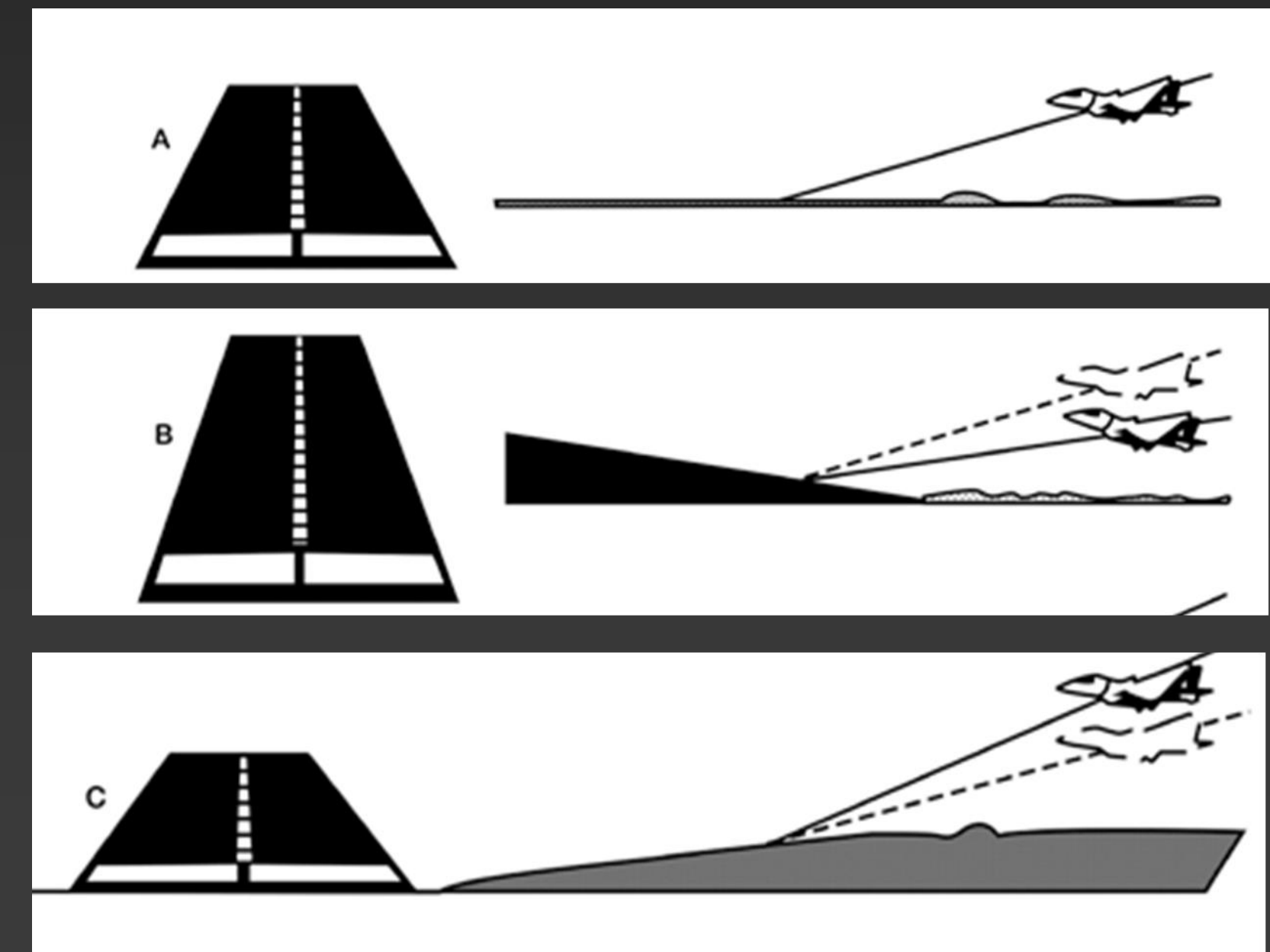
Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

a.- Ilusiones de pista

i.- Declive de pista (aprox 3° , elevación 35 mts a 2 kms de long)

- caso a: pista sin declive
- caso b: ilusión de ir muy alto, línea punteada aprox correcta
- caso c: ilusión de ir muy bajo, línea punteada aprox correcta



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

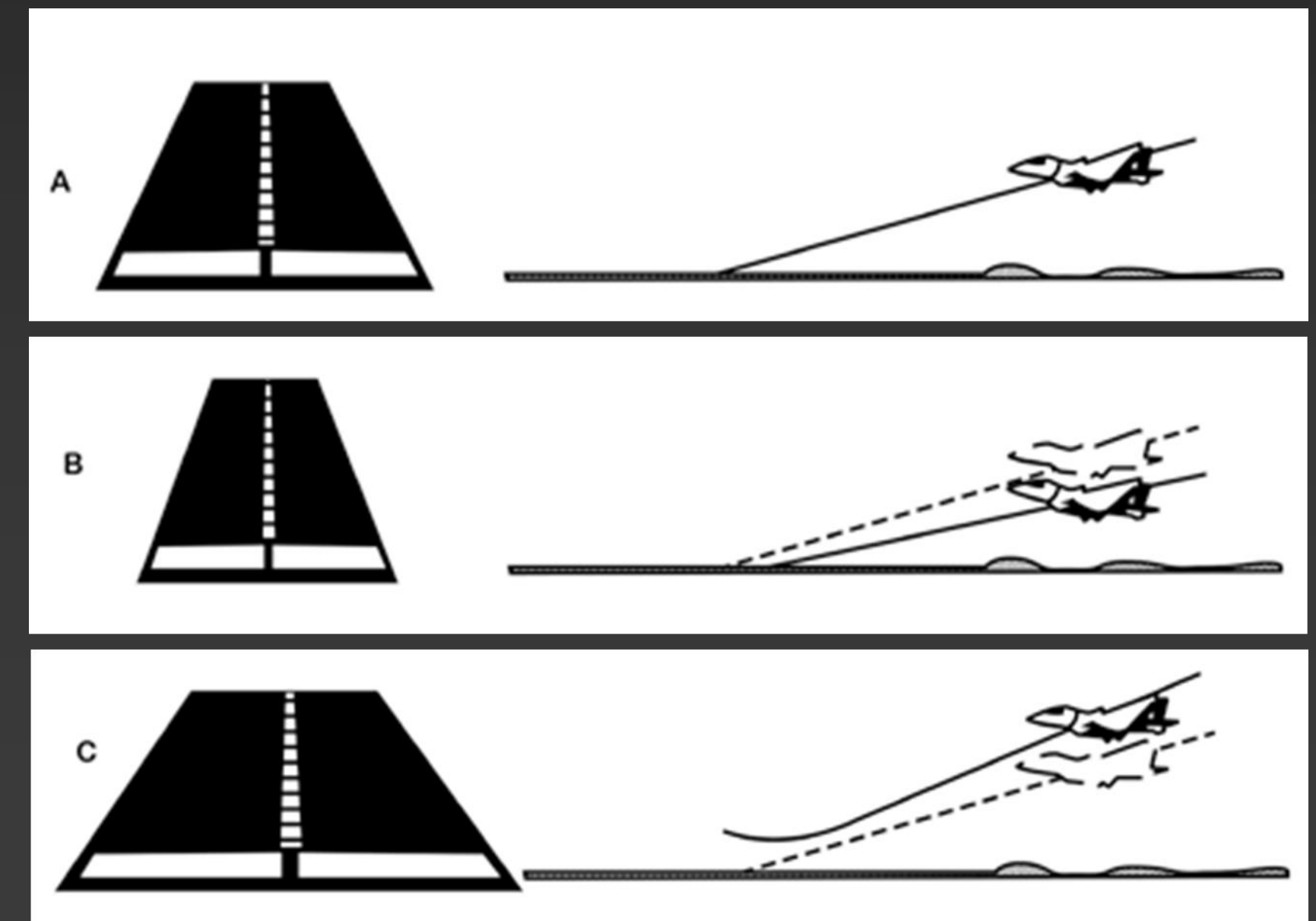
Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

a.- Ilusiones de pista

ii.- Ancho de pista (aprox 3° , perspectiva lineal)

- caso a: pista acostumbrada
- caso b: ilusión de ir muy alto, línea punteada aprox correcta
- caso c: ilusión de ir muy cerca, aumenta angulo de aprox, produciendo "flare" muy alto.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

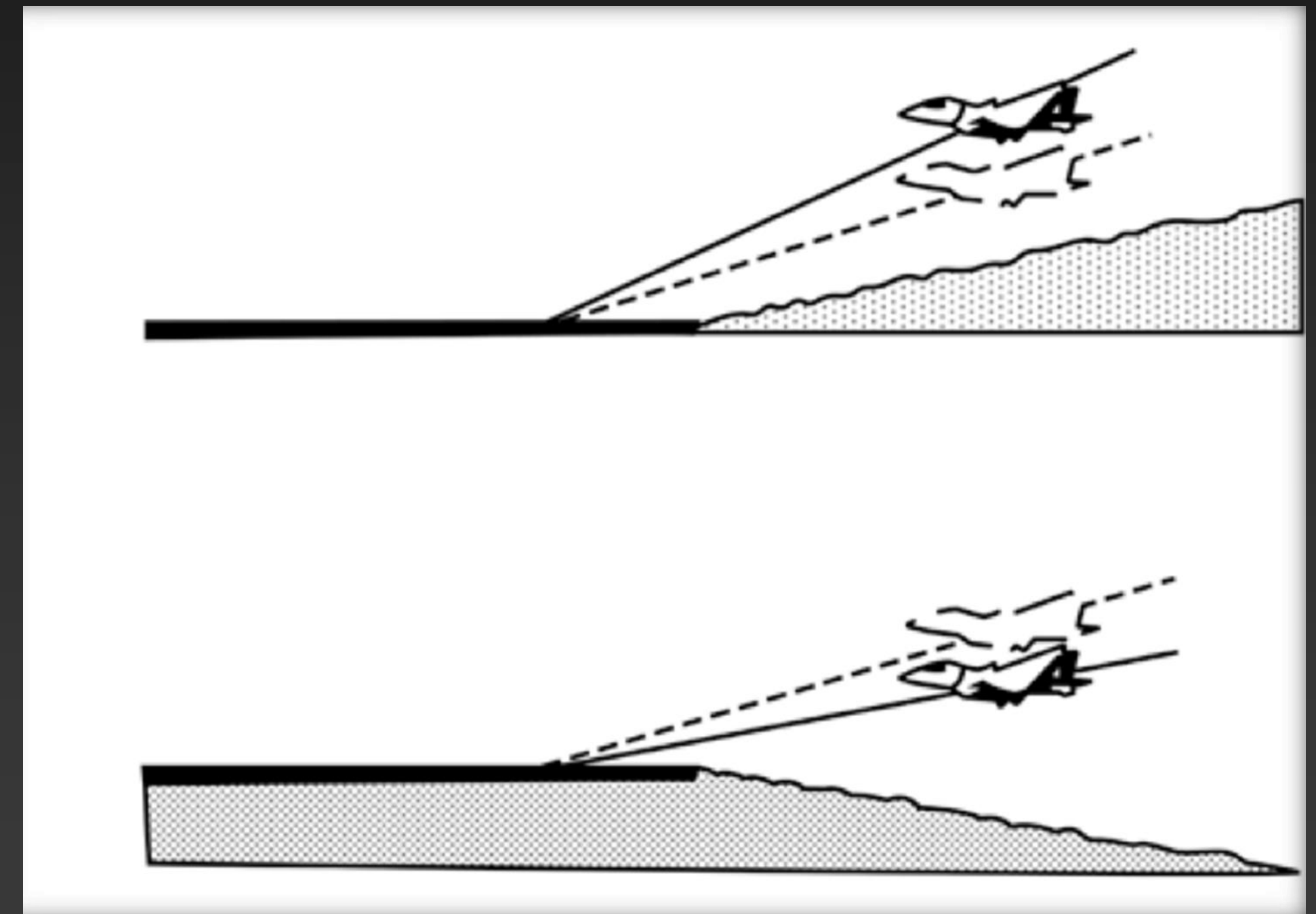
1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

- Ilusiones de aproximación

- i.- Declive de terreno (antes del cabezal)

- induce ilusiones de profundidad

- ilusión de estar muy bajo/alto induce a corrección equivocada.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

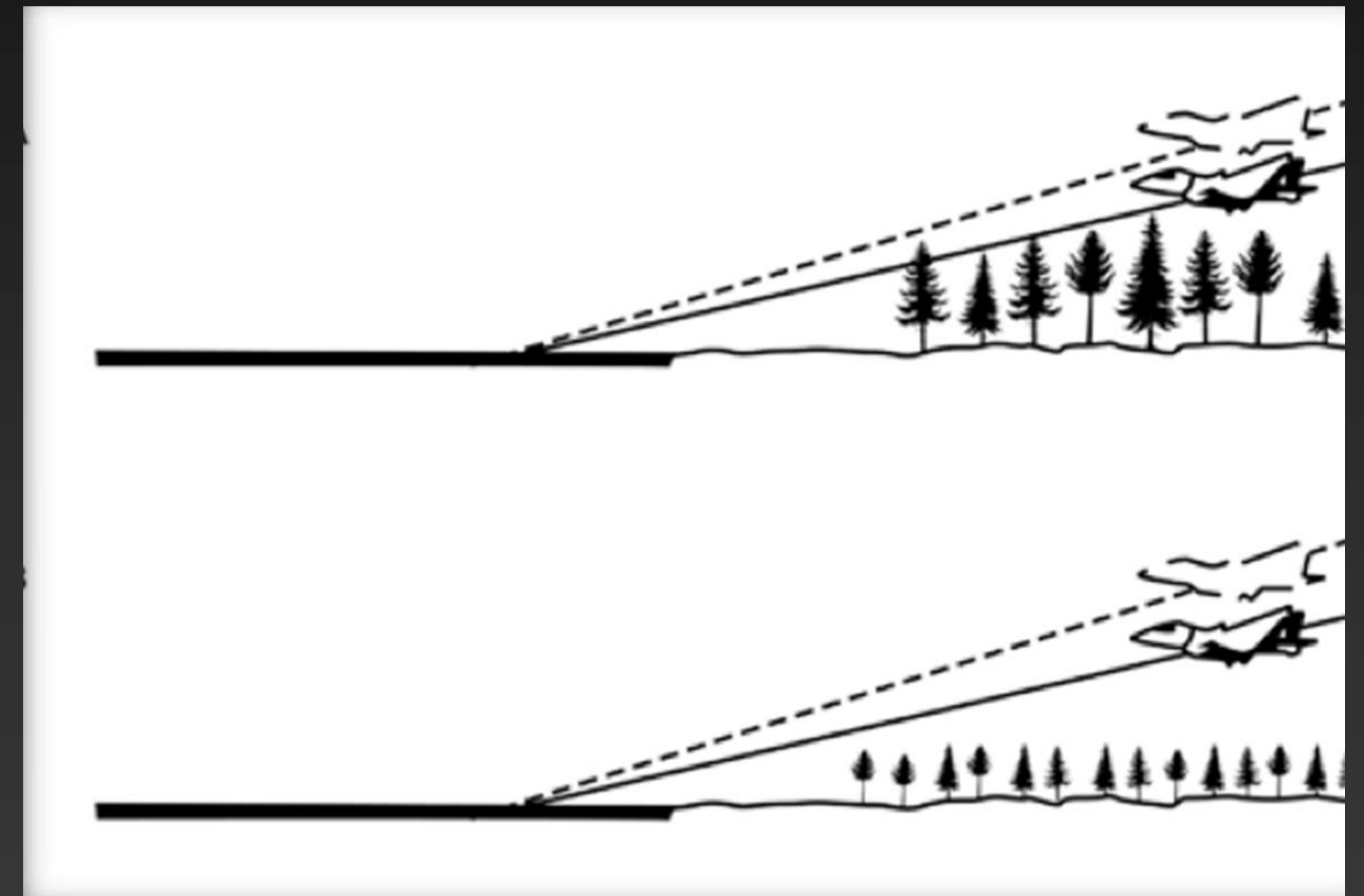
1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

- Ilusiones de aproximación

ii.- Tamaño de objetos (antes del cabezal)

- induce ilusiones de profundidad en otra pista con iguales objetos pero más pequeños

- induce aproximaciones más rápidas con aterrizajes cortos



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

c.- Ilusiones por degradación o fusión del terreno.

- producto de ausencia de objetos para enfocar visión central o ausencia de visión perif. complementaria a la central que implican un mal cálculo de profundidad.

i.- Agua Espejo / Visión Blanca

- amarizar en aguas totalmente quietas o pistas recién nevadas
- se producen tanto en maniobras previas como en aterrizajes
- se pierde estimación visual de la altura



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

c.- Ilusiones por degradación o fusión del terreno.

ii.- Acercamiento a otras aeronaves

- aproximación entre dos aeronaves en vuelo visual se logra mediante estimación subjetiva usando visión periférica respecto a superficie inmediatamente debajo
- problemas se producen bajo condiciones de baja visibilidad, por clima, noche, etc.
- se ve afectada la estimación de profundidad, induce acercamientos peligrosos (overshoot) hasta colisiones



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

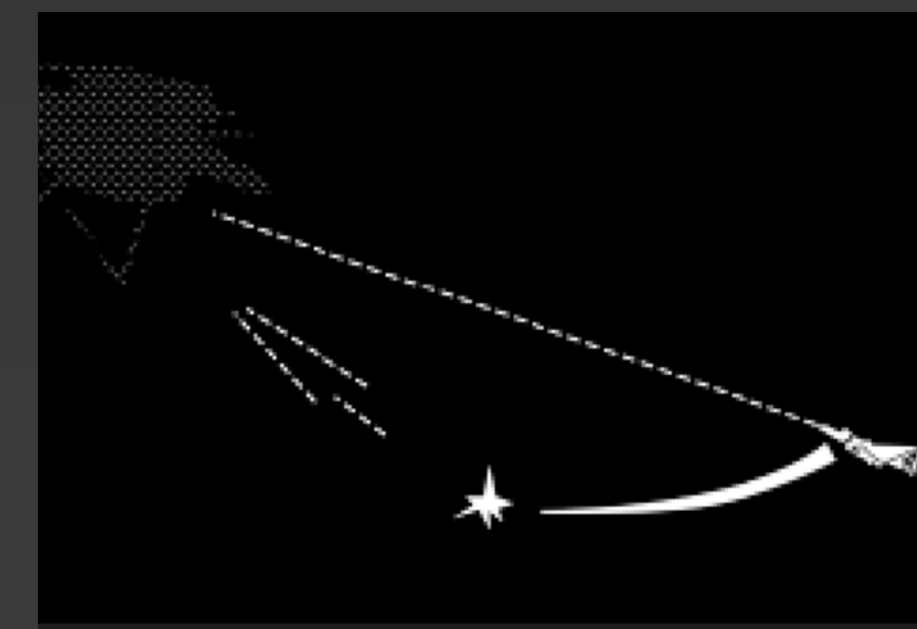
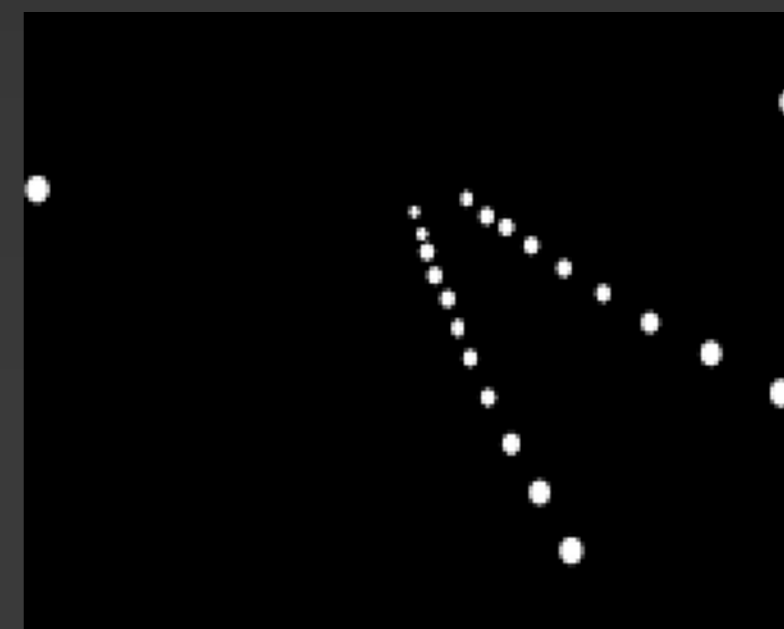
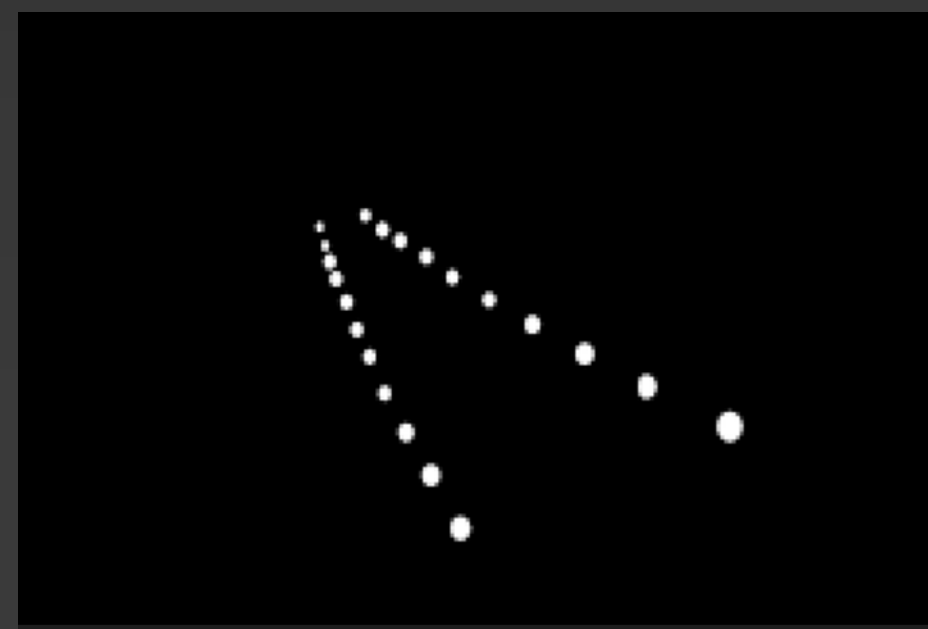
1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

c.- Ilusiones por degradación o fusión del terreno.

iii.- Fenómeno Hoyo Negro

- induce error de cálculo de profundidad

- se produce por que visión central actua sólo, cuando debería hacerlo en conjunto conla periférica
- se produce al aproximar en noche oscura, sobre agua o terreno no iluminado, a una pista en la cual no se distingue un horizonte en forma clara.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

c.- Ilusiones por degradación o fusión del terreno.

iv.- Visión Blanca Atmosférica (White Out)

- similar al fenómeno hoyo negro, producida por fusión suelo nevado con cielo cubierto (ambas x uso visión central)
- peligroso en helicópteros, por poder inducir una deriva lateral no percibida
- Brown Out, situación similar producida en desiertos por levantamiento de polvoredas.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

c.- Ilusiones por degradación o fusión del terreno.

v.- Vuelo contra el Sol (en zona montañosa)

- piloto percibe silueta de la montaña más alta, pero debido al sol percibe la montaña más baja como una ladera de la alta. (fusión de imagen)



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

d.- Ilusiones por confusión tierra / cielo

- piloto incapaz de distinguir tierra cielo (ej.white out)
- se produce al confundir las luces tenues de un poblado ubicado en un cerro, con las estrellas en una noche oscura, produciendo la ilusión de que todas las luces son estrellas, sin percatarse del obstáculo al frente.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

e.- Ilusiones por distorsión óptica

i.- Lluvia, neblina, bruma.

- visibilidad vertical mejor que la horizontal
- al entrar en neblina desaparece visión periférica, luces se ven más lejos, provocando ilusión de una actitud nariz arriba.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

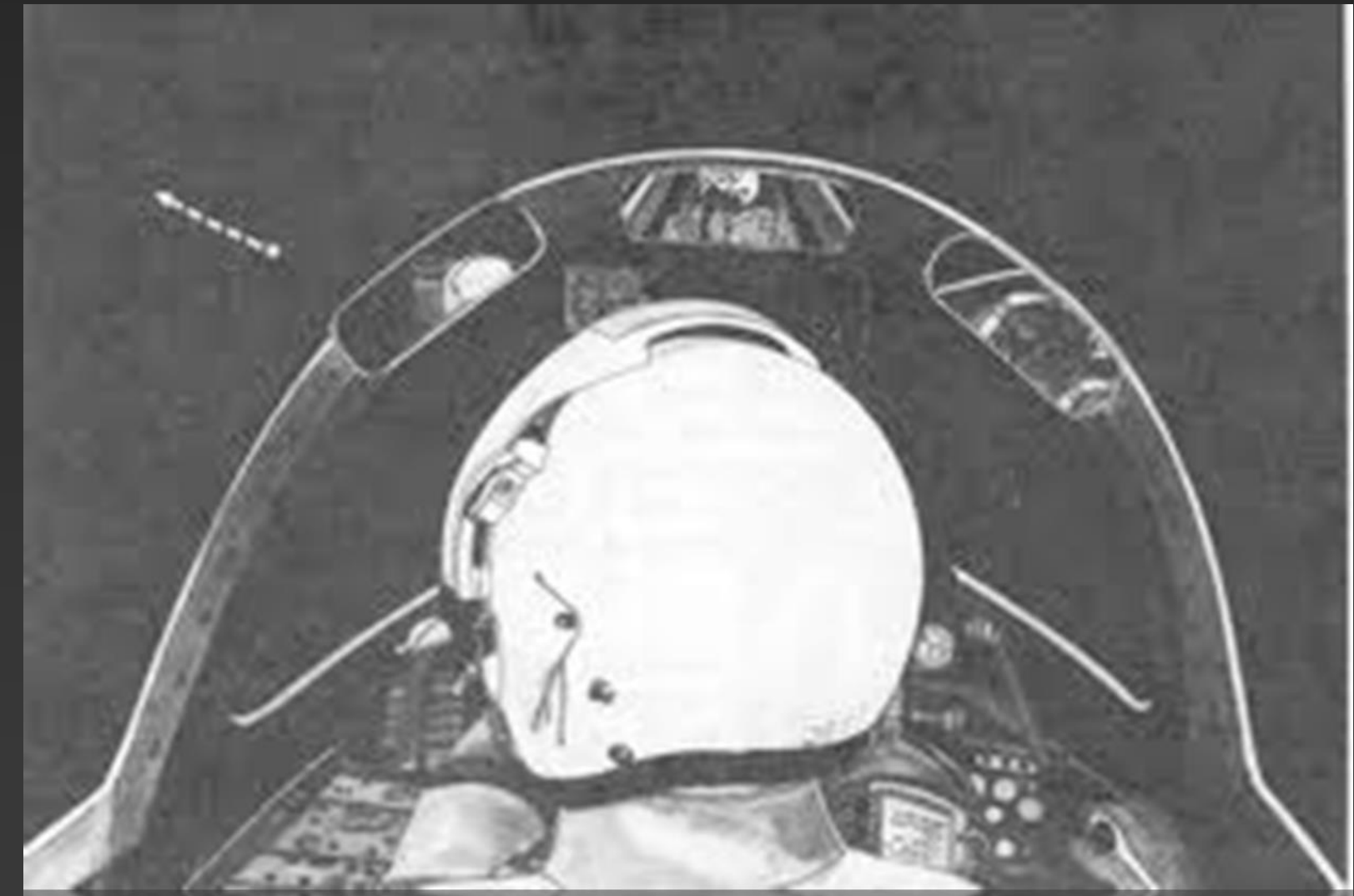
Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

1.- Ilusiones Visuales Centrales o Focales:

f.- Ilusiones por Autokinesis

i.- Lluvia, neblina, bruma.

- Vista fija luz estacionaria contra fondo oscuro 6 a 12 segundos
- Es percibida como luz con movimiento errático
- Puede tender a error en misiones nocturnas
- No mirar fijamente, sino que a intervalos



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

2.- Ilusiones Visuales Periféricas:

a.- Ilusiones por Vección (lineal y angular)

- ilusiones de movimiento relativo del individuo respecto al ambiente, siendo que es el ambiente el que se mueve en torno a este. (sensación tren en movimiento)
- helicóptero estacionario sobre mar
- uso en simuladores de vuelo y parques entretenciones



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

2.- Ilusiones Visuales Periféricas:

b.- Ilusiones por Horizontes Falsos (incidencia luminosidad)

- Ser humano tiende a asociar lo más claro el cielo, lo más oscuro el suelo



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

2.- Ilusiones Visuales Periféricas:

b.- Ilusiones por Horizontes Falsos (incidencia luminosidad)

Si el plano es tan extenso como para abarcar gran parte del campo visual, se puede confundir con horizonte verdadero
- generalmente en vuelos vespertinos o nocturnos



Desorientación espacial

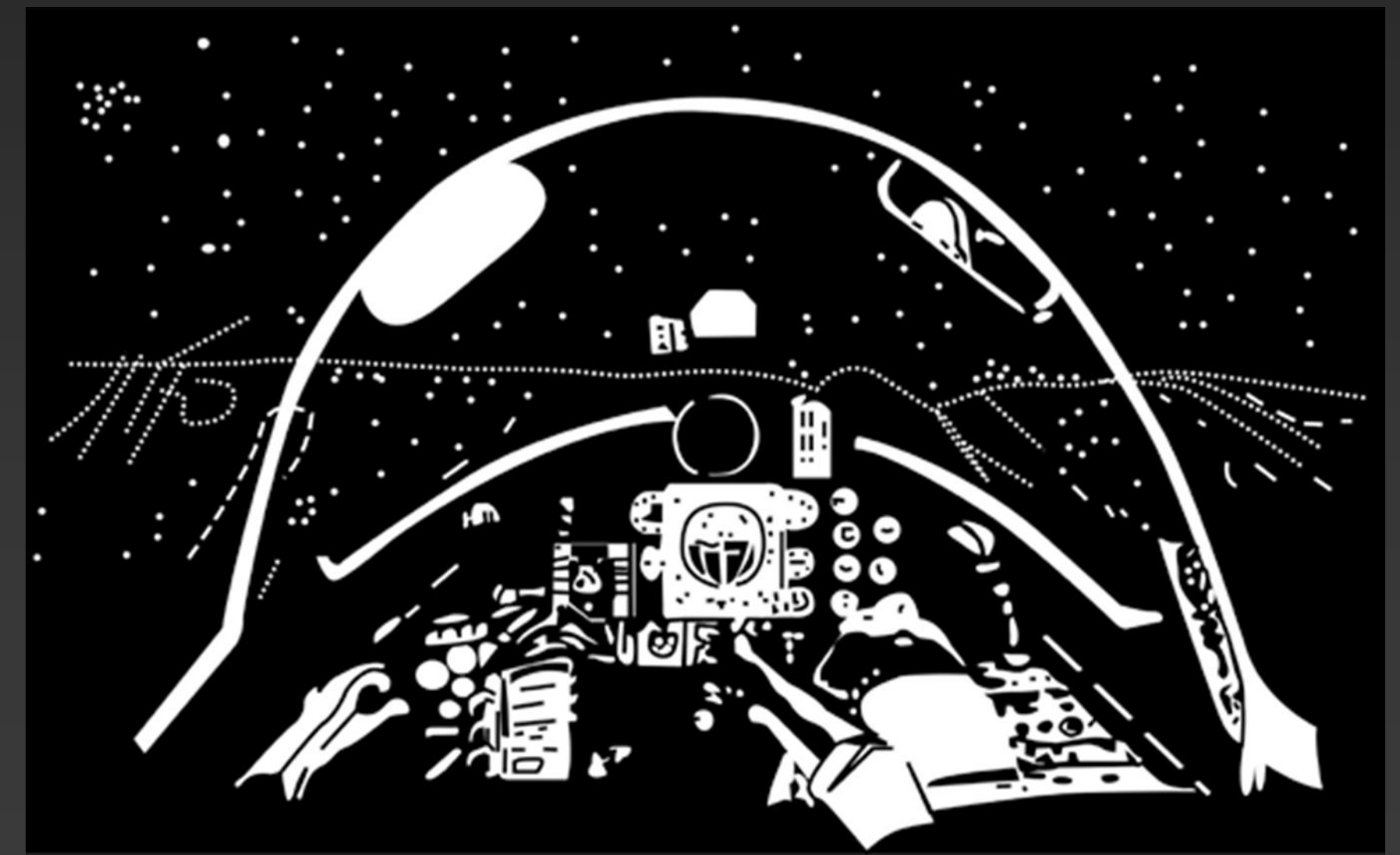
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Visuales (origen visión central y periférica)

2.- Ilusiones Visuales Periféricas:

b.- Ilusiones por Horizontes Falsos (confusión tierra / cielo)

- luces de carretera se pueden confundir con horizonte
- generalmente en vuelos vespertinos o nocturnos

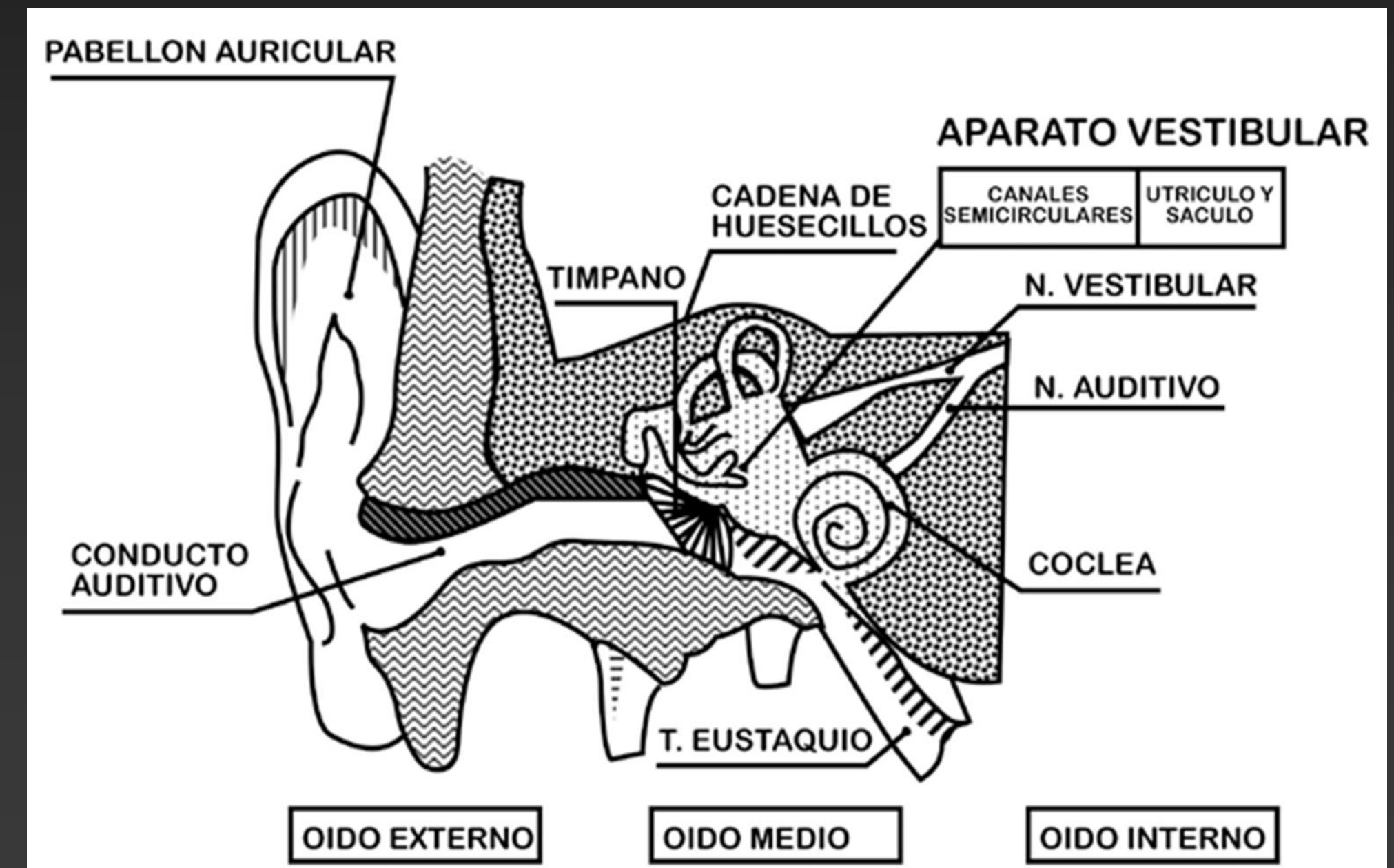


Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

- más conocidas y estudiadas
- responsables de la mayoría de las SDO Tipo II



Desorientación espacial

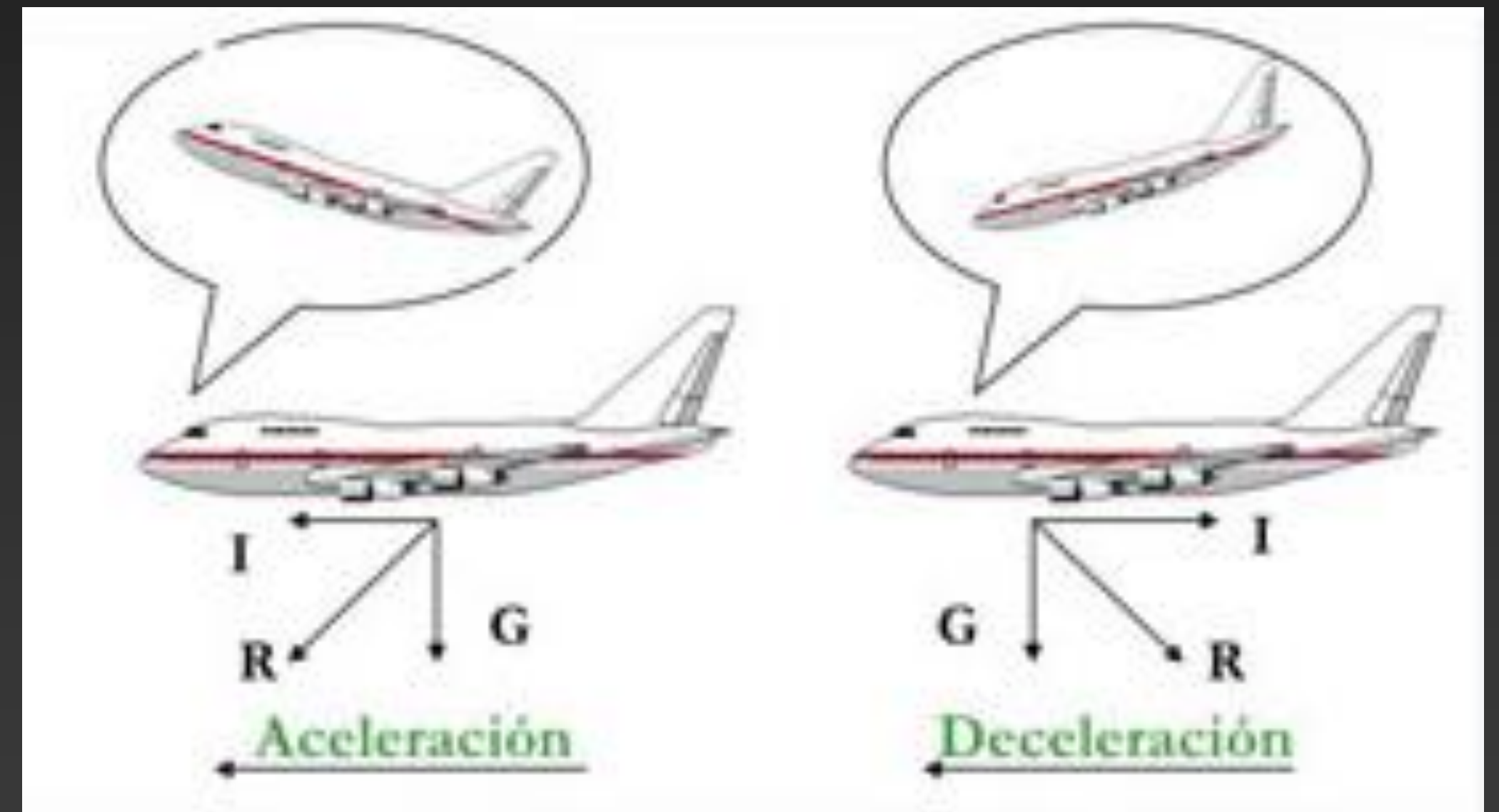
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

2.- Ilusiones de órganos otolíticos:

a.- Ilusiones Somatogràvica

- Generalmente en despegue nocturno
- Dado por desplazamiento inercial hacia atrás de la membrana otolítica
- Produce ilusión de “nariz arriba”



Desorientación espacial

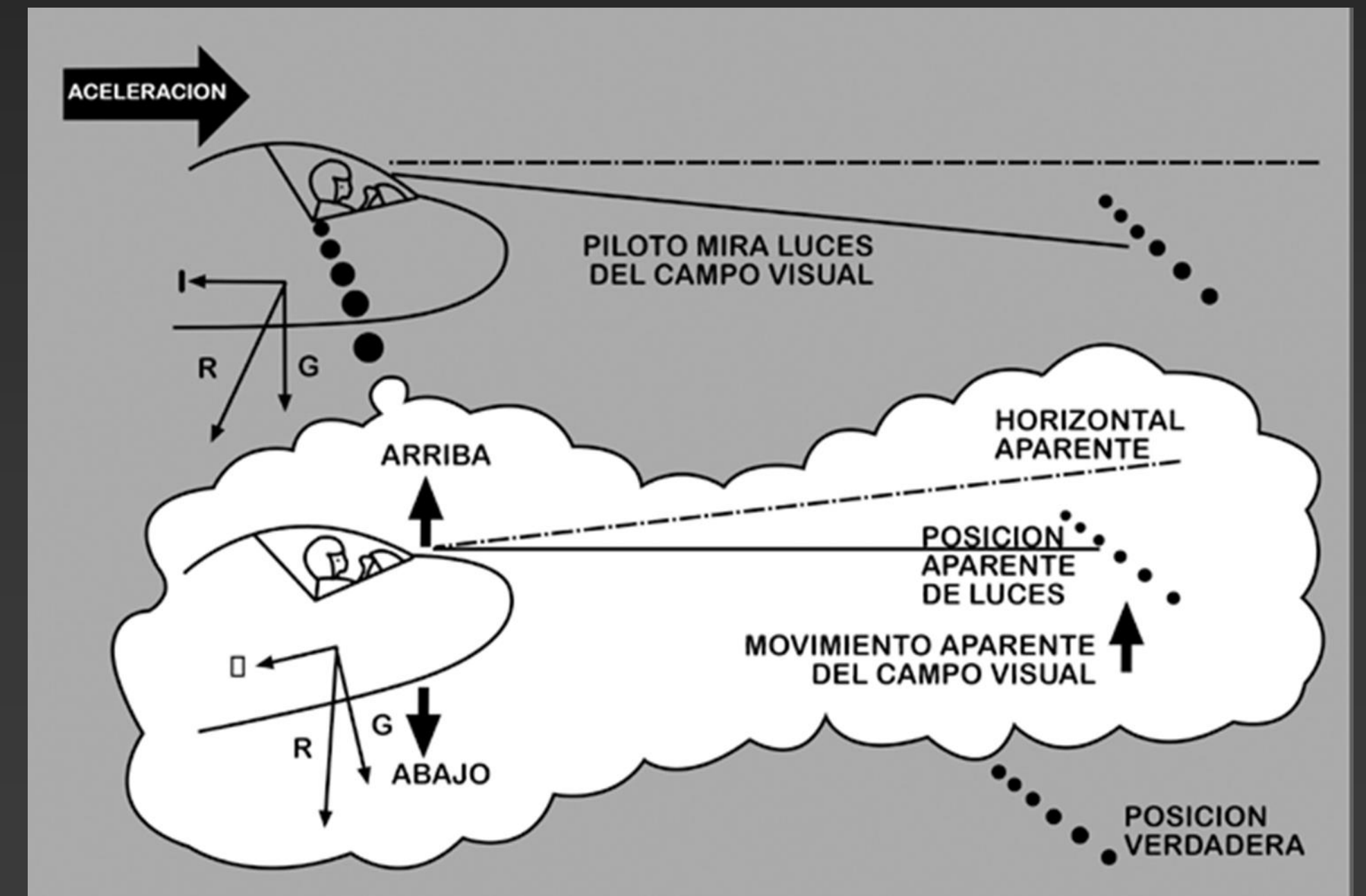
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

2.- Ilusiones de órganos otolíticos:

b.- Ilusiones Oculoogràvica

- Dada por interconexión neurológica aparato vestibular, músculos extrínsecos del ojo y tubo digestivo
- Al entrar en ilusión nariz arriba produce aparente elevación del campo visual, a la inversa desaceleración produce aparente ilusión de nariz abajo.



Desorientación espacial

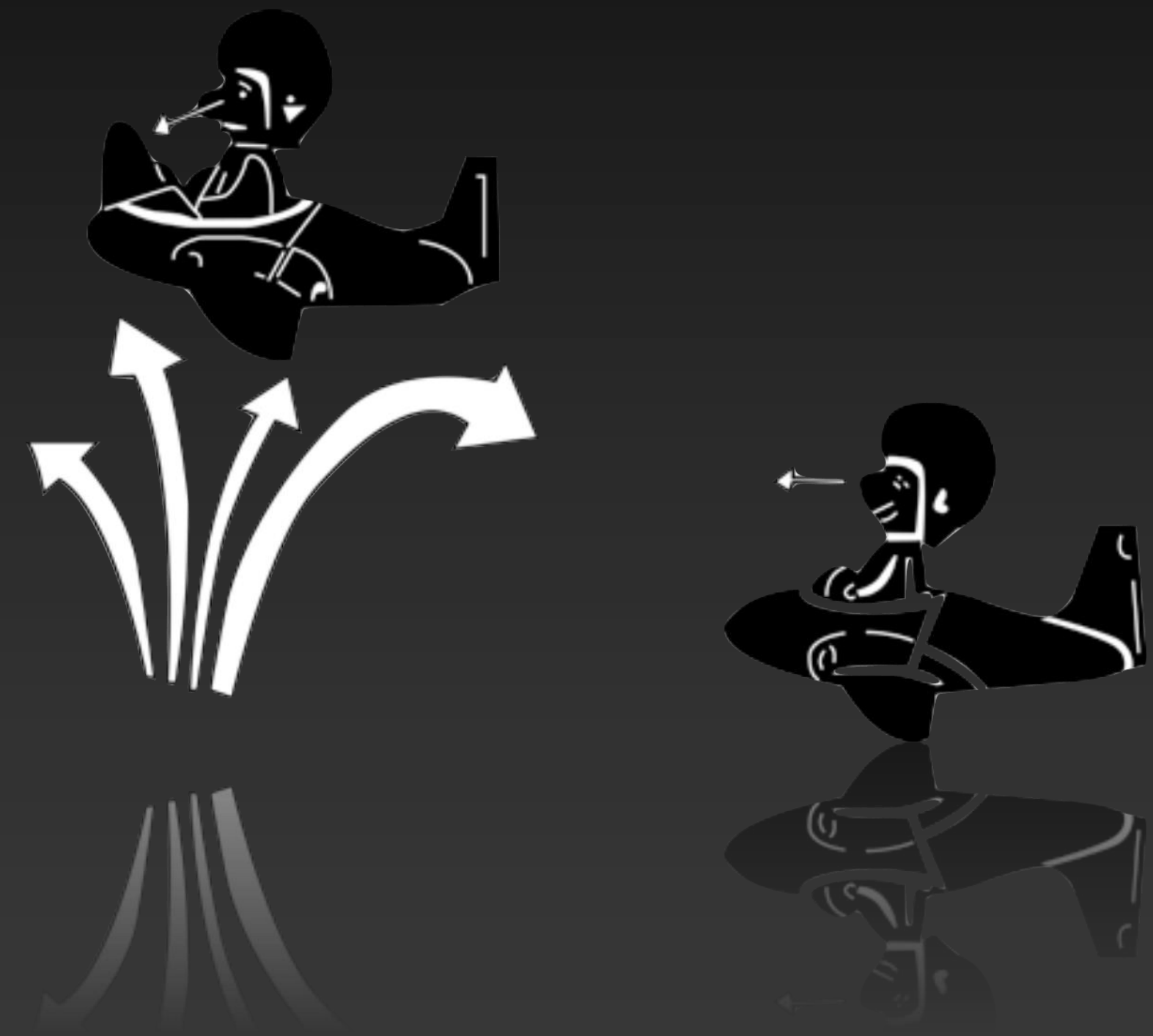
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

2.- Ilusiones de órganos otolíticos:

c.- Ilusion Ascensor

- producida en vuelo recto nivelado al ser sometido a brusca aceleración en la vertical
- provoca movimiento reflejo de los ojos en dirección opuesta
- produce ilusión de desplazamiento del horizonte u objetos en mismo sentido de la aceleración vertical



Desorientación espacial

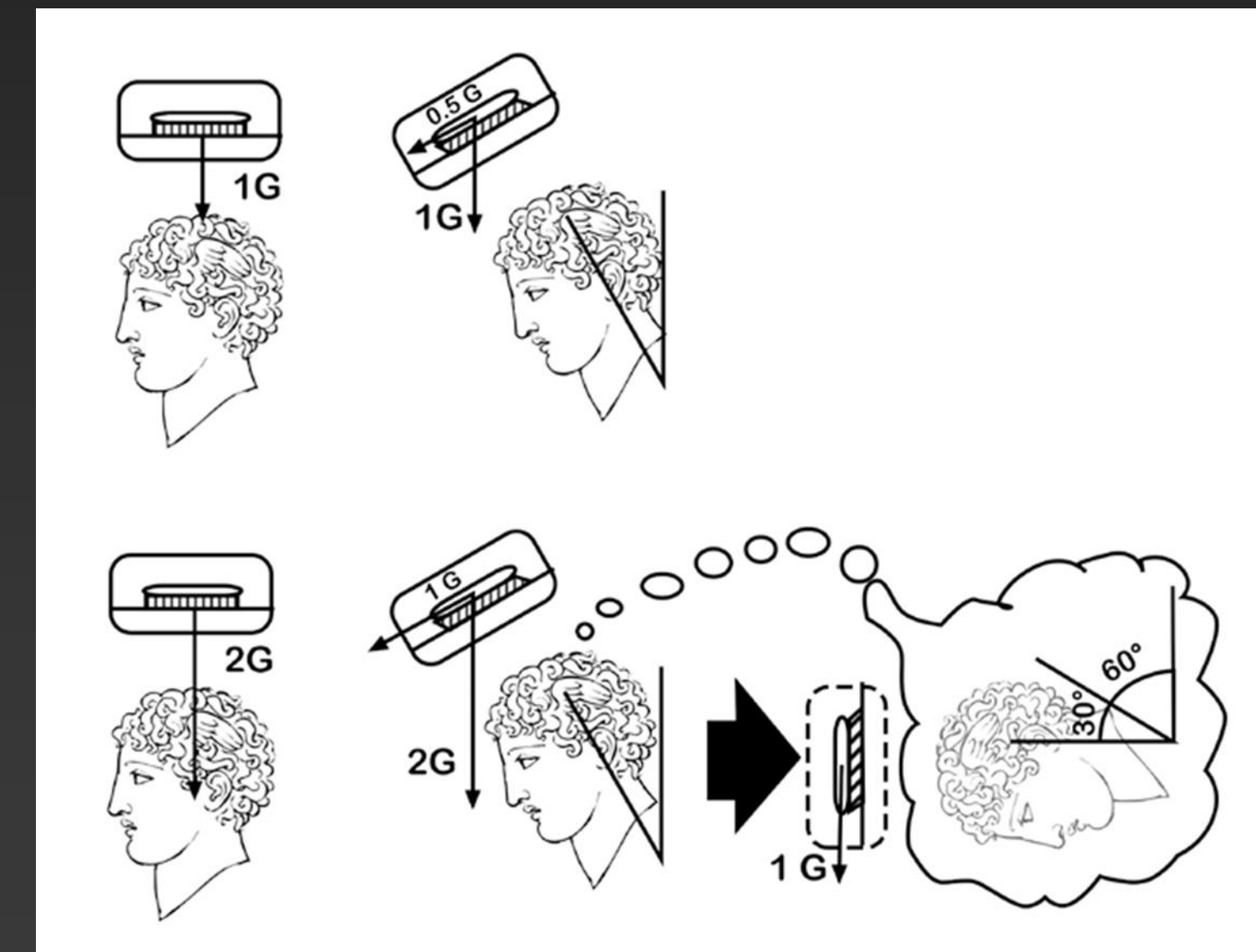
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

2.- Ilusiones de órganos otolíticos:

d.- Ilusion Exceso "G"

- causal de gran parte de los accidentes en viraje a bajo nivel
- al incrementar las G, al inclinar la cabeza percibe ilusoriamente inclinación mucho mayor



Desorientación espacial

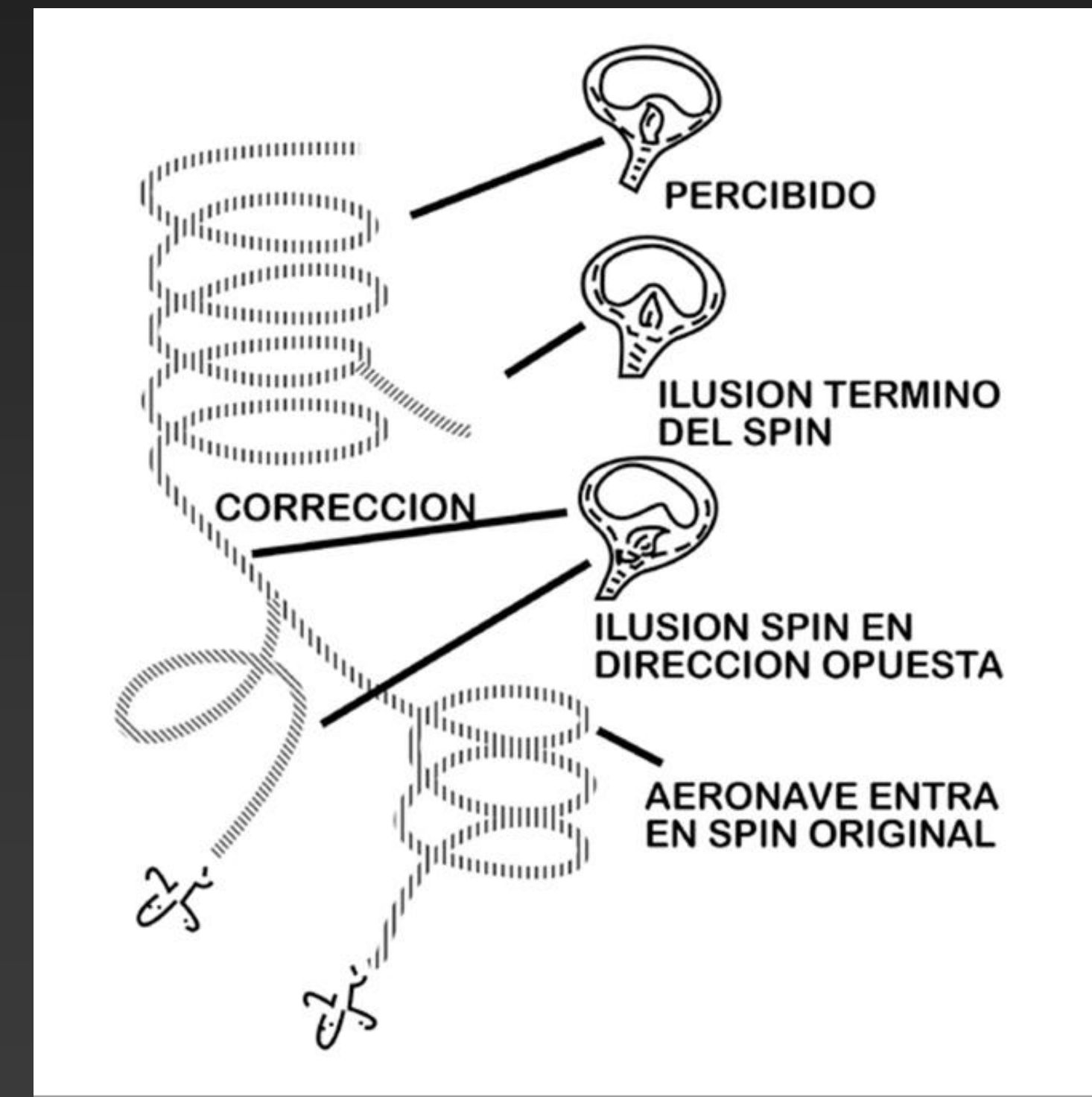
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

3.- Ilusiones de los canales semicirculares:

a.- Ilusión Somatogira

- causal de gran parte de los accidentes en viraje a bajo nivel
- al incrementar las G, al inclinar la cabeza percibe ilusoriamente inclinación mucho mayor
- sensación de giro al lado opuesto al giro inicial
- la más grave que se puede presentar durante el vuelo corresponde a la ilusión denominada "spin mortal"



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

3.- Ilusiones de los canales semicirculares:

b.- Ilusión Oculogira

- debido a interrelación aparato vestibular y músculos extra secos del ojo, al estimular canales semicirculares provoca Nistagmus Compensatorio (movimiento horizontal involuntario de los ojos)
- inicialmente evidente luego inaparente ,produce ilusión de desplazamiento del campo visual en la horizontal.



Desorientación espacial

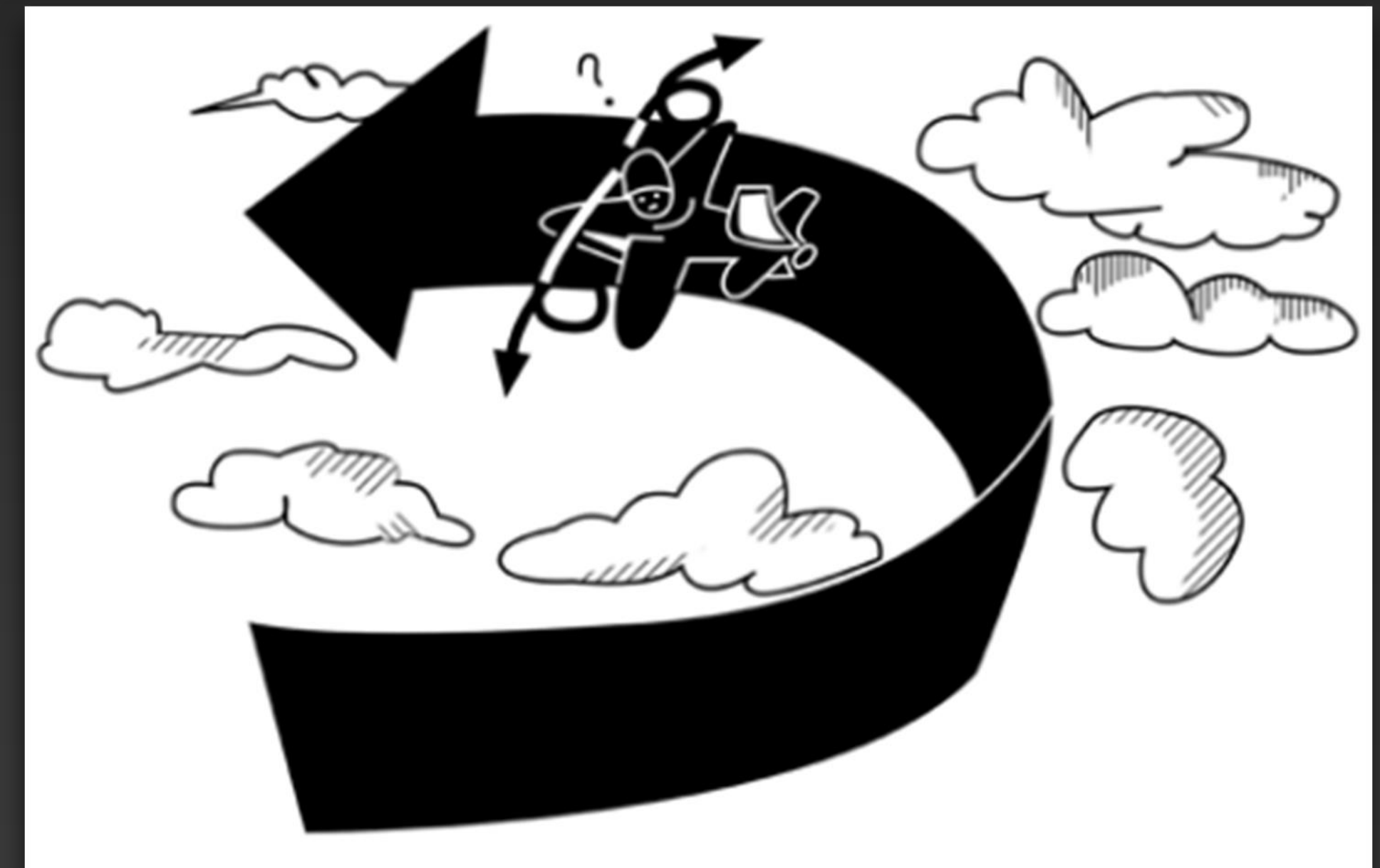
Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Vesibulares

3.- Ilusiones de los canales semicirculares:

c.- Ilusión de Coriolis

- producida al estimular simultáneamente dos canales semicirculares
- induce vértigo cerdadero con nistagmus compensatorio generalmente percibido en ascenso o en picada.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

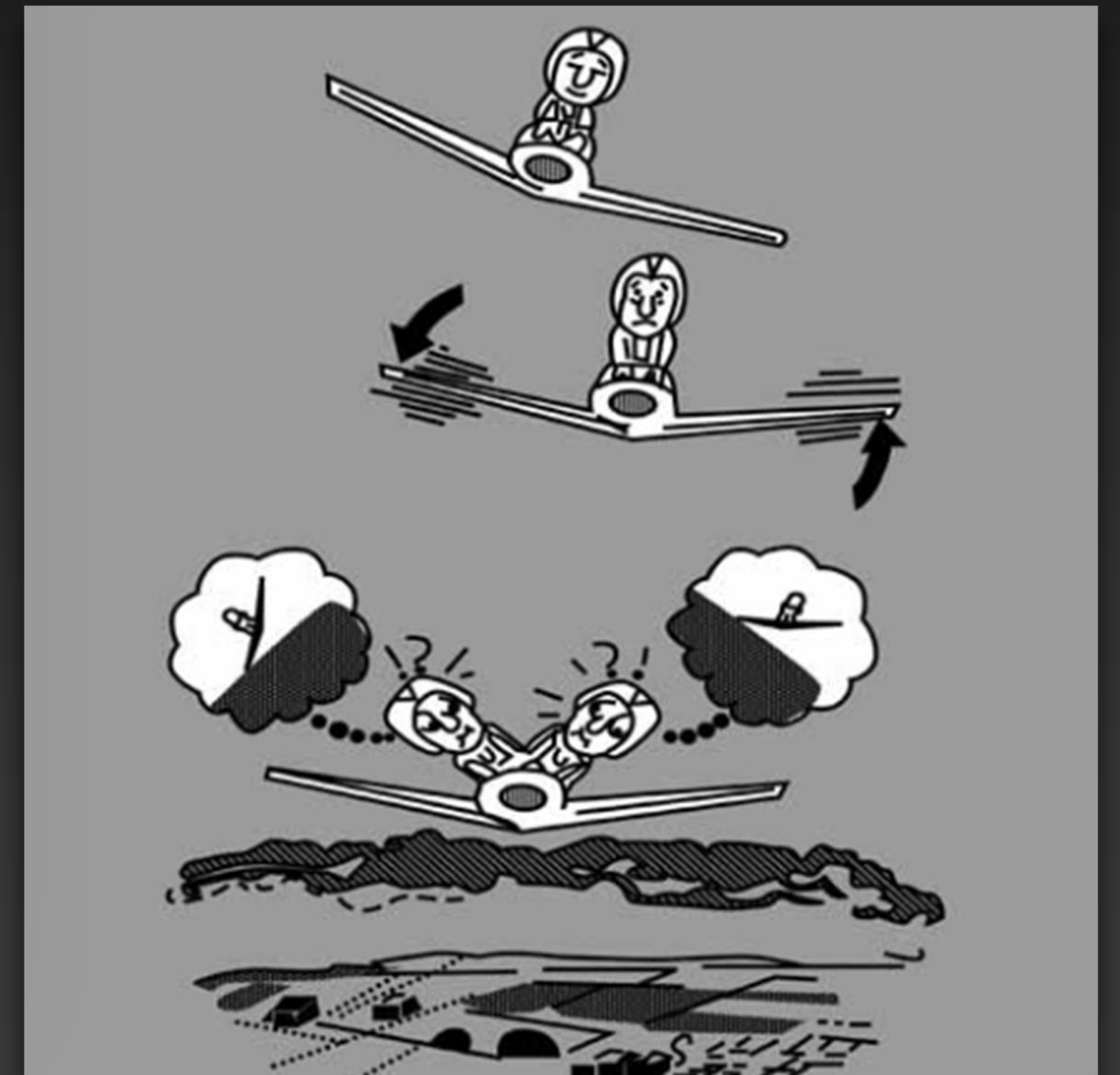
Ilusiones Vesibulares

3.- Ilusiones de los canales semicirculares:

d.- Ilusiones Combndadas

i- “leans” (inclinaciones)

- ilusiones vestibulares más frecuentes, producidas por inclinaciones alares no percibidas por órganos otolíticos y su corrección posterior brusca
- induce piloto a pensar que quedó en viraje o inclinado al lado opuesto, iniciando corrección falsa

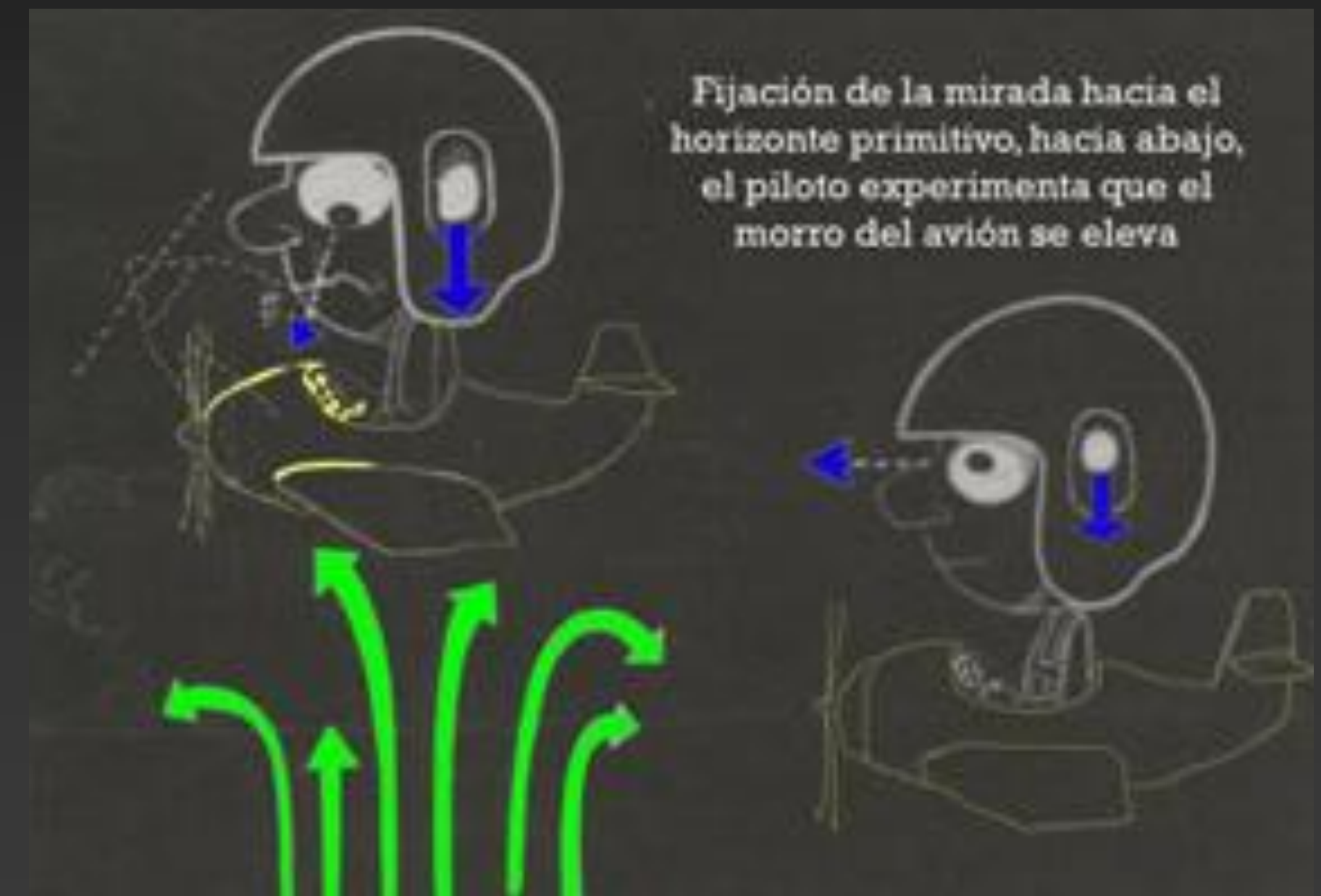


Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Propioceptivas

- entregan misma información que los órganos otolíticos
- estas confirman y reafirman las ilusiones vesiculares, haciendolas más intensas y convincentes



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

1.- Vértigo Alternobárico:

- vértigo objetivo o verdadero (incluso con náuseas)
- cuando han realizado maniobra de valsalva para desobstruir un oído (cuando uno está más obstruido que el otro)



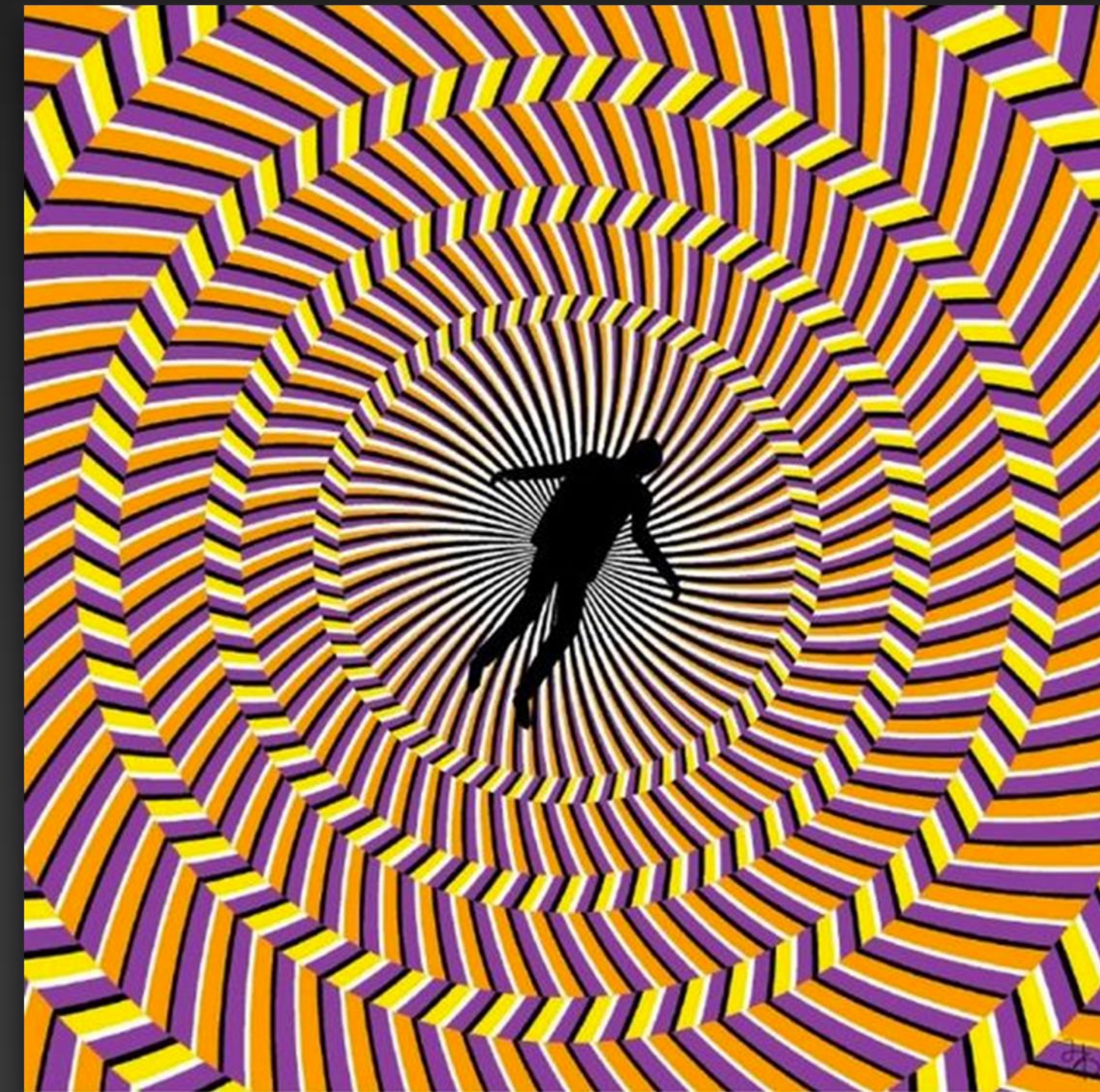
Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

2.- Vértigo Flicker:

- descrito anteriormente



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

3.- Fascinación:

- relacionado con grado de alerta, con pérdida de la atención situacional
- interés demasiado intenso en algo específico, bloqueando posibilidad de procesar otra información



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

4.- Expectación:

- al igual que el anterior, relacionado con grado de alerta, con pérdida de la atención situacional
- enfrentamiento súbito con situación inesperada. Ej aptos pista donde referencia topográfica típica no es la usual.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

5.- Fijación Visual:

-similar a la fascinación pero enfoque visual se centra subjetivamente en un sólo objeto.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

6.- Mano Gigante:

- se produce lucha entre las órdenes emanadas del nivel conecte con las del nivel subconsciente.
- se produce ilusión de congelamiento de los mandos
- se debe soltar bastón para luego volver a maniobrarlo



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

7.- Fenómeno de Desprendimiento:

- no afectará seguridad pero si desempeño del piloto
- entre 5 y 15 mts de altura. Al estar sólo y con cierta distracción produce ilusión de alejamiento del mundo terrestre siendo fascinante y placentera



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Ilusiones Misceláneas (origen desconocido y clasificación dudosa)

8.- Fenómeno Hoyo Azul:

- dado por fusión de colores al utilizar filtros verde y amarillo
- tonos azules se ven más intensos
- podría llevar al piloto a realizar viraje 180° creyendo que lo claro es cielo y oscuro suelo



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

1.- Factores Ambientales

- Condiciones de visibilidad reducida
- Formaciones en condiciones meteorológicas adversas
- Formaciones nocturnas
- Despegues nocturnos o crepusculares
- Vuelo sobre terreno liso o poco accidentado
- Vuelo a gran altura
- Vuelo nocturno sobre terreno con luminarias escasas y dispersas
- Etc.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

2.- Factores Propios del vuelo

- Carguío de combustible en vuelo
- Vuelo solo
- Transición de condiciones VFR a IFR
- Movimientos de cabeza durante maniobras de viraje
- Cambio de mano en la caña durante maniobras instrumentales
- Virajes prolongados coordinados con recuperaciones rápidas



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

2.- Factores Propios del vuelo

- Maniobras nocturnas inusuales
- Aceleraciones y desaceleraciones bruscas
- Entrada y luego corrección de virajes lentos no percibidos
- Vuelo durante o inmediatamente posterior a acrobacias, “spins” o “rolls”.
- Vuelo posterior a grandes cambios de presión por ascensos y/o descensos
- Vuelos en formación
- Despegue y montada, etc.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

3.- Factores Ambientales

- Vuelo visual en condiciones atmosféricas marginales
- Transición VFR a IFR a último momento
- Vuelo con condiciones mezcladas IFR y VFR
- Fracaso del piloto en la supervisión de la actitud y movimiento
- Con icto entre las referencias instrumentales y las sensaciones



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

3.- Factores Ambientales

- Actividad de vuelo posterior a desentrenamiento prolongado
 - Fijación visual de luces aisladas en la noche
 - Inexperiencia en vuelo instrumental
 - Desentrenamiento en vuelo instrumental
 - Condiciones físicas y/o psíquicas desmejoradas por cualquier causa
 - Etc.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

Factores Contribuyentes a las SDO

4.- Factores de la Aeronave

- Ubicación de instrumentos
- Tamaño y ubicación del indicador de actitud
- Tamaño y tipo de carlingas
- Tipo luces de posición
- Altura del asiento
- Tipo o generación del HUD usado
- Etc.



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

CONOCIMIENTOS PSICO FISIOLÓGICO

a.- Orientación Visual

- Esencial
- no olvidar predominio visual sobre vestibular



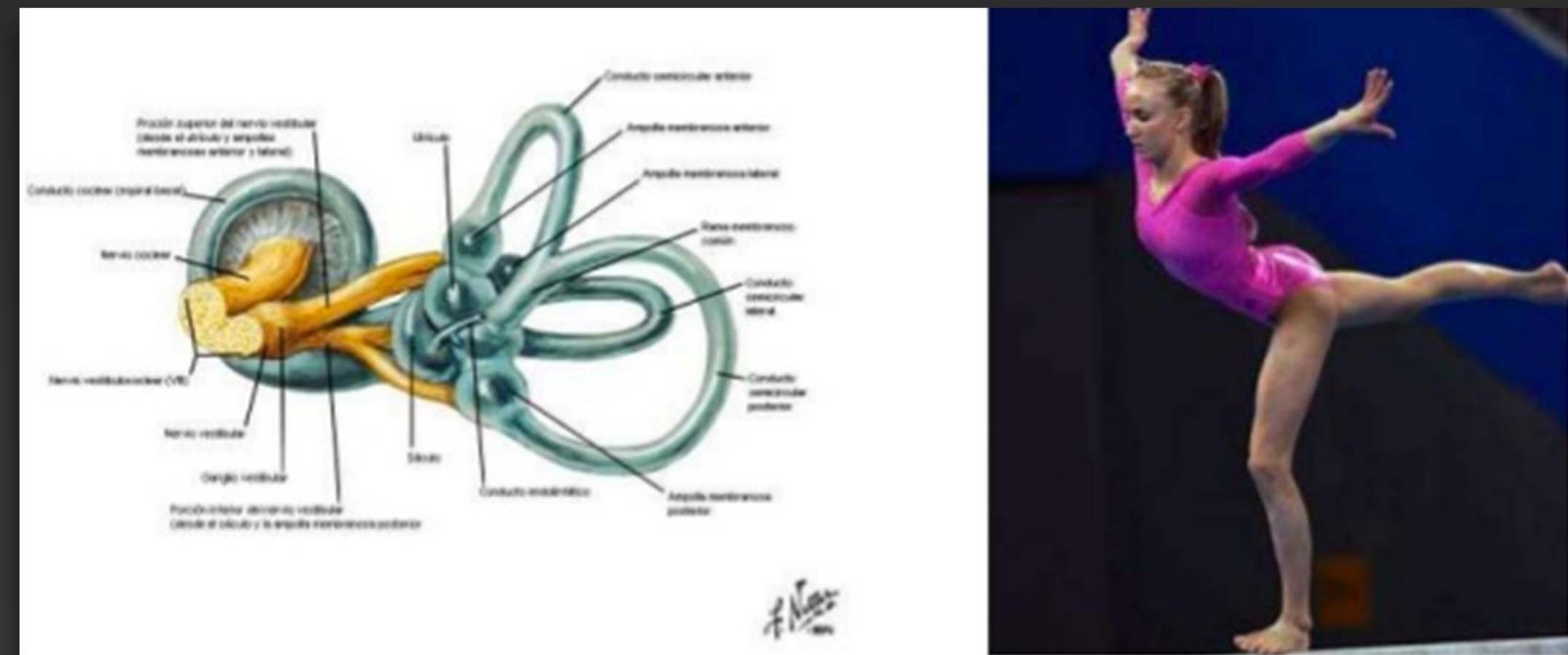
Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

CONOCIMIENTOS PSICO FISIOLÓGICO

b.- Orientación Vestibular

. muchos accidentes causados por “ilusión exceso G”



Desorientación espacial

Ilusiones de Vuelo

CONOCIMIENTOS PSICO FISIOLÓGICO

d.- Factores Operacionales

- ir eliminando factores de riesgo como maniobras riesgosas
- incrementar los entrenamientos y conocimientos



Desorientación espacial

Acciones a realizar

- A. Referirse a los Instrumentos.
- B. Dar credibilidad a la información que entregan los instrumentos.
- C. Disminuir al máximo los movimientos de la cabeza.
- D. Vuelo recto y nivelado.
- E. Entregar el Mando de la Aeronave.



WARNING

LA DESORIENTACIÓN ESPACIAL ES LA CAUSA QUE HA OCASIONADO MAS ACCIDENTES FATALES EN LA HISTORIA DE LA AVIACIÓN



Desorientación espacial

