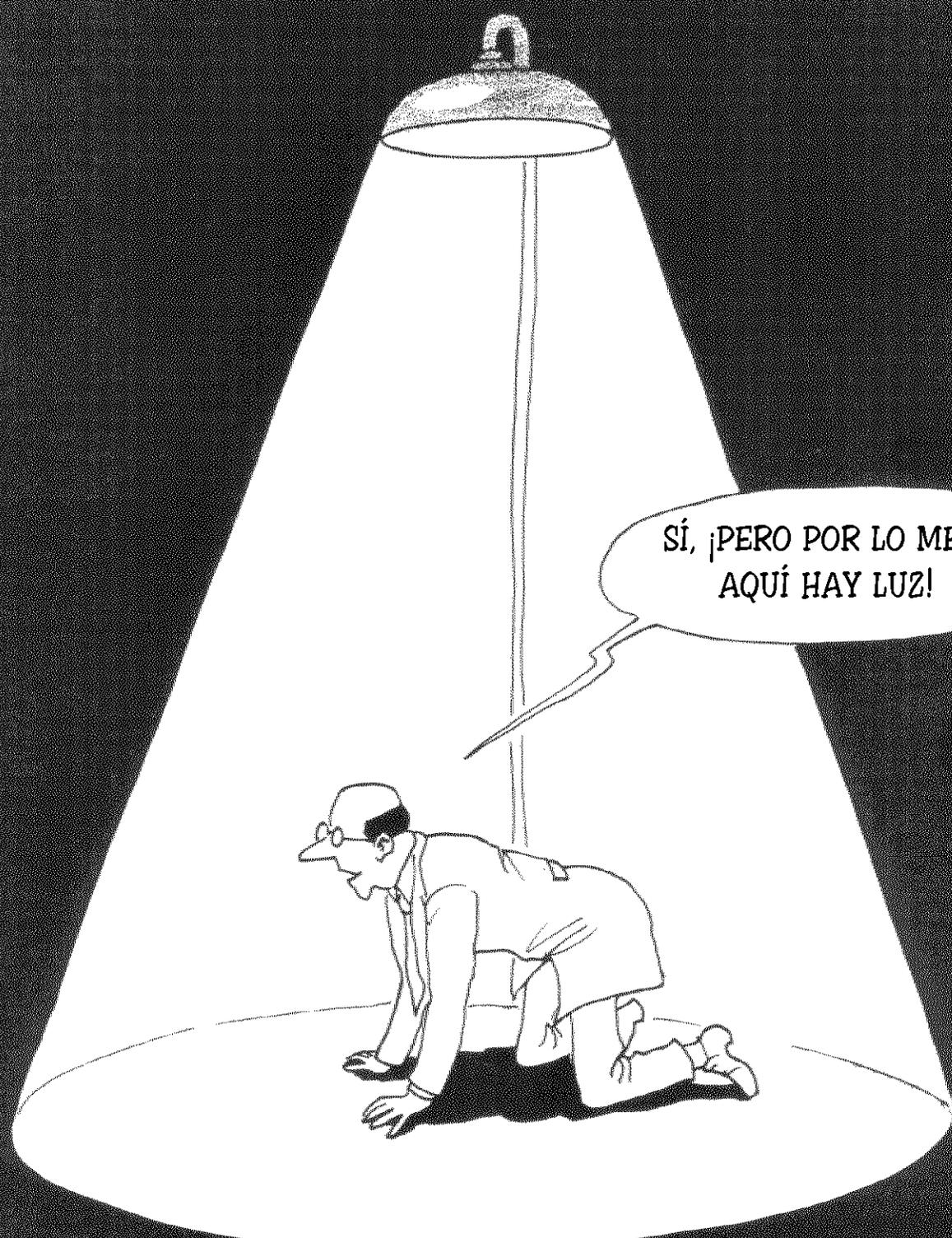


NO COMPRENDO POR
QUÉ BUSCAS AHÍ, SI AHÍ
NO HAY NADA...





SÍ, ¡PERO POR LO MENOS
AQUÍ HAY LUZ!

Les aventures
**d'ANSELME
LANTURLU**

LA BARRERA DEL SILENCIO

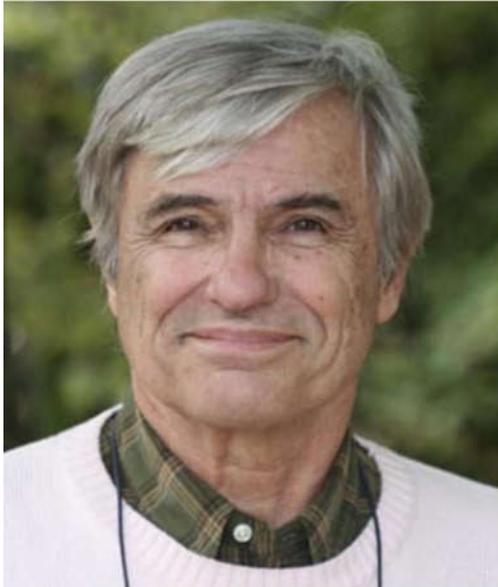
Jean-Pierre Petit



traducción:
Juan Carlos Anduckia

Saber sin Fronteras

Asociación sin ánimo de lucro creada en 2005 y administrada por dos científicos franceses. Su finalidad: difundir conocimientos científicos por medio de historietas en PDF descargables de manera gratuita. En 2020 hemos completado 565 traducciones en 40 lenguas. Y más de 500.000 descargas.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

La asociación es completamente voluntaria. El dinero donado es usado en su totalidad para retribuir a los traductores.

Para hacer una donación, use el botón de PayPal en la página de inicio:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



PRÓLOGO



¡OTRA VEZ ÉL Y SU
TONTA LANCHA!

RRRROÂR

VOLVIÓ A ARRUINARME
LA CONSTRUCCIÓN

ESCOGÍ UN LUGAR SEGURO, PERO
NO SÉ POR QUÉ SIEMPRE QUE
PASA LA LANCHA SE AGITA EL
AGUA Y SE FORMAN ONDAS...

¡ES LA ONDA DE PROA
LA QUE ACABA CON TODO!

PUEDE SER LA ONDA TRASERA. LO CIERTO ES QUE DAÑA TODO...

ONDAS DE SUPERFICIE

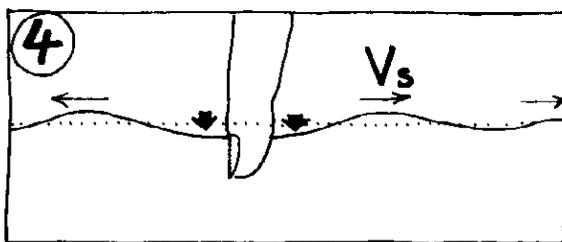
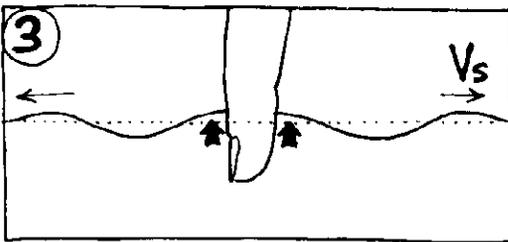
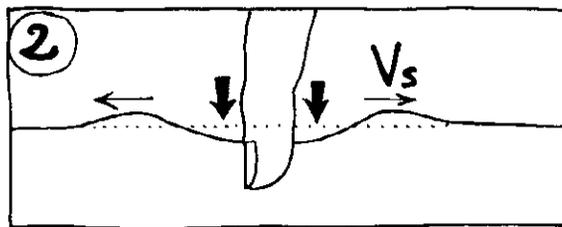
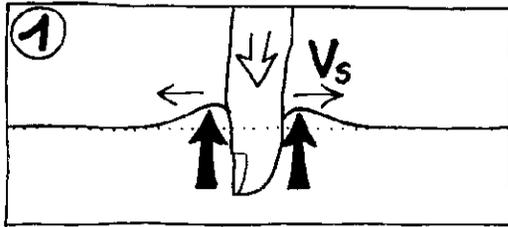
¡ESTOY HASTA
LA CORONILLA!

MIRA, ONDAS EN LA
SUPERFICIE...
OBSERVÉMOSLAS MÁS DE CERCA

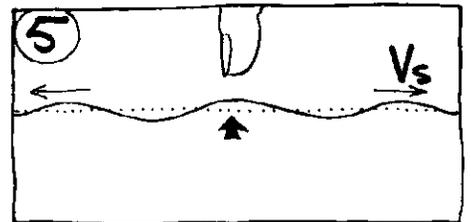
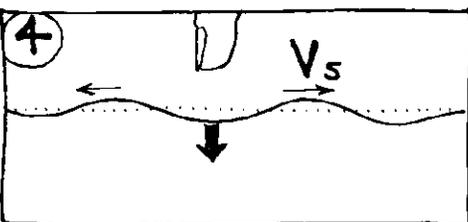
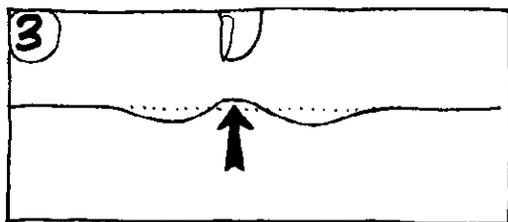
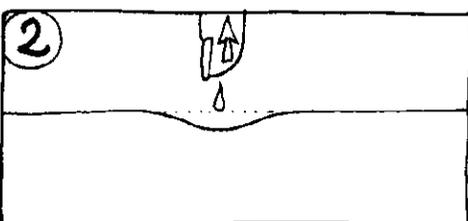
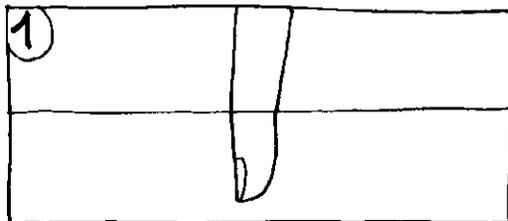
AH, CÍRCULOS EN EL
AGUA... ¿Y ENTONCES?



CUANDO COLOCO SÚBITAMENTE EL DEDO EN LA SUPERFICIE FORMA UN PLIEGUE QUE TIENDE A SER ELIMINADO POR UN MECANISMO OSCILATORIO, POR ONDAS DE SUPERFICIE QUE SE VAN ATENUANDO Y QUE SE PROPAGAN CON UNA VELOCIDAD QUE LLAMARÉ V_s



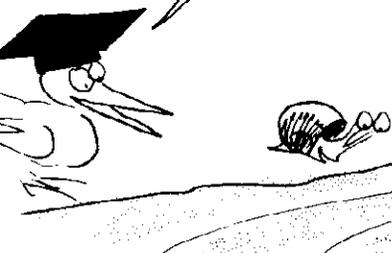
UN FENÓMENO SIMILAR OCURRE CUANDO EN LUGAR DE INTRODUCIR EL DEDO EN EL AGUA LO RETIRO. POR EL MISMO MECANISMO EL LÍQUIDO TIENDE A VOLVER A UNA SUPERFICIE LIBRE PLANA



CUANDO ESTAS ONDAS SE PROPAGAN, LA ENERGÍA SE REPARTE SOBRE UNA SUPERFICIE MAYOR

Y DADO QUE ESTA ENERGÍA SE CONSERVA, LA AMPLITUD DE LAS ONDAS DISMINUYE PROGRESIVAMENTE

¡ES FÍSICA DE BAÑO!

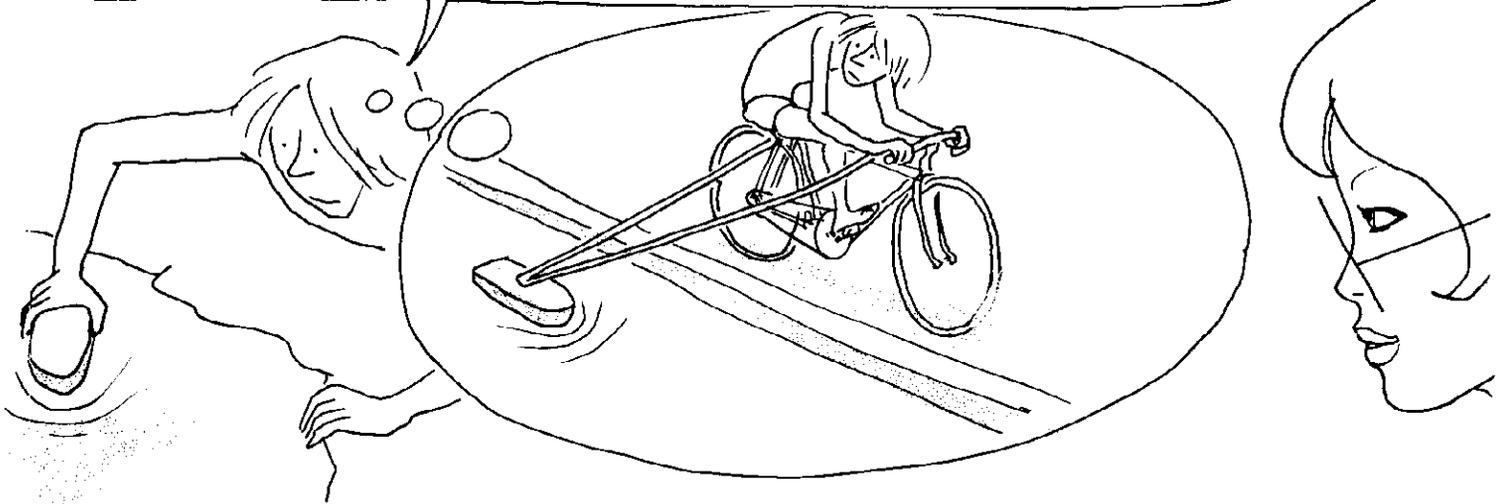


CUANDO UN OBJETO SE DESPLAZA EN EL AGUA,
EMITE ESTE TIPO DE ONDAS QUE PERMITEN APLANAR LA SUPERFICIE DE AGUA

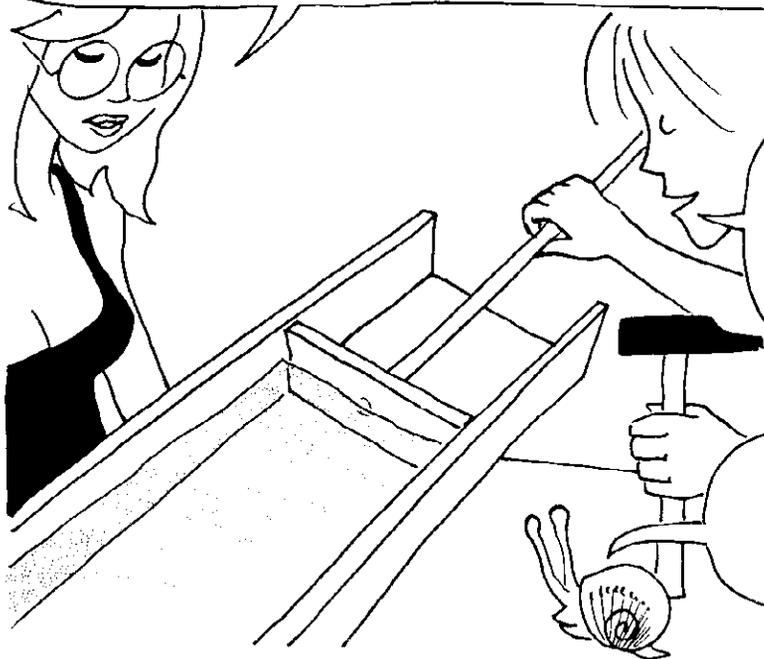


LAS ONDAS ACTÚAN SOBRE EL FLUIDO,
ALEJANDO POCO A POCO LAS MOLÉCULAS
CORRIENTE ARRIBA Y PERMITIENDO QUE
EL FLUIDO SE PREPARE PARA RECIBIR EL
OBJETO.

PARA PODER OBSERVARLO, SERÍA BUENO QUE PUDIERA
ACOMPañAR AL FLUIDO EN SU MOVIMIENTO...



UN TANTO COMPLICADO TU SISTEMA. EN LUGAR DE DESPLAZAR EL
OBJETO, TE SUGIERO QUE LO DEJES QUIETO Y HAGAS MOVER EL FLUIDO.



TIENES RAZÓN, CONSTRUI ESTA
ESPECIE DE CANAL PARA EL
AGUA, Y CON ESTE TACO PODRÉ
EMPUJAR EL FLUIDO

CERCA DEL TACO EL AGUA TENDRÁ
LA MISMA VELOCIDAD V
QUE LE IMPRIMAS A AQUEL

LA RELACIÓN DE HUGONIOT



EMPIEZO EMPUJANDO EL FLUIDO LENTAMENTE CON UNA VELOCIDAD V MENOR QUE LA DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE V_s POR ESTA ESPECIE DE GARGANTA

EN ESTA ZONA DE CONVERGENCIA EL NIVEL DEL AGUA ES PRÁCTICAMENTE CONSTANTE Y EL FLUIDO ACELERA...

... ¡COMO EN LOS RÁPIDOS DE UN RÍO!

BUENO, TODO ESTO YA LO SABÍAMOS... (*)

AHORA EMPUJO EL AGUA A UNA VELOCIDAD V MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE...

¡BASTA, SEÑORES!

INVERSAMENTE, AHORA EL AGUA SE AMONTONA A LA ENTRADA, SU NIVEL SUBE Y EL FLUIDO DESACELERA

EL FLUIDO PRESENTA DOS COMPORTAMIENTOS DIFERENTES SEGÚN SI EL NÚMERO $M = V/V_s$ (SIMILAR AL NÚMERO DE MACH EN AERODINÁMICA) ES MAYOR O MENOR QUE 1.

¿Y SI HALARA EN LUGAR DE EMPUJAR?

(*) Ver el volumen "Si l'on volait", del mismo autor.

SI HALAS SUAVEMENTE Y SI LA VELOCIDAD V DEL FLUIDO ES EN TODAS PARTES MENOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE, EL AGUA DESACELERA EN LA DIVERGENCIA Y SU NIVEL PERMANECE PRÁCTICAMENTE CONSTANTE.

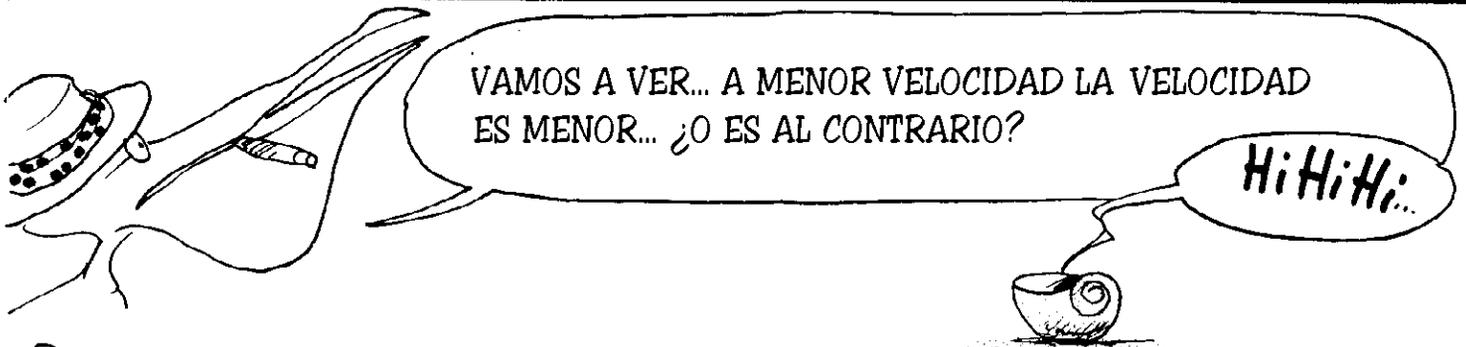


EN CAMBIO, SI HALO EL TACO CON FUERZA EL AGUA NO CORRE, LA SUPERFICIE DEL AGUA DESCENDE Y DEBIDO A ESTA DIVERGENCIA, EL FLUIDO, POR EL CONTRARIO, ACELERA.

ESTOS DOS

COMPORTAMIENTOS OPUESTOS SE RESUMEN EN EL TEOREMA DEL FÍSICO FRANCÉS HUGONIOT

<i>Hugoniot</i>	VELOCIDAD V MENOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE (MACH $M < 1$)	VELOCIDAD V MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE (MACH $M > 1$)
SI HAY CONVERGENCIA - EL FLUIDO: - EL NIVEL DEL AGUA:	- ACELERA - PERMANECE CONSTANTE	- DESACELERA - SUBE
SI HAY DIVERGENCIA - EL FLUIDO: - EL NIVEL DEL AGUA:	- DESACELERA - PERMANECE CONSTANTE	- ACELERA - BAJA



VAMOS A VER... A MENOR VELOCIDAD LA VELOCIDAD ES MENOR... ¿O ES AL CONTRARIO?

HiHiHi...

¡UFF! YA ME CANSÉ DE HALAR Y EMPUJAR ESTA MASA LÍQUIDA. TENGO QUE ENCONTRAR OTRA SOLUCIÓN

PROBEMOS CON ESTA PLANCHA. INCLINÁNDOLA MÁS O MENOS PUEDO REGULAR LA VELOCIDAD V DEL MOVIMIENTO...

¡AHORA SE PONE A CAMBIAR TODO!

¡PERO SI EL RESULTADO ES EL MISMO!

DE NUEVO UN MOVIMIENTO EN DIVERGENCIA, POR DEBAJO DE LA VELOCIDAD CRÍTICA. EL FLUIDO DESACELERA Y SU NIVEL PERMANECE PRÁCTICAMENTE CONSTANTE.

SI EL LÍQUIDO ALCANZA UNA VELOCIDAD V MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s LA DIFERENCIA RESULTA EN UNA DISMINUCIÓN DEL NIVEL DEL AGUA, QUE ACELERA.

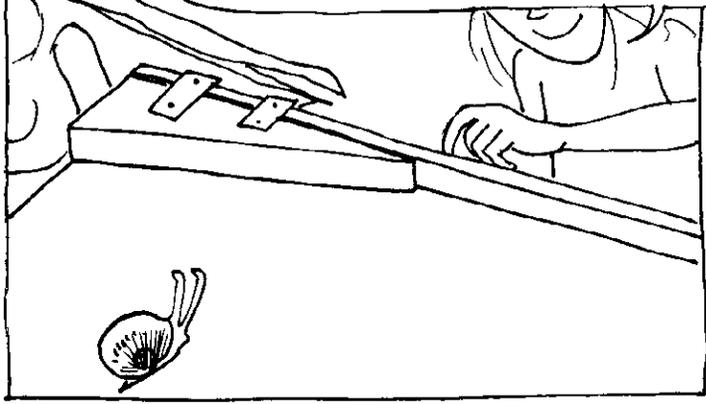
VELOCIDAD V MENOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE.
"NÚMERO DE MACH"
 $M < 1$

"Número de Mach"
 $M > 1$

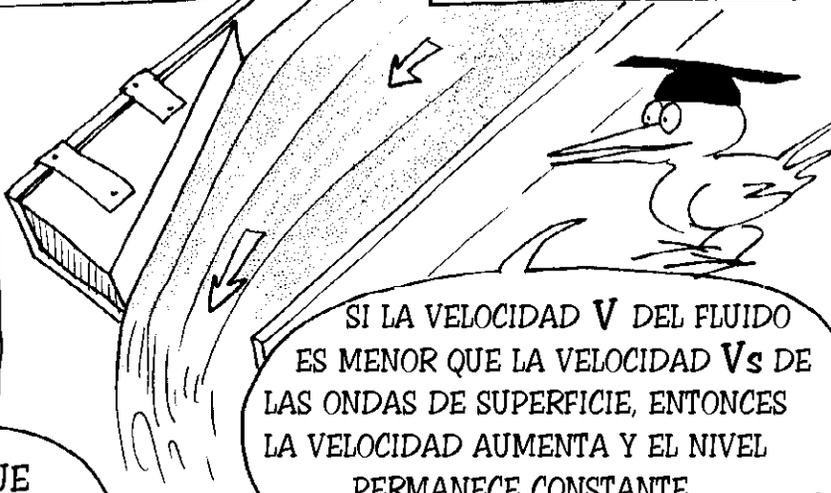
ZONA DE DISTENSIÓN

FRENTES DE ONDA

BIEN, RESTRINJAMOS AHORA EL MOVIMIENTO MEDIANTE CONVERGENCIA

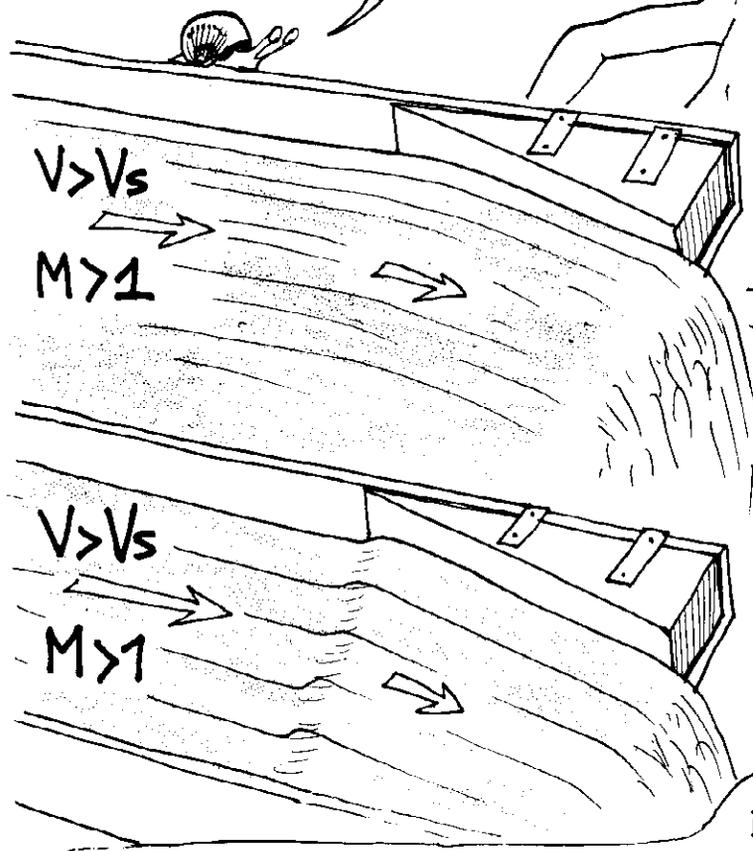


V MENOR QUE V_s
 M MENOR QUE 1



SI LA VELOCIDAD V DEL FLUIDO ES MENOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE, ENTONCES LA VELOCIDAD AUMENTA Y EL NIVEL PERMANECE CONSTANTE.

PERO SI LA VELOCIDAD V ES MAYOR QUE V_s ENTONCES EL NIVEL DEL AGUA SUBE Y EL FLUIDO DESACELERA



$V > V_s$
 $M > 1$

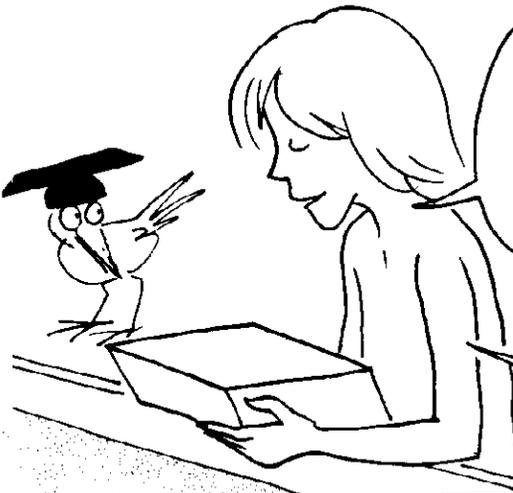
$V > V_s$
 $M > 1$

HAZ QUE SE ACELERE EL FLUIDO, ANSELMO. INCLINA UN POCO MÁS LA PLANCHA Y VEAMOS QUÉ SUCEDE...



LOS PARÁMETROS DEL FLUIDO VARÍAN NOTABLEMENTE AL ATRAVESAR UN DESNIVEL O FRENTE DE ONDA. EL AGUA ES FRENADA Y SU NIVEL VUELVE A SUBIR.

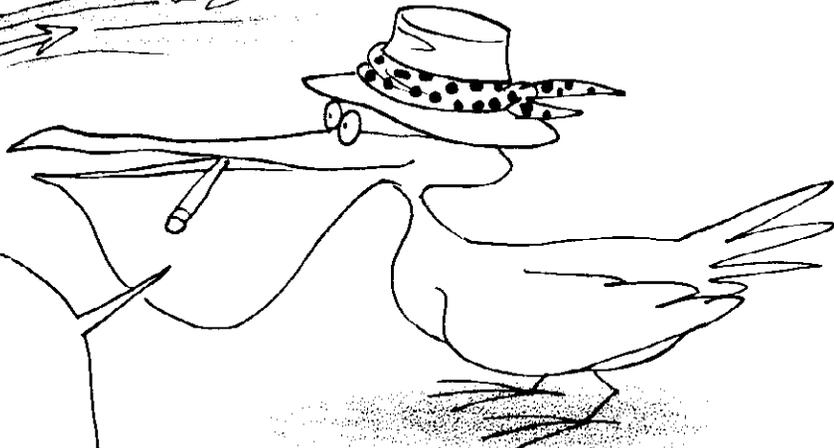
FLUJO ALREDEDOR DE UN CONTORNO



AHORA CON TODO LISTO PUEDO ESTUDIAR EL MOVIMIENTO DE UN FLUIDO EN TORNO A UN OBSTÁCULO. COMENCEMOS CON UN CASO EN EL QUE LA VELOCIDAD V DEL FLUIDO ES MENOR QUE V_s .

ESQUEMATIZARÉ EL CASCO DE UN BARCO MEDIANTE TRES DIEDROS SUCESIVOS.

EL FLUIDO SE ACELERA EN LA PROA, LA CUAL FORMA UNA CONVERGENCIA



HMM... ¡EFECTIVAMENTE!
LA VELOCIDAD ES MÁXIMA EN EL COSTADO.
EL FLUIDO DESACELERA LENTAMENTE HACIA LA POPA, MANTENIENDO UN NIVEL CONSTANTE HASTA VOLVER A RETOMAR SU VELOCIDAD



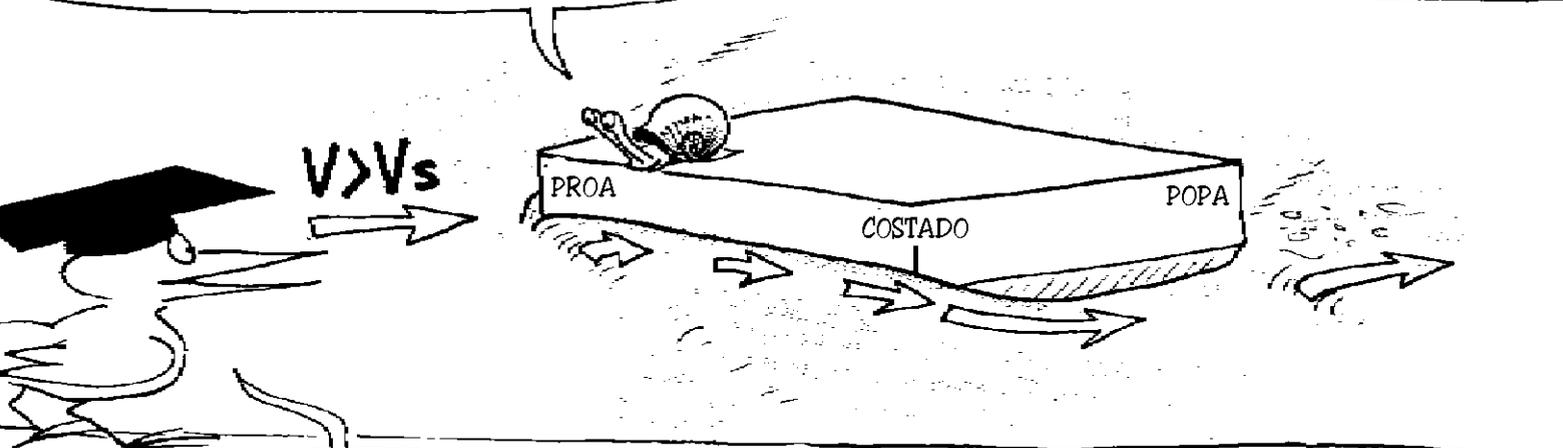
LAS ONDAS DE SUPERFICIE QUE VIAJAN A LA VELOCIDAD V_s PUEDEN IR CORRIENTE ARRIBA Y TRANSMITIR ENERGÍA AL FLUIDO. ASÍ, "INFORMADO" DE LA VECINDAD DE UN OBJETO, EL FLUIDO TIENE TIEMPO DE PREPARARSE PARA EL "ENCUENTRO", COMENZANDO A APARTARSE ANTES QUE EL OBJETO ESTÉ SOBRE ÉL.



$V < V_s$
¡ATENCIÓN,
QUE AHÍ VOY!

AHORA INCLINEMOS UN POCO MÁS LA PLANCHA DE MANERA QUE LA VELOCIDAD V DEL AGUA SEA MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE

GRACIAS AL TEOREMA DE HUGONIOT, SABEMOS QUE EL FLUIDO DESACELERA EN LA PROA, ACELERA EN EL COSTADO Y DESACELERA DE NUEVO EN LA POPA.



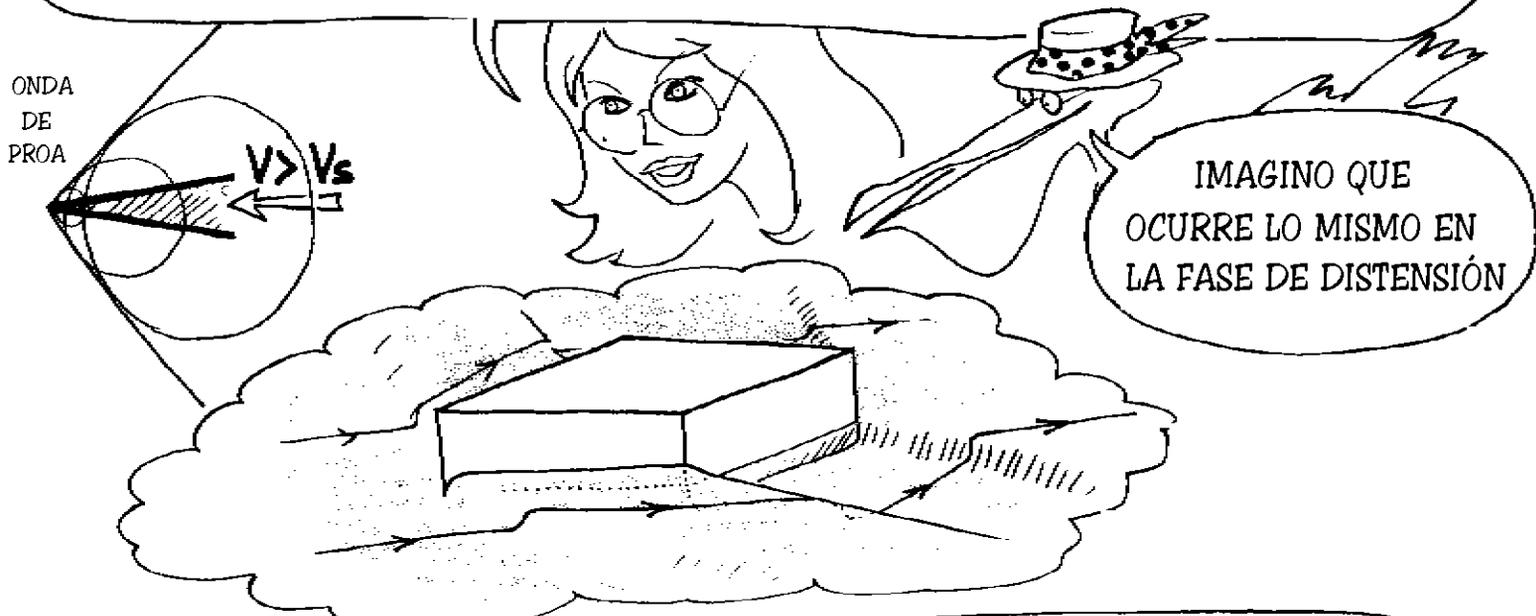
$V > V_s$

PROA COSTADO POPA

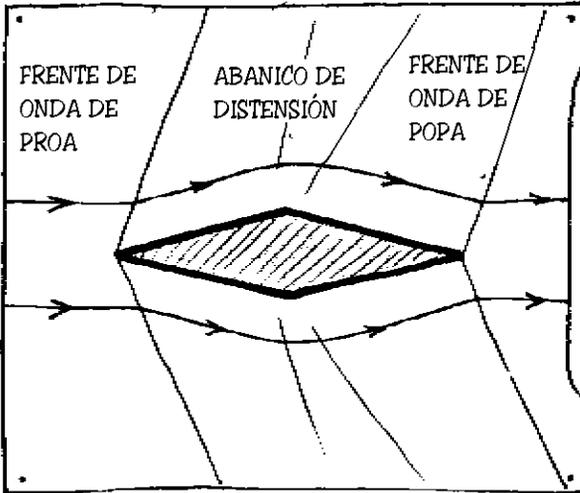
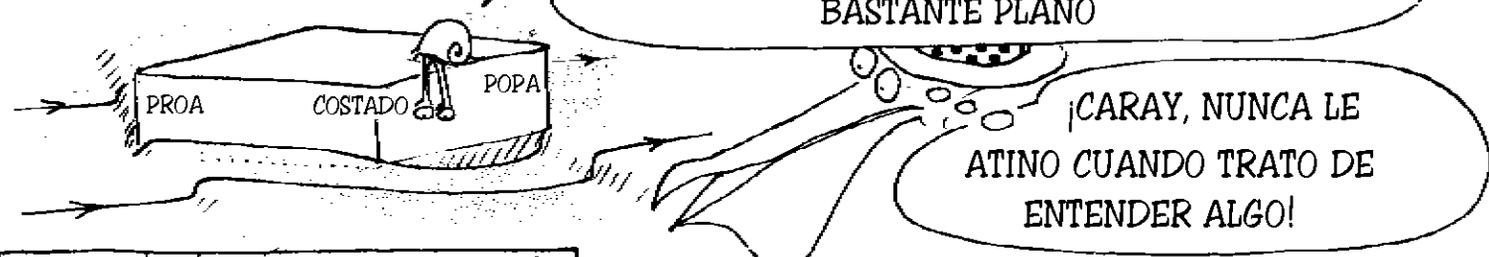
EN LA POPA EL AGUA ES BRUSCAMENTE DETENIDA Y ASCIENDE SOBRE LA LÍNEA DE FLOTACIÓN. AL PASO POR EL COSTADO SE REACELERA. ES MÁS, SE SOBREACELERA ES DECIR TIENE UNA VELOCIDAD MAYOR QUE LA DE SU FLUJO "LIBRE". AL MISMO TIEMPO, EL NIVEL CAE POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE FLOTACIÓN A LA ALTURA DE LA POPA, PARA LUEGO RECOBRAR LA VELOCIDAD Y EL NIVEL INICIALES.

LA ONDA DE PROA

EN ESTE CASO EN EL QUE LA VELOCIDAD V ES MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE, ENCONTRAMOS FRENTE DE ONDA. LA PROA, POR EJEMPLO, EMITE ONDAS DE SUPERFICIE QUE NO PUDIENDO VOLVER CONTRACORRIENTE SE AMONTONAN UNAS SOBRE OTRAS FORMANDO UN ABULTAMIENTO LÍQUIDO:
LA ONDA DE PROA.

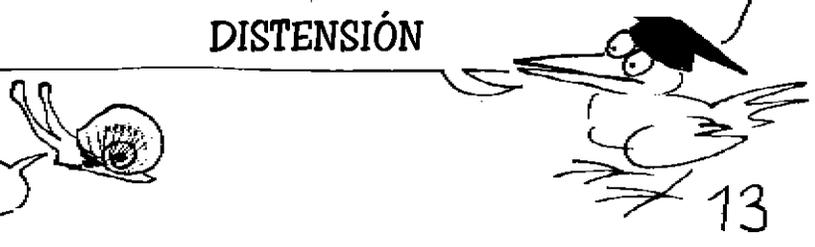


NO, AQUÍ NO HAY "FRENTE DE DISTENSIÓN", FRENTE DE RAREFACCIÓN. TODO ME PARECE BASTANTE PLANO



DE ESTA FORMA, LEÓN, LAS VARIACIONES DE VELOCIDAD Y DE NIVEL EN LA PROA Y EN LA POPA OCURREN DE MANERA BRUSCA, MEDIANTE FRENTE DE ONDA. EN COMPENSACIÓN, EN LOS COSTADOS LA VELOCIDAD Y EL NIVEL VARIAN CONTINUAMENTE EN UN ABANICO DE DISTENSIÓN

LA OBSERVACIÓN, LEÓN, LA OBSERVACIÓN...





TIRESIAS TIENE RAZÓN

FLOTCH
FLOTCH

NO ES FÁCIL VER LO QUE SUCEDE
BAJO LAS ALAS

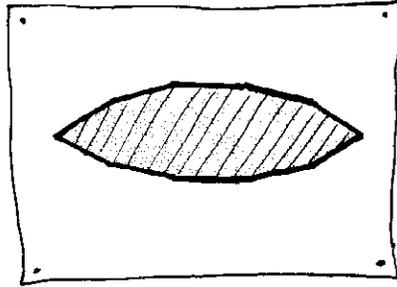


¡AHORA SÍ ESTÁ CLARO...!

¡CUIDADO CON LA ORILLA!



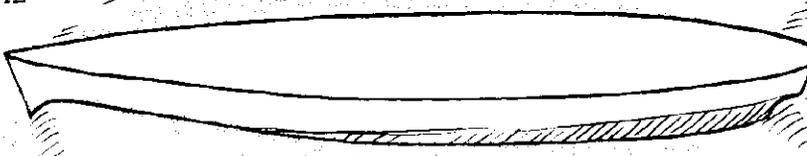
¡OTRA VÍCTIMA DE LA CIENCIA!



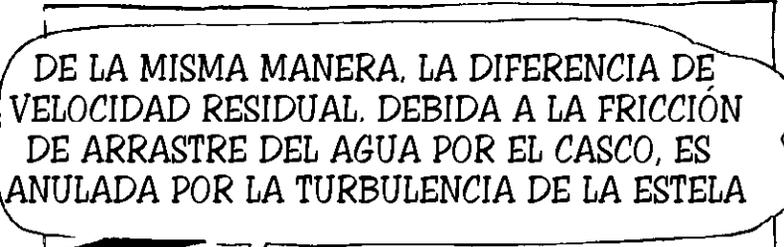
EN EL CASO DE UN BARCO, LOS COSTADOS PUEDEN
ASEMEJARSE A UNA SERIE DE CARAS NUMEROSAS

CORRIENTE
ARRIBA

CORRIENTE
ABAJO



LA ONDA DE POPA GARANTIZA UNA UNIÓN SUAVE CON EL
FLUIDO CORRIENTE ABAJO... ES POR ESTA RAZÓN QUE LOS
BOTES NO DEJAN SURCOS DETRÁS



DE LA MISMA MANERA, LA DIFERENCIA DE VELOCIDAD RESIDUAL, DEBIDA A LA FRICCIÓN DE ARRASTRE DEL AGUA POR EL CASCO, ES ANULADA POR LA TURBULENCIA DE LA ESTELA



¡CADA VEZ ME SORPRENDES MÁS TIRESIAS! ¿CUÁL ES ESE PRINCIPIO?

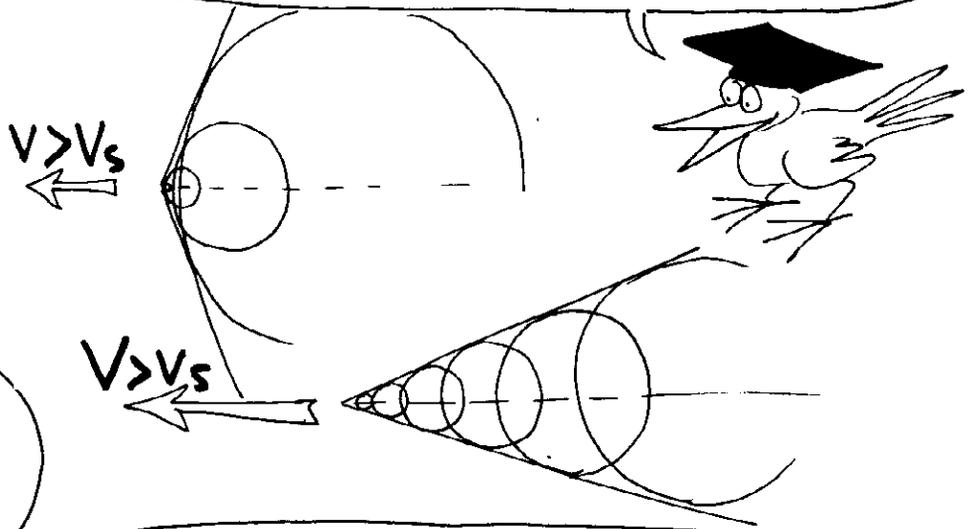
¡HEY, HE ENCONTRADO EL
PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA
MECÁNICA DE FLUIDOS!

POR FAVOR DEJAR EL FLUIDO EN EL
MISMO ESTADO EN QUE LO
ENCONTRARON

MEDICIÓN DE VELOCIDADES

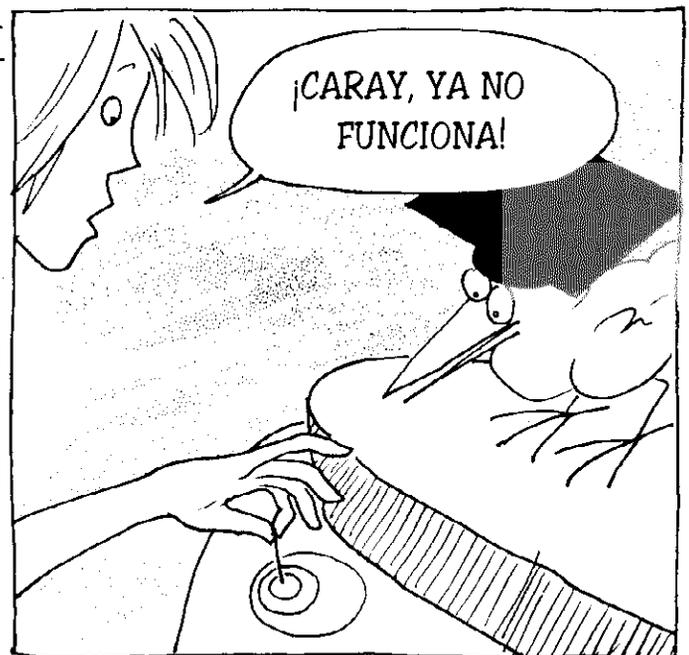
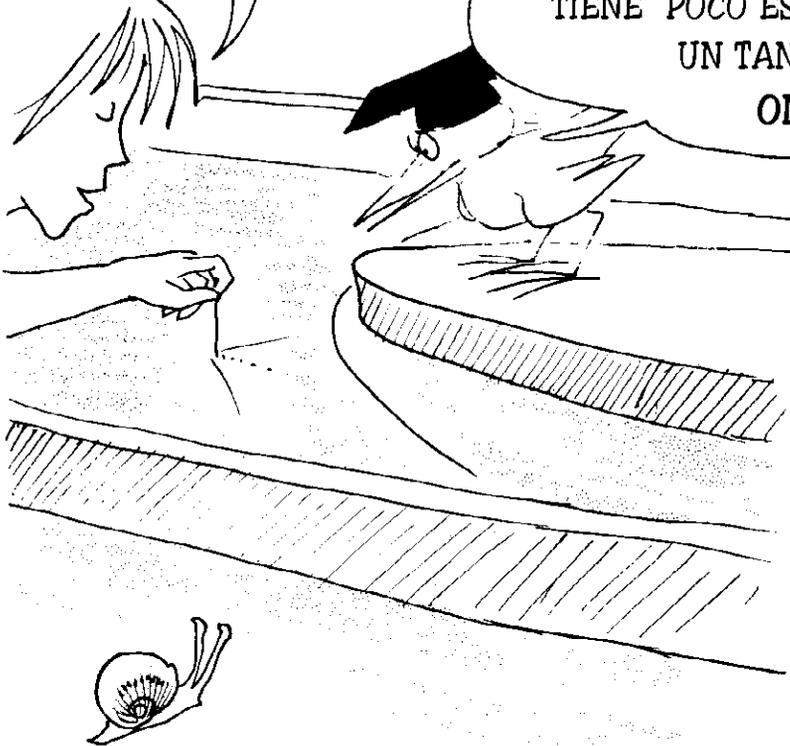
PARA COMPRENDER LO QUE SUCEDE SE REQUIERE DE UN MEDIO PARA MEDIR LA VELOCIDAD.

SI SE COLOCA UNA AGUJA EN UN FLUJO CUYA VELOCIDAD V ES MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE, ENTRE MAYOR SEA LA VELOCIDAD, MÁS INCLINADOS ESTARAN LOS FRENTE SOBRE LA TRAYECTORIA.



TIENES RAZÓN, MAX. ASÍ PUEDO MEDIR LA VELOCIDAD V (*)

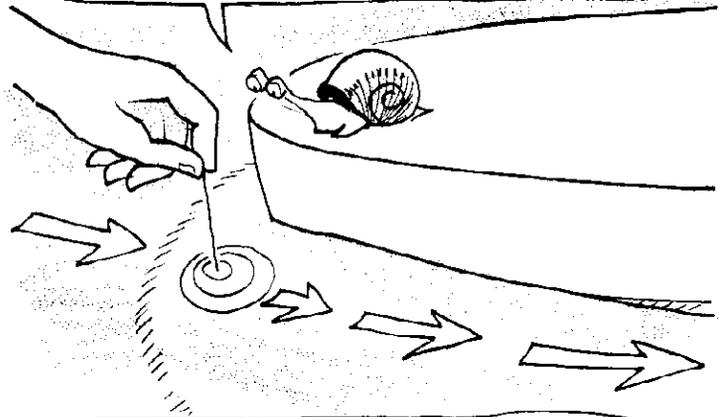
MIRA: CUANDO LA PARTE ANTERIOR DEL OBJETO TIENE POCO ESPESOR, EL FRENTE DE ONDA SE FORMA UN TANTO ADELANTE Y FORMA UNA ONDA DESPRENDIDA



(*) Ver Apéndice A

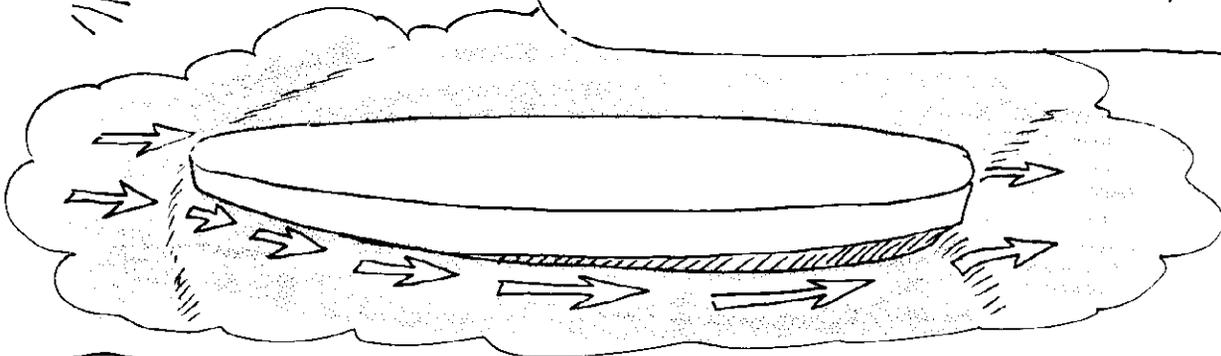
ES NORMAL EN ESTA ZONA DE POCO ESPESOR CERCANA A LA PROA, DONDE LA VELOCIDAD V ES MENOR QUE V_s

EN ESTE CASO ES COMO SI EL OBJETO SE FABRICARA SOBRE MEDIDA, GRACIAS A ESTA ONDA DE PROA Y PARA NAVEGAR MEJOR, UNA ZONA EN LA QUE V ES MENOR QUE V_s



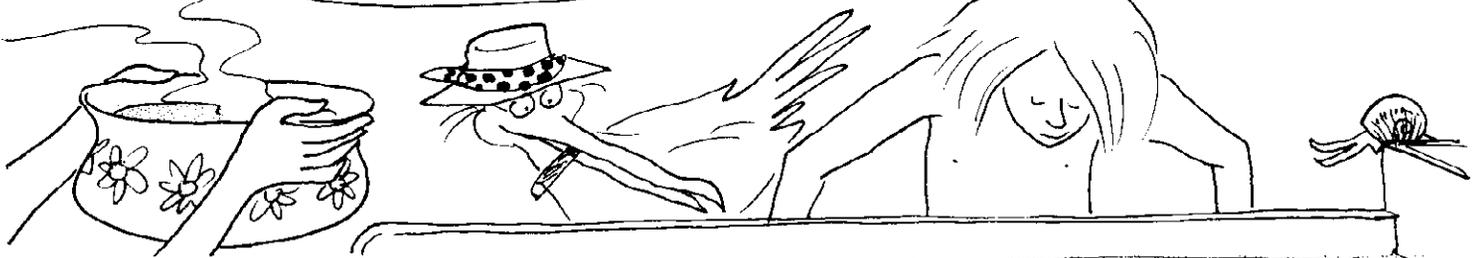
PERO ENTONCES... ¿CÓMO HACE EL AGUA PARA DESPLAZARSE A UNA VELOCIDAD TAN PEQUEÑA?

ELEMENTAL, MI QUERIDO LEÓN, ALLÍ DONDE EL FLUIDO SE FRENA EL NIVEL DEL AGUA SUBE, Y VICEVERSA



AHORA LAS COSAS COMIENZAN A ACLARARSE UN POCO...

VAMOS, SABELOTODOS...
¡HORA DE COMER!



NO ESTARÍA NADA MAL SI SE LOGRARA ELIMINAR ESTAS ONDAS...

QUE POR CIERTO CONSUMEN ENERGÍA.

HMM...
ALGO TRAMAN
¿QUÉ SERÁ?

SÍ. ALLÍ ADENTRO HAY ENERGÍA. LO DEMUESTRA EL HECHO DE QUE EL TIPO CON SU LANCHA LOGRA DEMOLERNOS LA EMPALIZADA PARA EL MUELLE.

SI SE LOGRARA "AVISAR" AL FLUIDO CORRIENTE ARRIBA, LA ONDA NO SE FORMARÍA...

POR LO TANTO,
INCLUSO LLENDO MÁS RÁPIDO QUE LAS ONDAS DE SUPERFICIE,
SE REQUERIRÍA INTERVENIR CONTINUAMENTE EL FLUIDO.

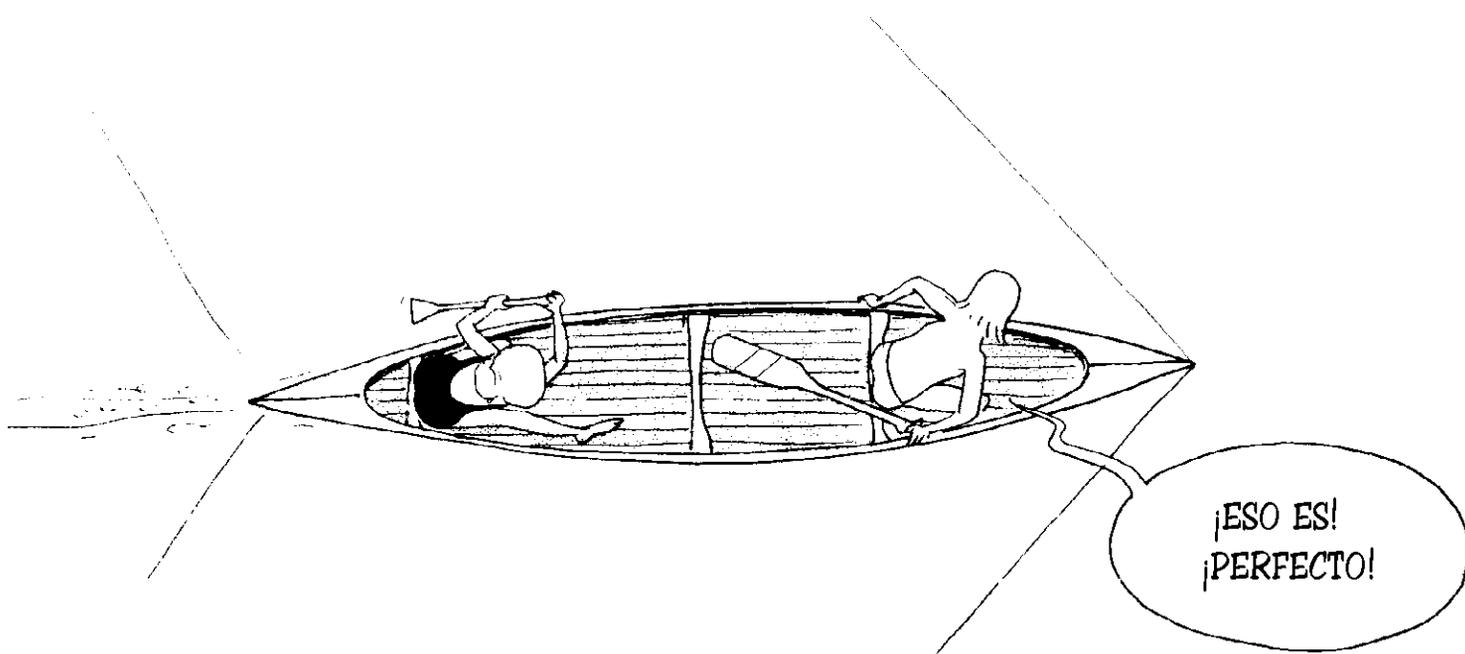
HEP!

LOS PLATOS...

TIENE QUE EXISTIR UNA SOLUCIÓN...

AH!..

SNAP!



VEAMOS QUÉ SUCEDE AHORA...

NO. ASÍ NO FUNCIONA

¡CUIDADO!

PARECE QUE ALGO ANDA MAL...

¿QUÉ ESTÁN HACIENDO?

NADA.. ¡ANSELMO INTENTABA INFORMAR A LAS MOLÉCULAS!

NO ENTIENDO QUÉ ESPERABAS. SI QUIERES "INFORMAR" AL FLUIDO, TAL COMO SOSTIENES, NECESITAS IDEAR Y COLOCAR CORRIENTE ARRIBA NUEVOS OBJETOS MATERIALES, QUE A SU VEZ PRODUCIRÁN SUS PROPIAS ONDAS. ¡UN CÍRCULO VICIOSO!

ESPERA UN MOMENTO...

SOFÍA DICE QUE NO HACES MÁS QUE TRASLADAR EL PROBLEMA

DICE QUE NAVEGAR SIN PRODUCIR UNA ONDA DE PROA ES IMPOSIBLE

ANSELMO DESCUBRE LA MAGNETOHIDRODINÁMICA



SI EN UN FLUIDO SE CREA, POR UNA PARTE, UN CAMPO MAGNÉTICO \vec{B} , Y POR OTRA UNA CORRIENTE ELÉCTRICA \vec{I} PERPENDICULAR A AQUEL, EL FLUIDO EXPERIMENTA UNA

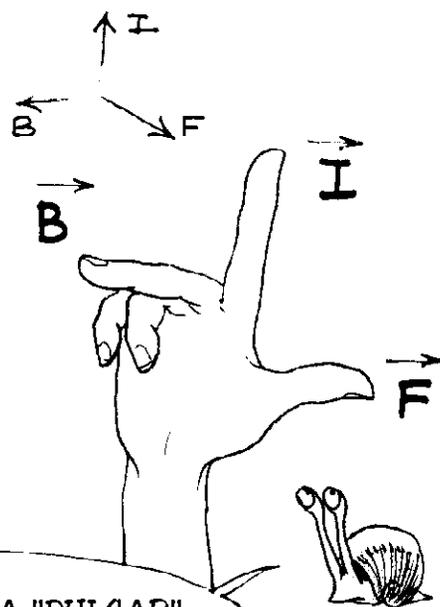
FUERZA DE LAPLACE

DE INTENSIDAD $I\vec{B}$ CUYA DIRECCIÓN ESTÁ DADA POR LA REGLA DE LA MANO DERECHA:

SE FORMA UN TRIEDRO CON EL PULGAR, EL ÍNDICE Y EL ANULAR.

SI LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE \vec{I} QUE ATRAVIESA EL MATERIAL SE DIRIGE SEGÚN EL ÍNDICE Y EL CAMPO MAGNÉTICO \vec{B} SEGÚN EL ANULAR, APARECERÁ UNA FUERZA EN LA DIRECCIÓN DEL PULGAR.

La Dirección



LA FUERZA "PULGAR"

¡SANTO CIELO!
¿QUÉ ES ESTE APARATEJO?

HE CONSTRUIDO UN
CONVERTIDOR
MAGNETOHIDRODINÁMICO
SIMILAR AL INVENTADO EN
1860 POR EL FÍSICO
INGLÉS FARADAY

¿POR QUÉ
CONVERTIDOR?

PORQUE CONVIERTE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN
MOVIMIENTO, EN ENERGÍA CINÉTICA

LOS VECTORES DE CAMPO MAGNÉTICO \vec{B} ,
Y CORRIENTE \vec{I} , FORMAN CON EL EJE DEL
CANAL UN TRIEDRO TRIRECTÁNGULO.

LA BOBINA CREA EL CAMPO MAGNÉTICO Y LA SAL QUE PUSE EN EL AGUA POTENCIA
SUS PROPIEDADES DE CONDUCTORA DE LA ELECTRICIDAD. CON ESTE REÓSTATO
PUEDO HACER VARIAR LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE QUE PASA POR EL AGUA.

MODIFICANDO LA
CORRIENTE \vec{I} Y EL CAMPO
MAGNÉTICO \vec{B} PUEDES
ENTONCES ACELERAR O
DESACELERAR A
VOLUNTAD EL FLUIDO

CRITERIO DE INTERACCIÓN

ME PARECE QUE ESTA HISTORIA SE ESTÁ COMPLICANDO UN POCO

EMPEZAMOS CON UN PROBLEMA DE FLUIDOS Y SUS MOVIMIENTOS...

... Y AHORA HAY MUCHA CONFUSIÓN

... ¡DEMASIADA!

HOLA CHICOS, ¿A QUÉ SE DEDICAN HOY?

TRATO DE CAMBIAR LOS DATOS TRADICIONALES DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS INTRO-DUCIENDO PARÁMETROS ADICIONALES: FUERZAS QUE ACTÚAN A DISTANCIA SOBRE LA MASA DEL FLUIDO

¡AHORA SÍ QUE NO ENTIENDO NADA!

¡APUESTO A QUE NO NOS VAMOS A ABURRIR!

¿PERO QUIÉN TE DIJO QUE ESTAS FUERZAS TIENEN ALCANCE SUFICIENTE?

ME PARECE QUE SE TRATA DE UN PROBLEMA DE ENERGÍA

¡ANSELMO ESTÁ HOY EN BUENA FORMA!

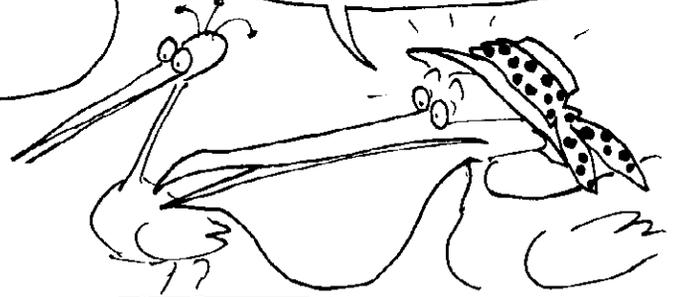
¿QUÉ QUIERES DECIR?

EL FLUIDO TIENE UNA CIERTA ENERGÍA CINÉTICA. PARA MODIFICAR SU VELOCIDAD CON FUERZAS DE LAPLACE, ES NECESARIO EMPLEAR UNA ENERGÍA DEL MISMO ORDEN DE MAGNITUD.

MÁS AÚN: SI ESTA ENERGÍA TRANSMITIDA POR LAS FUERZAS DE LAPLACE ES MAYOR QUE LA ENERGÍA CINÉTICA DEL FLUIDO, LÓGICAMENTE SE DEBERÍA PODER CONTROLAR DEL TODO EL MOVIMIENTO.



¡¡¿QUÉ?!!
¿QUÉ CUENTOS SON ESOS, MAX?

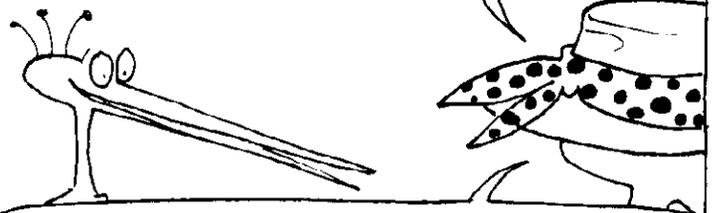


PUES SÍ, MI QUERIDO AMIGO...
¡PARECE QUE AQUÍ HABRÁ EMOCIÓN HOY!



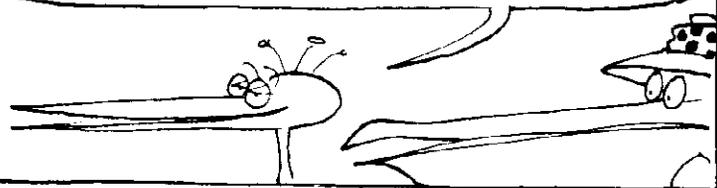
¡NI ME DIGAS! YA CONOCES A ANSELMO. SI NO SE LO DETIENE, ¡EMPIEZA A INTENTAR DE TODO!

¡SI ALMENOS ESTUVIERA SOFÍA!
PARECE QUE SE FUE A LA PLAYA.

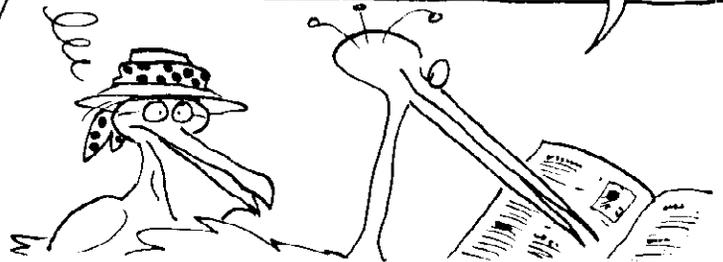


LA TAL MAGNETOHIDRODINÁMICA NO ME SABE A NADA BUENO.

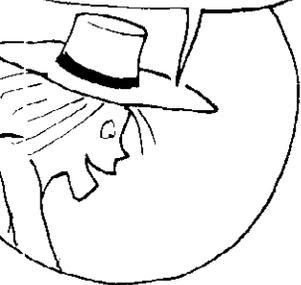
¡BAH! TUS TEMORES SON INÚTILES. EN EL FONDO SE TRATA SÓLO DE BAJA TENSIÓN:
¡40 VOLTIOS Y 10.000 GAUSS (*) NO PUEDEN MODIFICAR EL ESPACIO-TIEMPO!



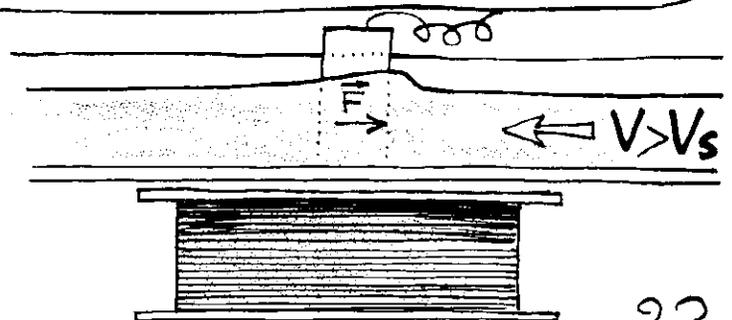
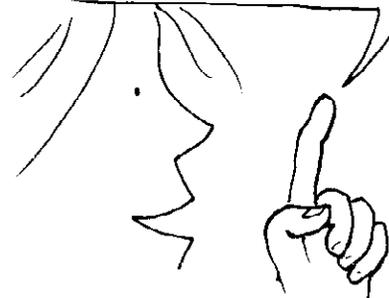
TSS... MAGNETOHIDRODINÁMICA, ABREVIADO MHD, SE ENCUENTRA TAMBIÉN EN EL DICCIONARIO...



¡EY, MIREN!



UTILIZANDO EL SISTEMA COMO DESACELERADOR, Y EMPLEANDO SUFICIENTE ENERGÍA, PUEDO CREAR UN FRENTE DE ONDA ESTACIONARIO SIN OTROS OBSTÁCULOS APARTE DE LAS FUERZAS DE LAPLACE IB



(*) Unidad de inducción magnética en el sistema CGS (NdT)

NO HAY DUDA QUE
ASÍ ES

MUY BIEN, DE ACUERDO,
¿Y QUÉ CON ESO?

¡ESO ES CLÁSICO,
Y ES CONOCIDO!

¡FÍSICA TOTALMENTE
CLÁSICA!

BLOQUEO

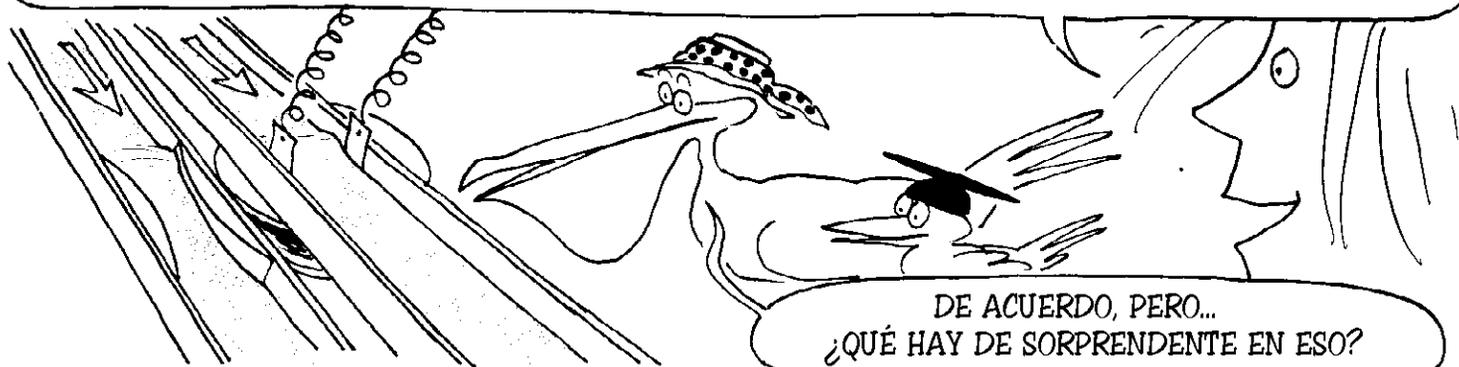
EN ESTA SEGUNDA CANAL, CON LA AYUDA DE ESTOS BLOQUES,
CREO UN ESTRECHAMIENTO, UN ESTRANGULAMIENTO.

UNA CANAL SIN ELECTRODOS NI CAMPOS MAGNÉTICOS

SI EL ESTRECHO NO ES MUY
PRONUNCIADO, SE TIENEN
FRENTE DE ONDA QUE SE
CRUZAN

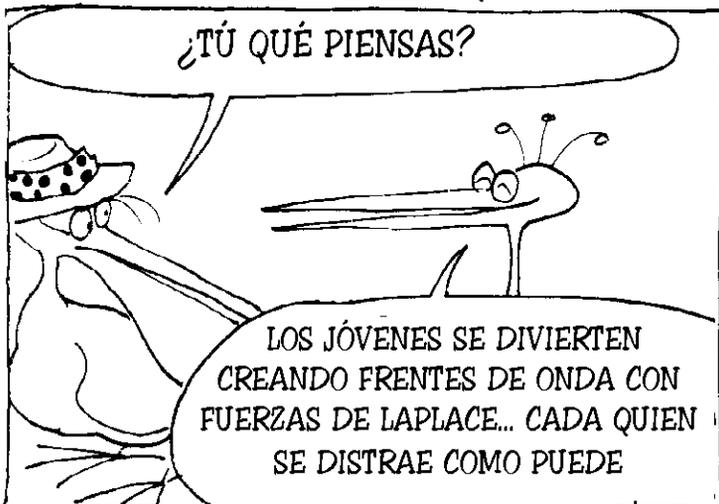
PERO SI EL ESTRECHO ES MUY MARCADO, LOS FRENTE SE AMONTONAN
EN UNA ONDA FRONTAL QUE SE ESTABILIZA A LA ENTRADA DEL CANAL. SI BIEN
EL FLUIDO CONTINÚA MOVIÉNDOSE, A ESTE FENÓMENO SE LE CONOCE COMO
BLOQUEO.

PUEDEN DARSE CUENTA, ENTONCES, QUE DE ESTA MANERA REALIZO EL MISMO BLOQUEO QUE CON UNA DISMINUCIÓN DE LA SECCIÓN



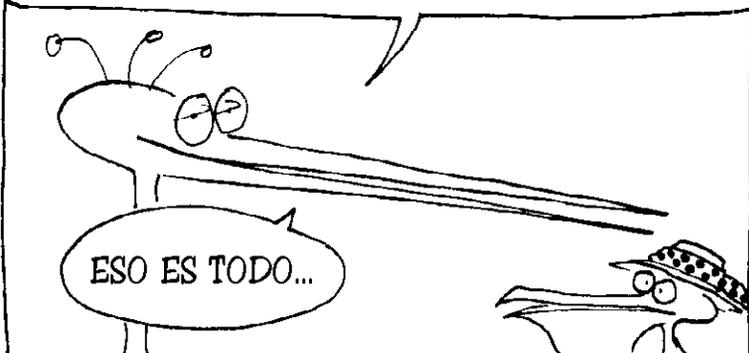
DE ACUERDO, PERO...
¿QUÉ HAY DE SORPRENDENTE EN ESO?

¿TÚ QUÉ PIENSAS?



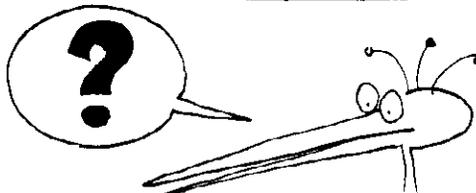
LOS JÓVENES SE DIVIERTEN
CREANDO FRENTES DE ONDA CON
FUERZAS DE LAPLACE... CADA QUIEN
SE DISTRAE COMO PUEDE

SI ANSELMO AÑADE A SU ESTRECHAMIENTO DE SECCIÓN LAS FUERZAS DE LAPLACE, OBTIENE UN BLOQUEO MÁS FUERTE



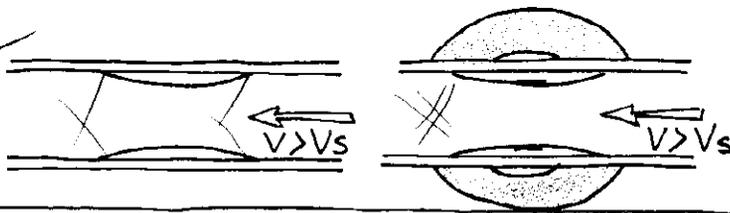
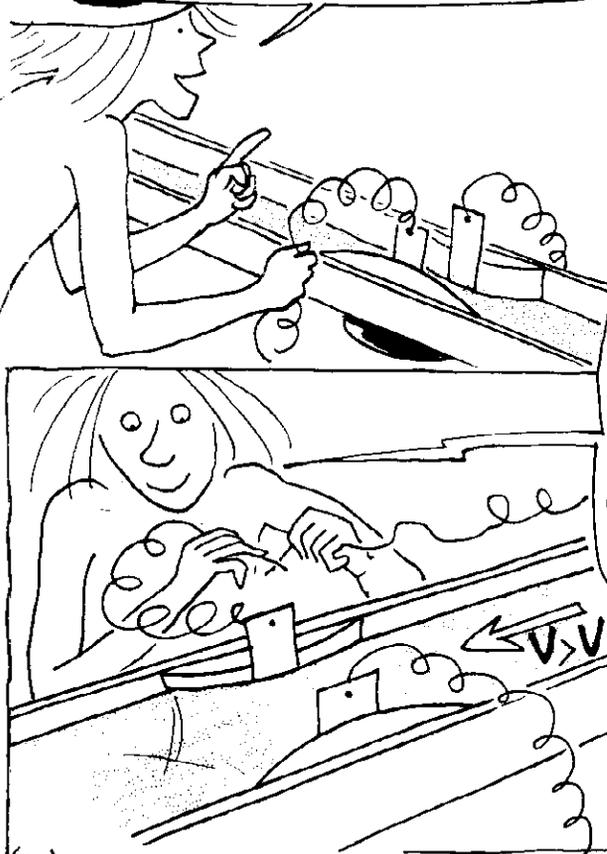
ESO ES TODO...

DE ACUERDO, PERO SI INVIERTO
LA FUERZA DE LAPLACE



DESBLOQUEO

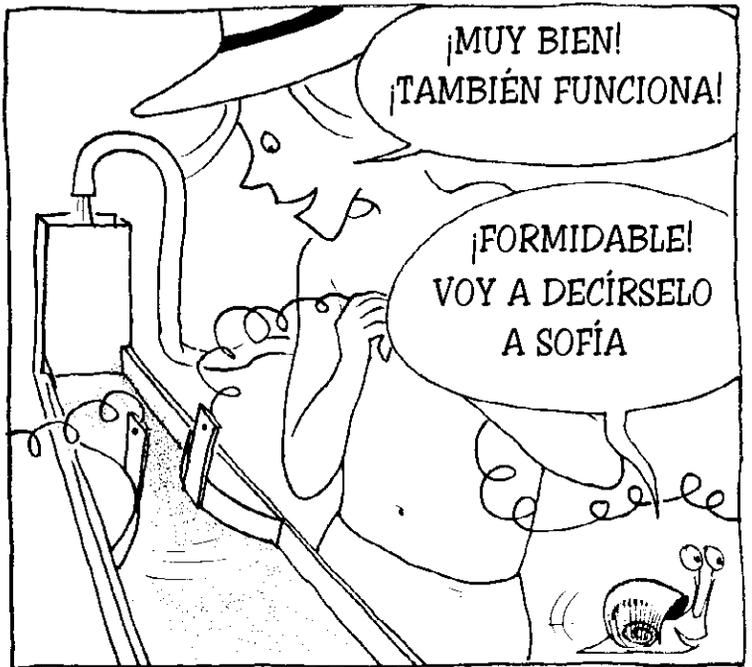
COMIENZO CON UN ESTRECHO POCO MARCADO. PARA INVERTIR LA FUERZA, PUEDO INVERTIR EL CAMPO MAGNÉTICO B O INVERTIR LA CORRIENTE I . ¡ESO ES! ¡SI EL PRODUCTO IB ES SUFICIENTEMENTE GRANDE (*) ¡LA FUERZA ACELERADORA DE LAPLACE HACE DESAPARECER LOS FRENTES DE ONDA!



(*) Ver Apéndice B



AHORA HARÉ EL
ESTRANGULAMIENTO MÁS
ESTRECHO



¡MUY BIEN!
¡TAMBIÉN FUNCIONA!

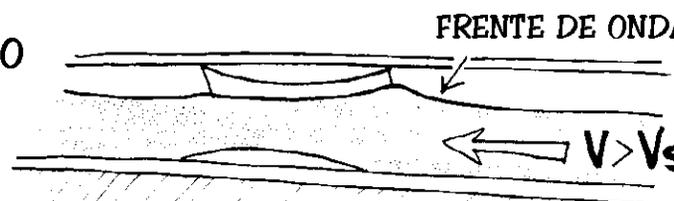
¡FORMIDABLE!
VOY A DECÍRSELO
A SOFÍA



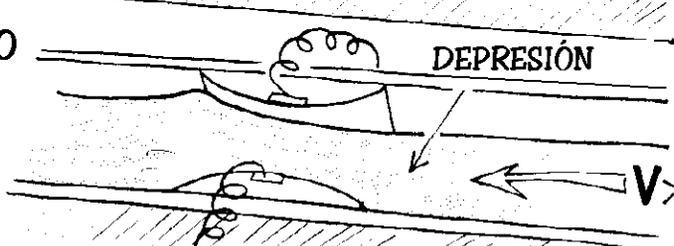
LA ONDA FRONTAL ES
ANULADA



BLOQUEO



DESBLOQUEO
DEBIDO A LAS
FUERZAS
ACELERADORAS
DE LAPLACE



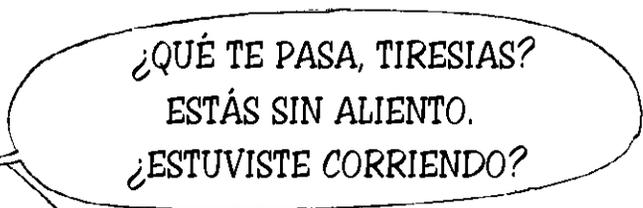
FRENTE DE ONDA

DEPRESIÓN

AUMENTANDO LAS FUERZAS DE LAPLACE, ANSELMO
LOGRA INCLUSO SUCCIONAR EL AGUA, HASTA EL PUNTO DE
BAJAR EL NIVEL CORRIENTE ARRIBA Y CREAR UNA DEPRESIÓN



¡SOFÍA!
ANSELMO HA
REALIZADO UN
MECANISMO
IMPOSIBLE

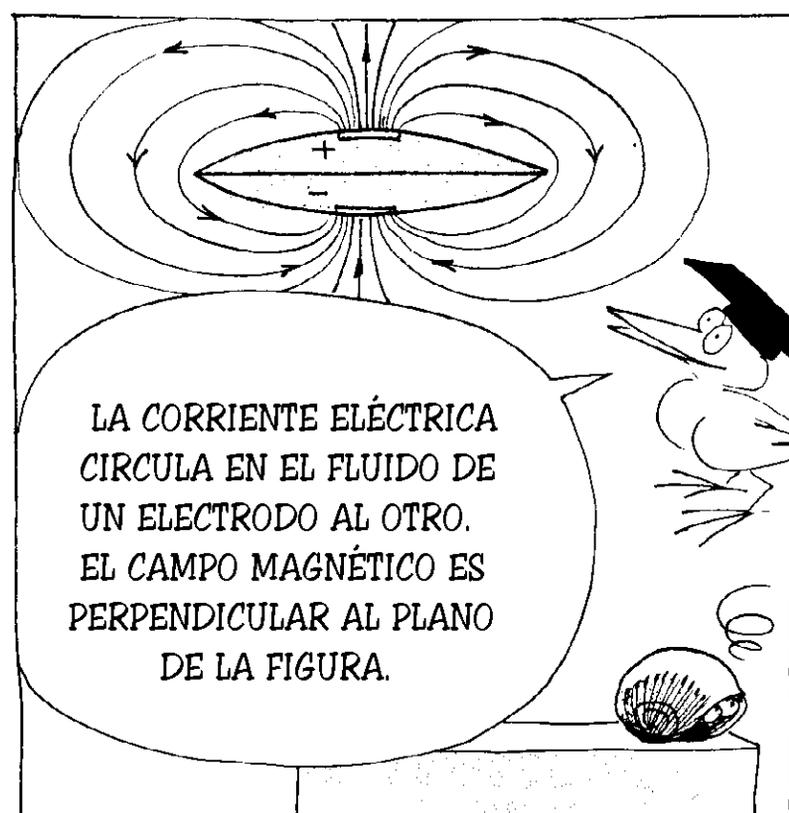


¿QUÉ TE PASA, TIRESIAS?
ESTÁS SIN ALIENTO.
¿ESTUVISTE CORRIENDO?

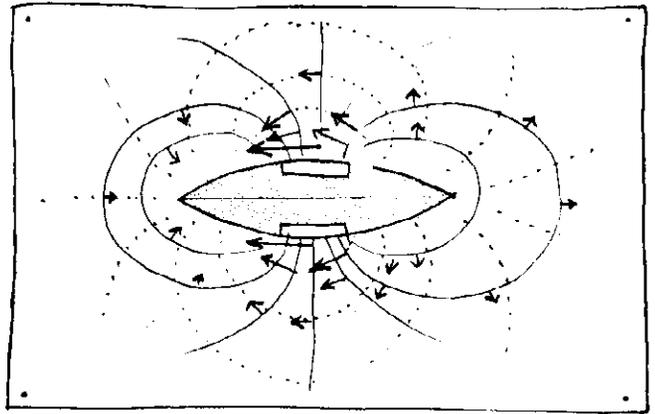




ANULACIÓN DE LA ONDA DE PROA

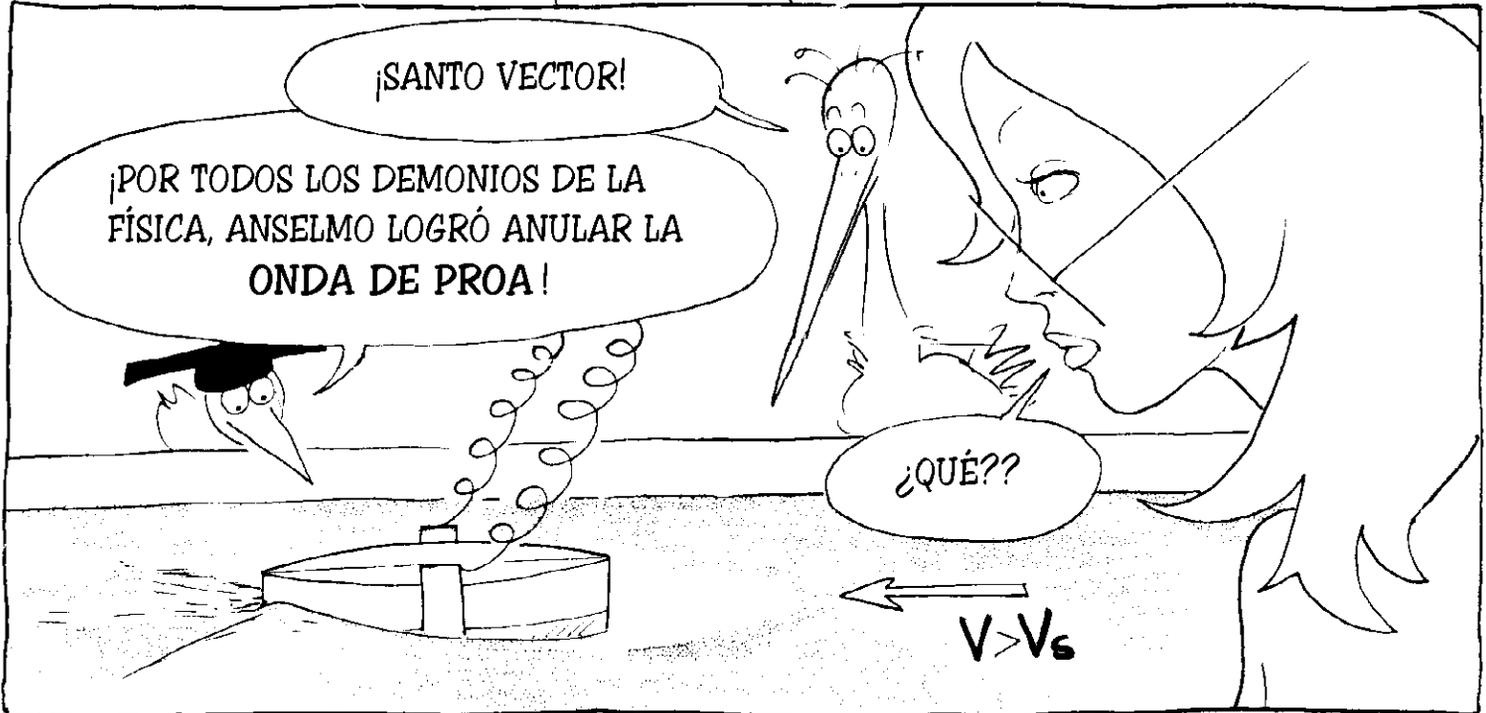


APLICANDO LA
REGLA DE LA MANO
DERECHA OBTENGO LA
DIRECCIÓN DEL CAMPO DE
FUERZA SOBRE EL FLUIDO



¡SANTO VECTOR!

¡POR TODOS LOS DEMONIOS DE LA
FÍSICA, ANSELMO LOGRÓ ANULAR LA
ONDA DE PROA!



¿QUÉ ESTÁ
HACIENDO ESTE
CHICO?

LES HAGO NOTAR QUE SI BIEN HA ANULADO LA ONDA
DE PROA, LA ONDA DE POPA SIGUE ALLÍ...



¡NO, TODO LO CONTRARIO!
ME PREGUNTO DE DÓNDE LO
HABRÁ SACADO...

¿PERO ACASO NO ME HABÍAN DICHO
QUE SE TRATABA DE DIVULGACIÓN
CIENTÍFICA?...
NO COMPRENDO
NADA DE NADA...

¿SABES CÓMO SE LLAMA
LA DIVULGACIÓN DE LOS
ARTEFACTOS AÚN DESCONOCIDOS?

SE LLAMA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

¡LO QUE YO DECÍA!

AH!..

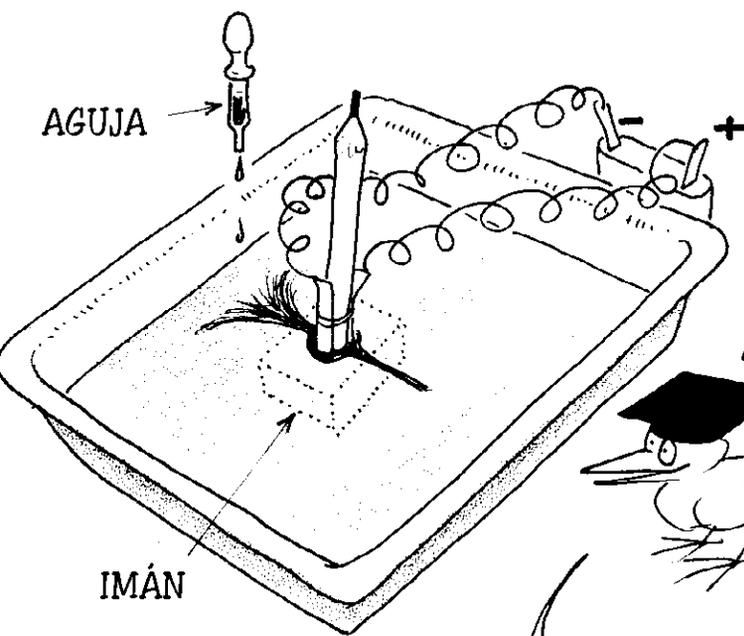
ENTONCES, FRENTE A UN
OBJETO MÁS COMPACTO, LA
ONDA FRONTAL SE SEPARA

CÓMO CONSTRUIR EL PROPIO ACELERADOR MHD

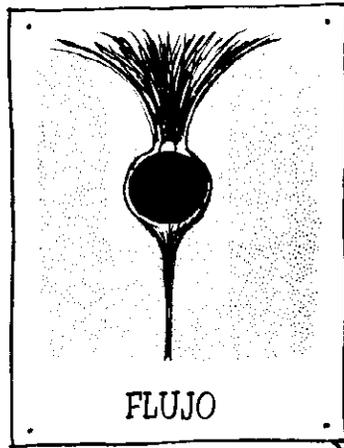
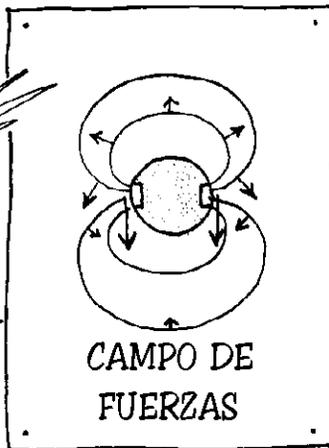
EL OBJETO PUEDE SER HASTA
UN SIMPLE CILINDRO

NO TENGO QUE HACER MÁS QUE
FIJAR DOS ELECTRODOS DE
METAL SOBRE UN LÁPIZ (*)

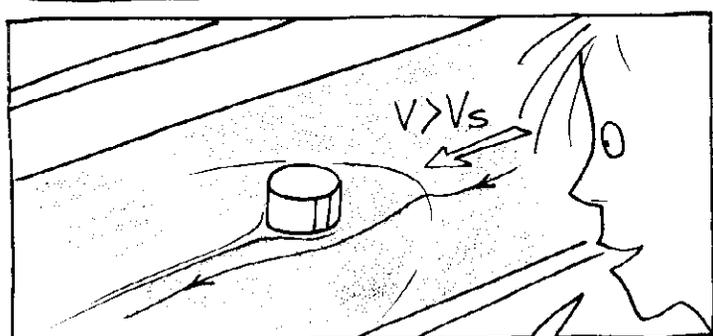
CON UNA CUBETA LLENA DE AGUA
SALADA Y UN IMÁN SE PUEDE
OBSERVAR EL BOMBEO DEBIDO A LAS
FUERZAS DE LAPLACE



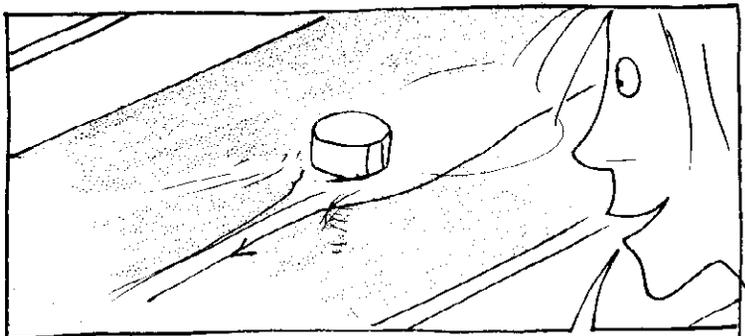
EL IMÁN BAJO ESTE RECIPIENTE CREA UN CAMPO MAGNÉTICO B VERTICAL. CON TINTA ES POSIBLE VISUALIZAR EL BOMBEO



CON UN PEQUEÑO IMÁN PERMANENTE Y UNA PILA DE BOLSILLO SE PUEDE OBSERVAR EL BOMBEO. PERO PARA ACTUAR SUFICIENTEMENTE SOBRE EL FLUIDO HASTA EL PUNTO DE MODIFICAR LA ESTRUCTURA DE LOS FRENTE DE ONDA, SE REQUIEREN FUERZAS DE LAPLACE DIEZ VECES MÁS GRANDES.



COLOCO ESTE MODELITO EN MI CANAL LABORATORIO Y AUMENTO LA FUERZA. AL COMIENZO LA ESTELA NO ES TURBULENTO. LA ONDA FRONTAL SE DEFORMA.



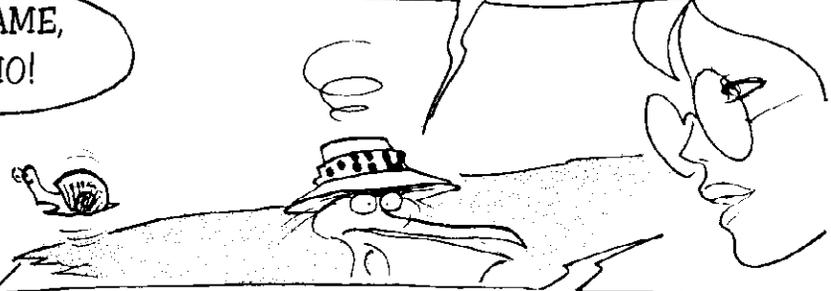
SIGO AUMENTANDO. LA ONDA FRONTAL DESAPARECE Y ES SUSTITUIDA POR UNA DEPRESIÓN DE LA SUPERFICIE LÍQUIDA

PASEMOS AHORA A LAS APLICACIONES

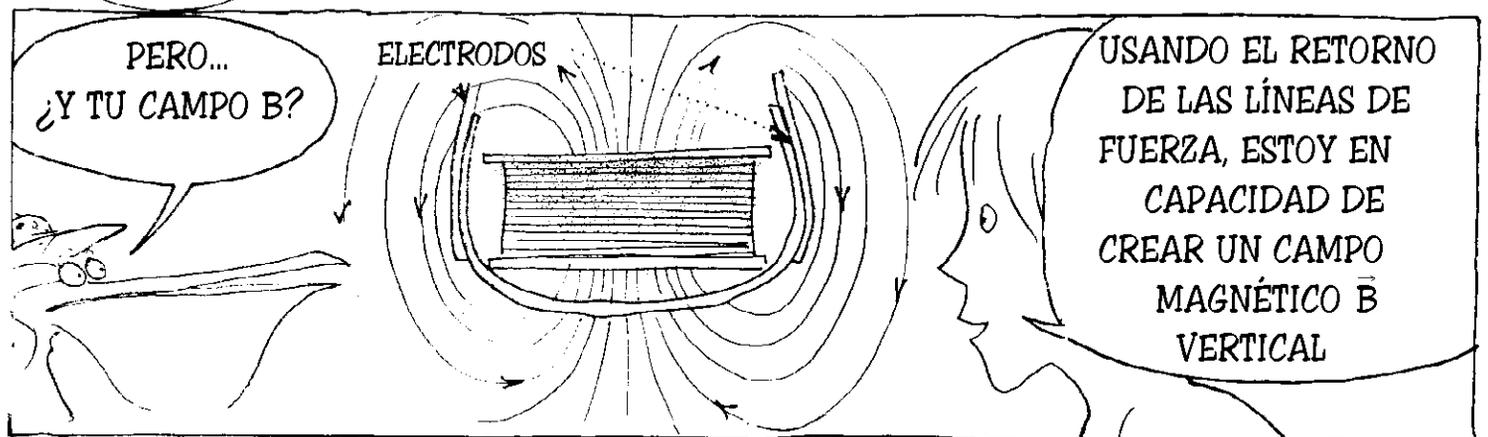
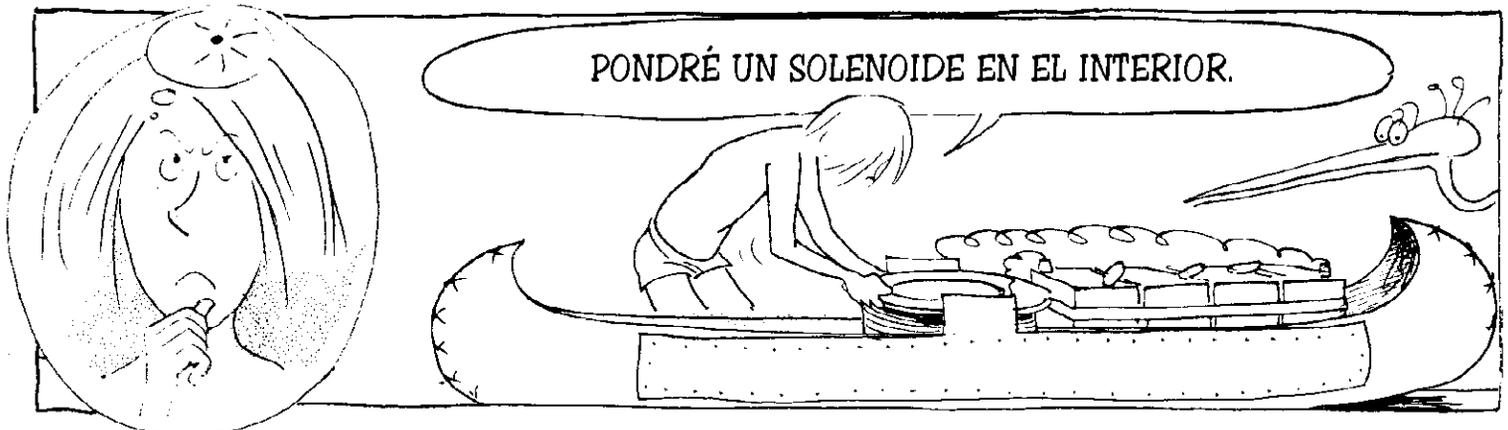
¿QUÉ PIENSAS TÚ?



¡ESPÉRAME, ANSELMO!

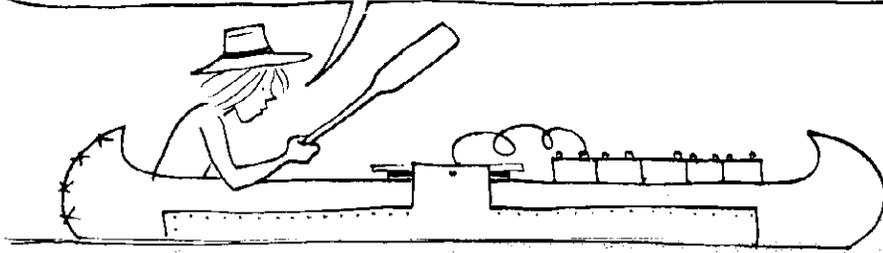


LAS FUERZAS DE LAPLACE ACTÚAN A DISTANCIA PARECE QUE ANSELMO HA ENCONTRADO LA MANERA DE "INFORMAR" AL FLUIDO CORRIENTE ARRIBA.



PROPULSIÓN MHD

VEAMOS... PUSE A FUNCIONAR MI ANULADOR DE ONDA DE PROA. NO ME QUEDA MÁS QUE REMAR PARA IMPULSAR LA CANOA A UNA VELOCIDAD V MAYOR QUE LA VELOCIDAD V_s DE LAS ONDAS DE SUPERFICIE.



¡INCREÍBLE! ¡LA CANOA SE MUEVE POR SÍ SOLA!



CLARO: EL SISTEMA MHD BOMBEA EL AGUA HACIA LA PARTE POSTERIOR, Y ESTO MODIFICA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN SOBRE EL CASCO, DANDO COMO RESULTADO UN EMPUJE

¡UY, MIRA CÓMO LES FALLA EL TRUCO!

¡NO! ¡ES LA ELECTRÓLISIS DEL AGUA!



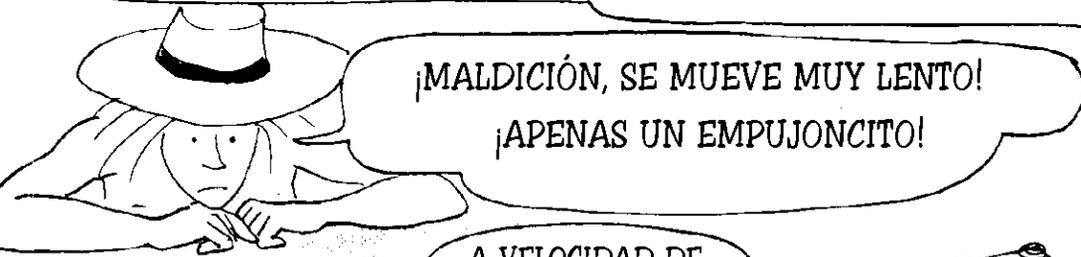
¡MALDICIÓN! SE DESCARGARON LAS BATERÍAS... EL SOLENOIDE TIENE UN CONSUMO INFERNAL DE ENERGÍA. HARÉ UN MODELO CON IMANES NORMALES PERMANENTES.



EFICIENCIA MHD



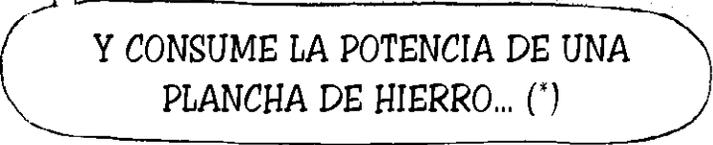
HE IDEADO ESTE NUEVO TIPO DE EMBARCACIÓN CON UN IMÁN PERMANENTE BAJO EL CASCO Y LOS ELECTRODOS UNIDOS A UNA BATERÍA



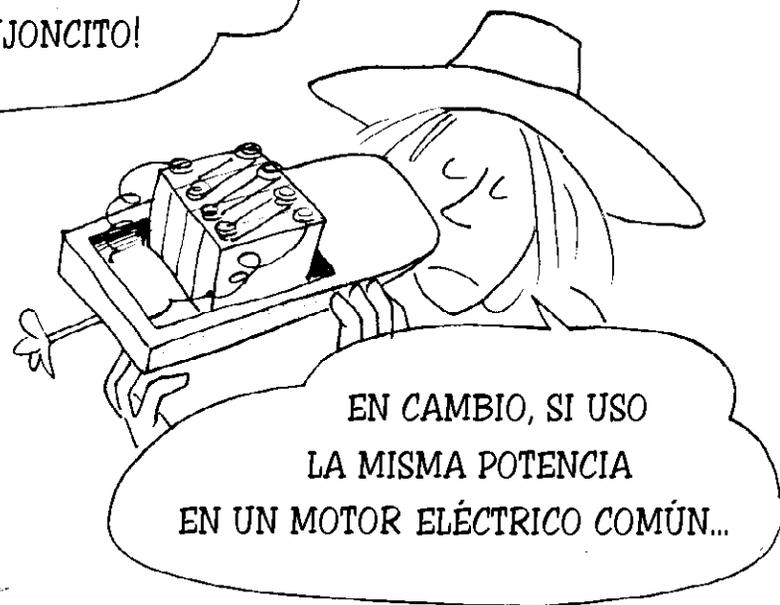
¡MALDICIÓN, SE MUEVE MUY LENTO!
¡APENAS UN EMPUJONCITO!



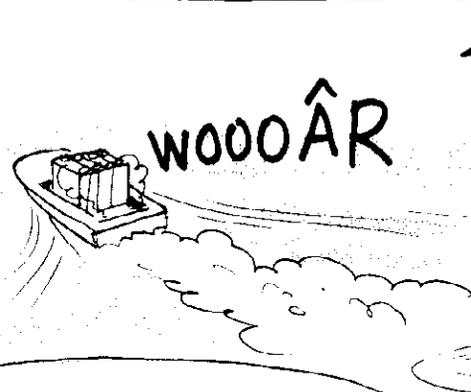
A VELOCIDAD DE TORTUGA...



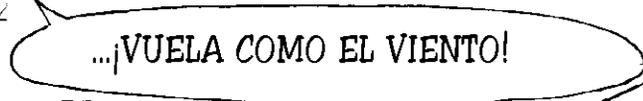
Y CONSUME LA POTENCIA DE UNA PLANCHA DE HIERRO... (*)



EN CAMBIO, SI USO LA MISMA POTENCIA EN UN MOTOR ELÉCTRICO COMÚN...



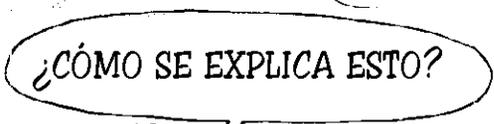
WOOOÂR



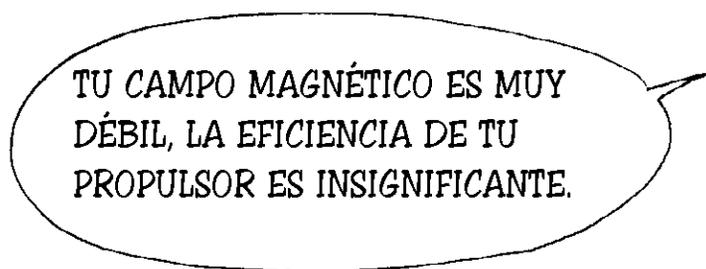
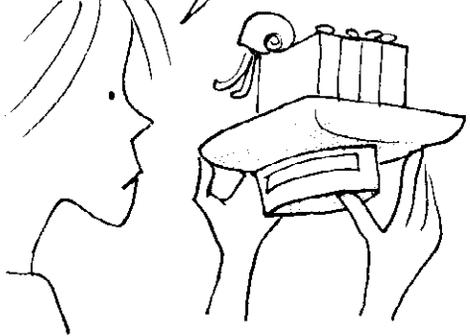
...¡VUELA COMO EL VIENTO!



¡AUXILIO!



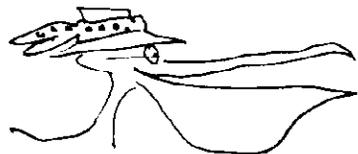
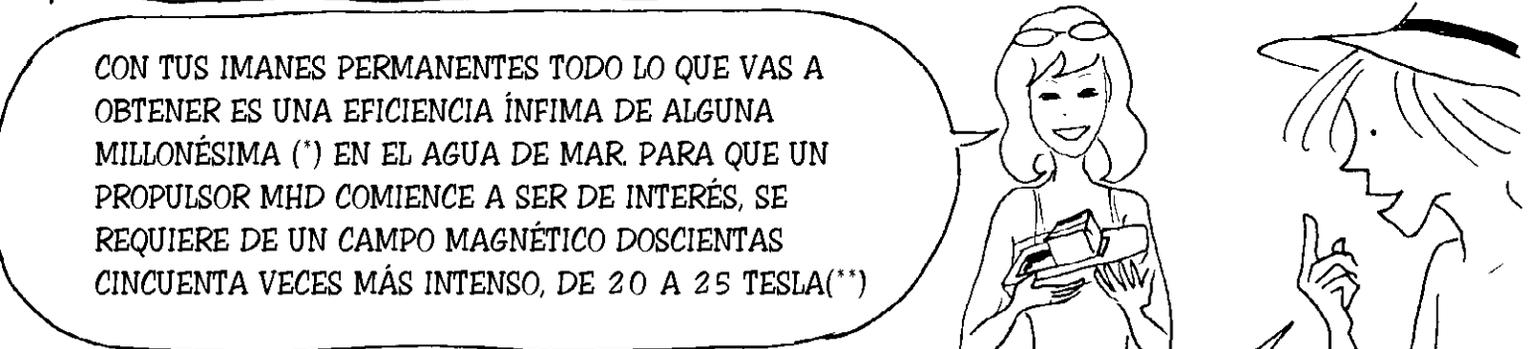
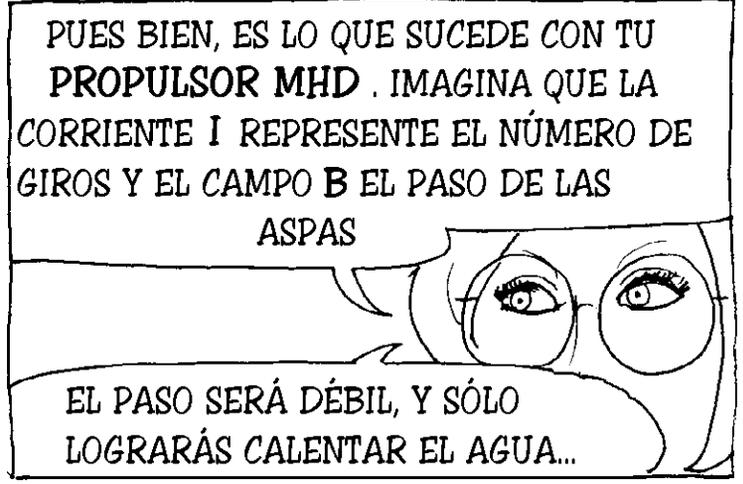
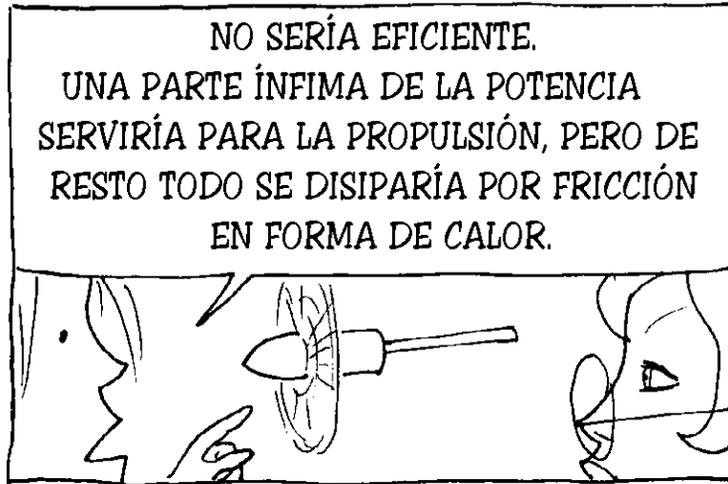
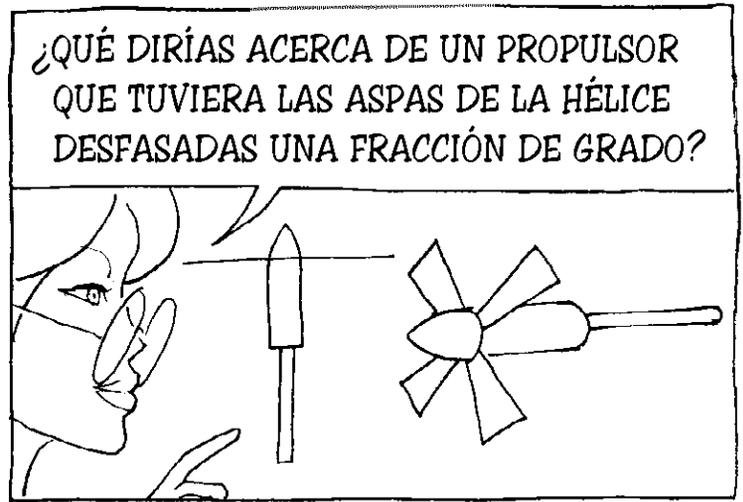
¿CÓMO SE EXPLICA ESTO?



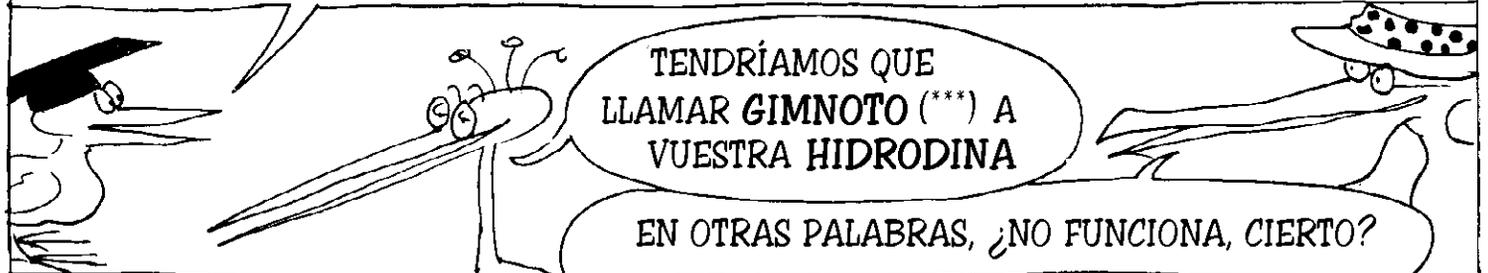
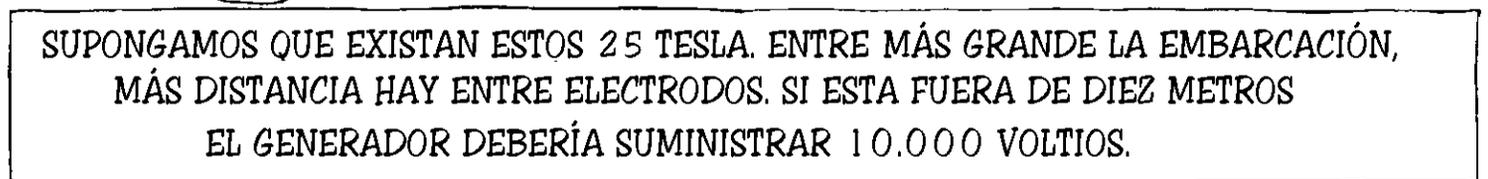
TU CAMPO MAGNÉTICO ES MUY DÉBIL, LA EFICIENCIA DE TU PROPULSOR ES INSIGNIFICANTE.



(*) Ver Apéndice C



¿PODEMOS TENER CAMPOS DE ESA INTENSIDAD, NO ES ASÍ?



(*) Ver Apéndice C

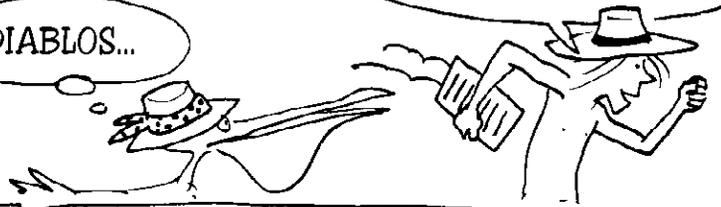
(**) Unidad de inducción magnética en el sistema MKS (NdT)

34 (***) El gimnoto es un pez que puede producir descargas de 300 voltios.

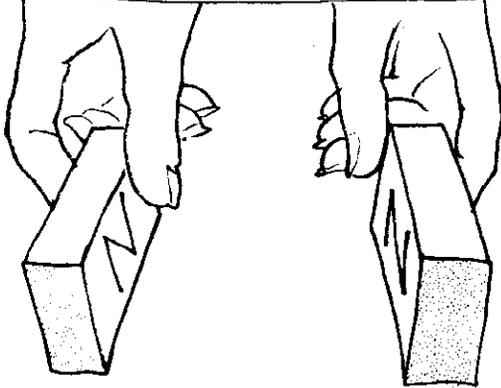
EL ACELERADOR PARIETAL

SOFÍA, ENCONTRÉ
LA FORMA DE OPERAR
A BAJA TENSIÓN

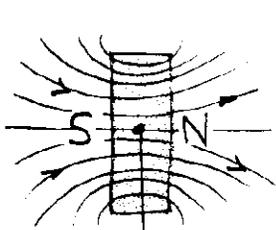
DIABLOS...



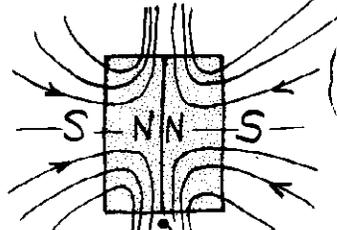
PRIMERO MIRA ESTOS DOS IMANES



LOS PEGO CARA A
CARA CON UN PEGANTE
EXTRARÁPIDO,
OPONIENDO SUS
CAMPOS



1000 GAUSS



2000 GAUSS

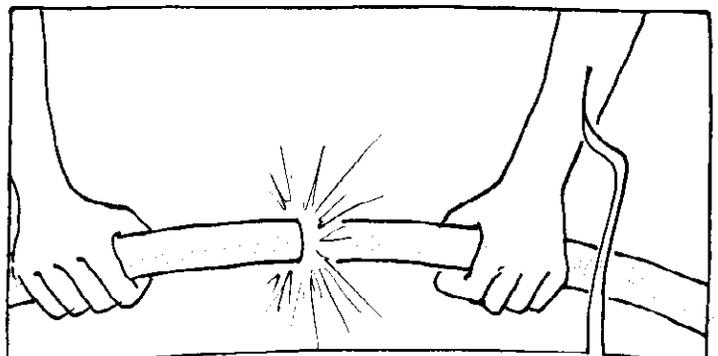
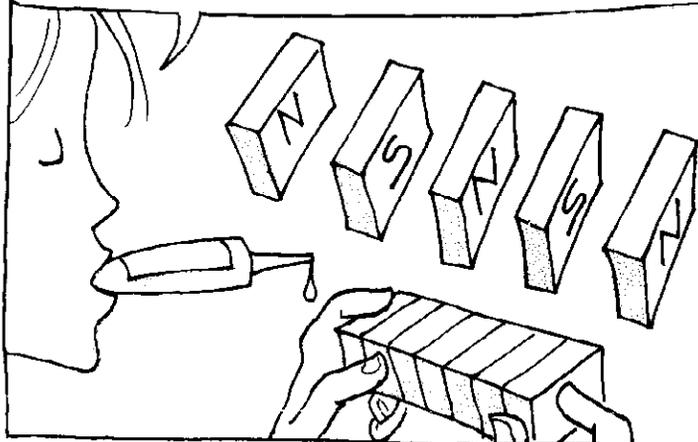
¡QUÉ DIVERTIDO! AL CONCENTRARSE EN EL
PLANO DE UNIÓN, EL CAMPO PRÁCTICAMENTE
ES EL DOBLE

UNA BARRA DESMAGNETIZADA ES
COMO UNA ESPECIE DE TUBO QUE
LANZA SU CAMPO MAGNÉTICO



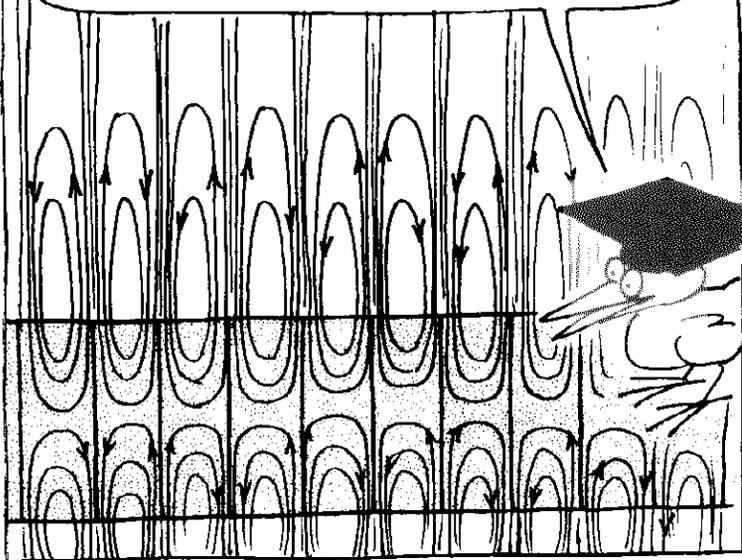
PERO... ¿POR QUÉ?

PUES BIEN, HE PEGADO TODA UNA SERIE
DE IMANES POR SUS CARAS IGUALES, NORTE
CON NORTE Y SUR CON SUR



SI SE COLOCAN DOS TUBOS FRENTE A
FRENTE MANTENIENDO EL FLUJO, EL
AGUA SALPICA VIOLENTAMENTE EN LA
ZONA DE CORTE

ASÍ ES CÓMO SE DISPONEN LAS LÍNEAS DEL CAMPO **B**

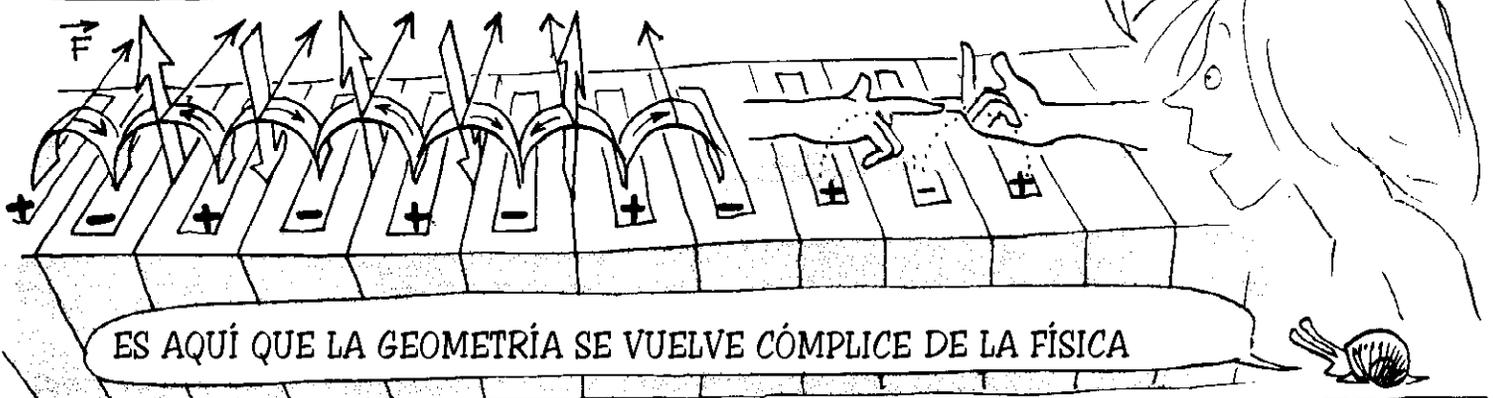


SI LOS IMANES TIENEN UN ANCHO d , CADA d CENTÍMETROS EL CAMPO SE INVIERTE ASÍ



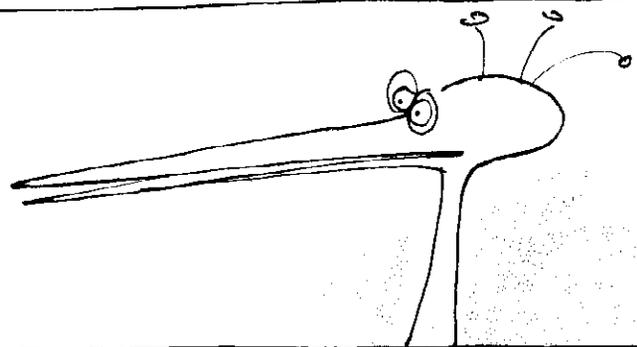
A UNA DISTANCIA d DE LA PARED EL CAMPO SE VUELVE PRÁCTICAMENTE INEXISTENTE

AHORA MIREN: HE AGREGADO ELECTRODOS DE ESTA MANERA, CON SUS POLARIDADES ALTERNADAS. SI APLICO AHORA LA REGLA DE LA MANO DERECHA, PUEDO CONSTATAR QUE SE HA PRODUCIDO EN LAS VECINDADES DE LA PARED, HASTA UNA DISTANCIA d , UN CAMPO DE FUERZAS PARALELAS Y DEL MISMO SENTIDO.

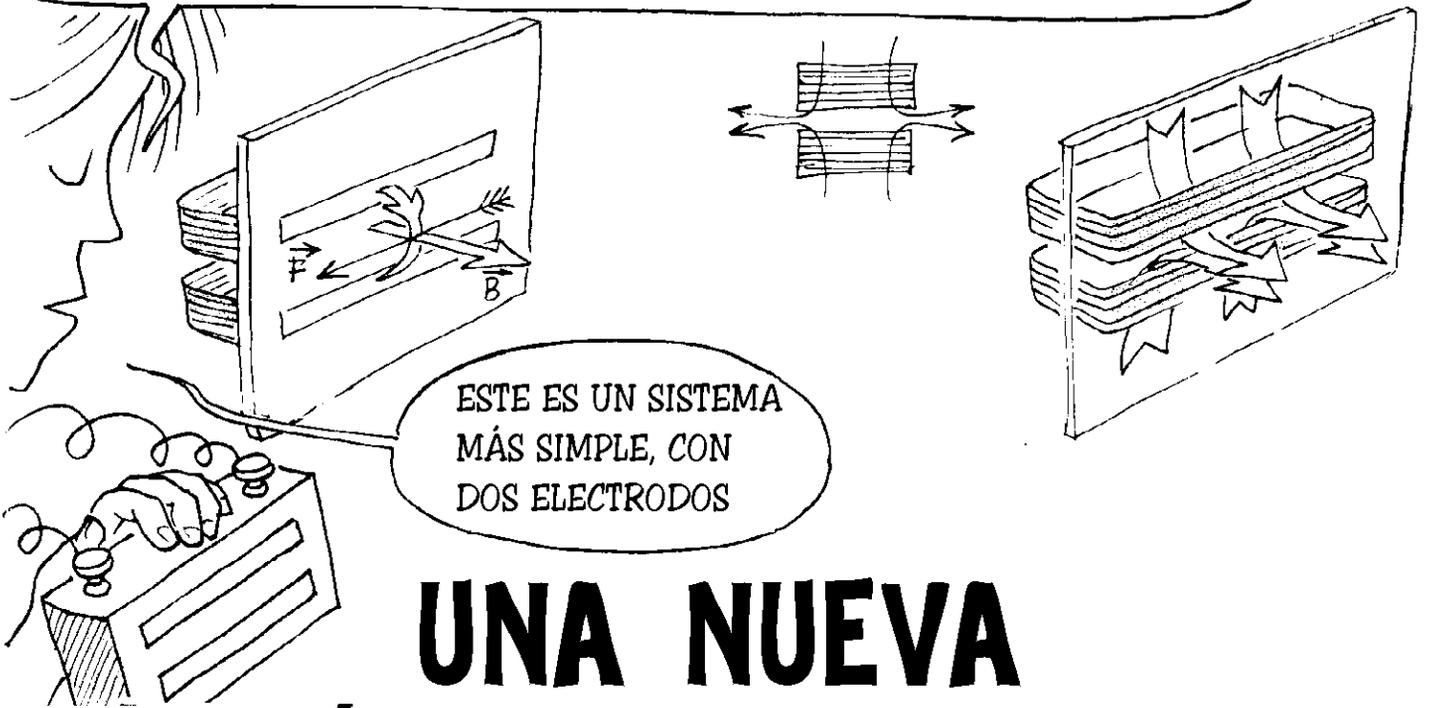


ES AQUÍ QUE LA GEOMETRÍA SE VUELVE CÓMPLICE DE LA FÍSICA

CREAR UN CAMPO MAGNÉTICO REQUIERE ENERGÍA. ACTUANDO EN UNA REGIÓN DE POCO ESPESOR, EN LAS CERCANÍAS DE LA PARED, ACABAS POR LIMITAR NOTABLEMENTE EL VOLUMEN MAGNETIZABLE, Y POR TANTO LA ENERGÍA A PONER EN JUEGO, LA CUAL ES PROPORCIONAL A AQUÉL.



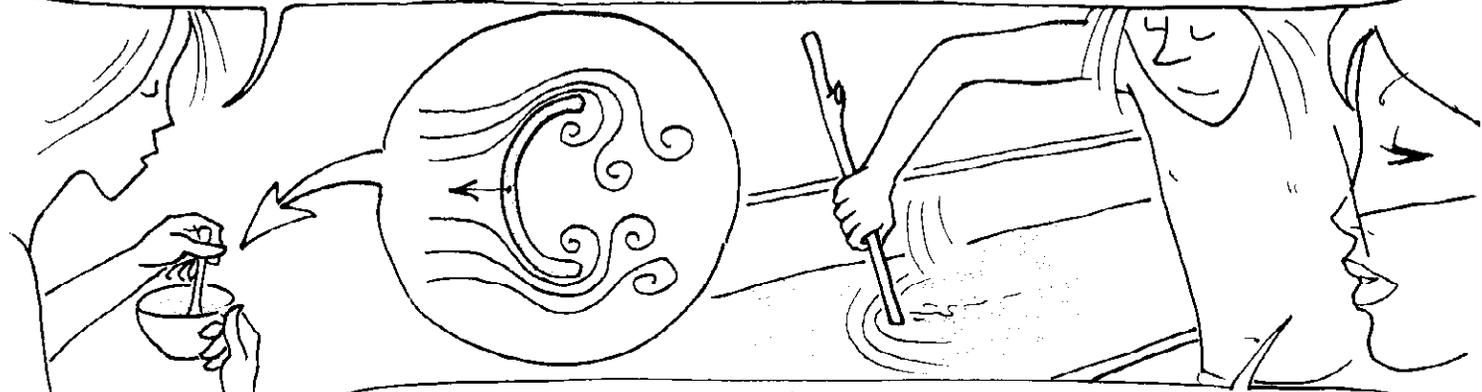
PUEDO TAMBIÉN SUSTITUIR LOS IMANES POR BOBINAS



ESTE ES UN SISTEMA
MÁS SIMPLE, CON
DOS ELECTRODOS

UNA NUEVA MECÁNICA DE FLUIDOS

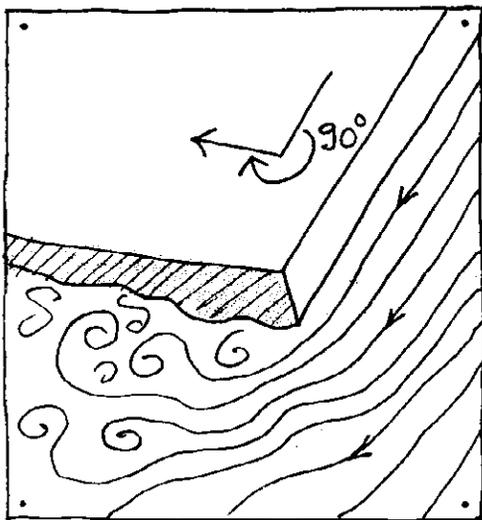
CUANDO SE LO OBLIGA A HACER ALGO QUE NO LE GUSTA, EL FLUIDO REACCIONA.
POR EJEMPLO, CUANDO SE LO QUIERE HACER GIRAR UN TANTO
BRUSCAMENTE, SE SEPARA Y SE "DESPRENDE".



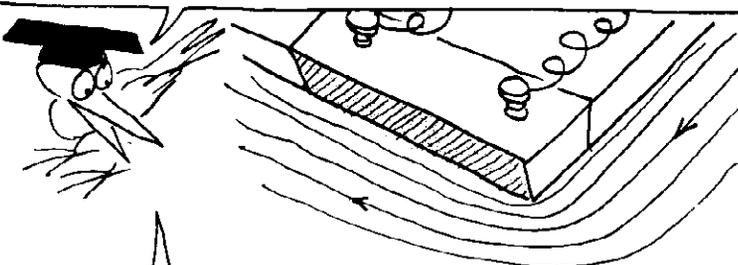
SI INTRODUCES RÁPIDAMENTE UN OBJETO EN ÉL, DE
MANERA QUE EL FLUIDO NO PUEDA "TOMAR MEDIDAS"
AL RECIBIRLO, APARECEN UNOS FRENTE DE ONDA.

Y ESTO SUCEDE MIENTRAS SE DEJA QUE EL FLUIDO
ACTÚE POR SÍ SOLO. PERO LA MHD CAMBIA RADICALMENTE
TODOS LOS DATOS DEL PROBLEMA





MIREN ESTE EJEMPLO: EN LA MECÁNICA DE FLUIDOS CLÁSICA, UN ÁNGULO DEMASIADO ACENTUADO PROVOCA UNA SEPARACIÓN QUE GENERA TURBULENCIA



MAS CON UNA PEQUEÑA DOSIS DE MHD TODO VUELVE A LA NORMALIDAD

CON CADA DOSIS, VICTORIA SEGURA



PERO... ¡ES UNA LOCURA!
¿ACASO NO SE SABE YA?

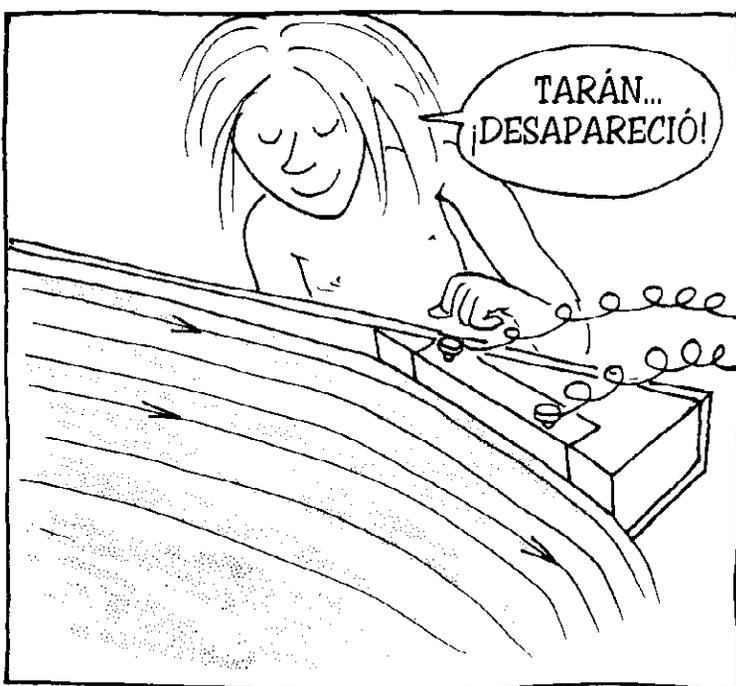


PUES SÍ,
VIENTOS DE LOCURA PARECEN
SOPLAR SOBRE ESTA HISTORIA



¿RECUERDAN LA HISTORIA DEL FRENTE DE ONDA EN UN DIEDRO?

$V > V_s$



TARÁN...
¡DESAPARECIÓ!

¿SÍ VEN QUE PARECE DEL TODO
POSIBLE DOMESTICAR EL FLUJO?
ALLÍ DONDE EL FLUIDO TIENDE A
DESACELERAR, SE LO REACELERA,
Y DONDE SE EMBALA SE LO
FRENA.

AQUÍ NO DICE
NADA DE ESO...

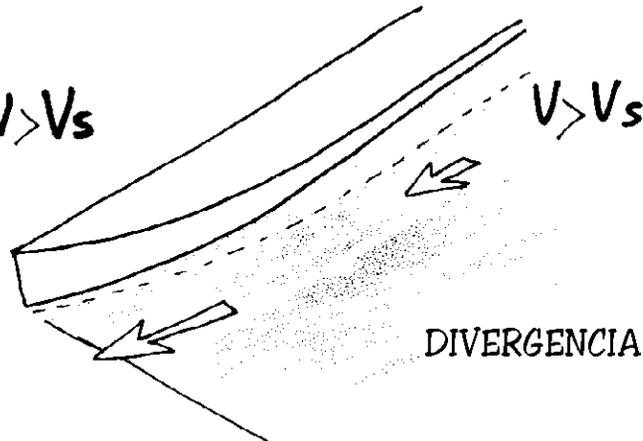
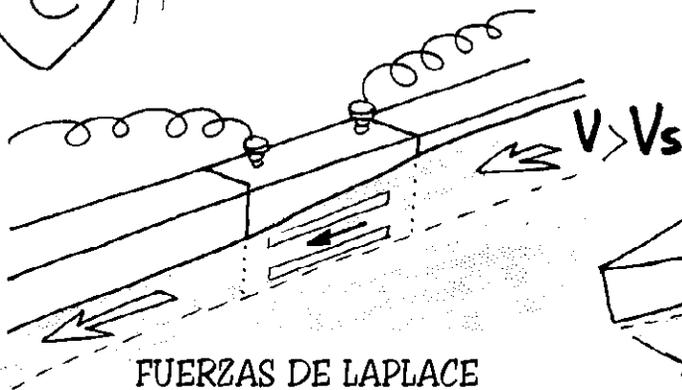
¡CÁSPITA!

NAVIER &
STOKES
MÉCANIQUE
DES
FLUIDES

ONDAS DE COMPRESIÓN ONDAS DE DISTENSIÓN

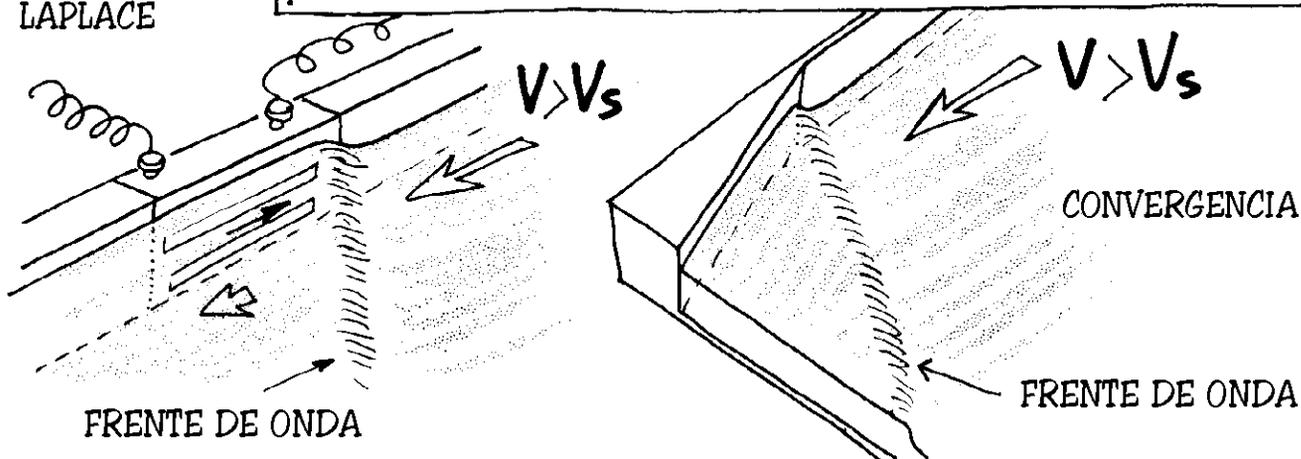
EN UN MOMENTO ENTENDERÁS, LEÓN. ESTARÁS DE ACUERDO CON QUE LOS
CAMBIOS DE DIRECCION EN UNA PARED, CUANDO V ES MAYOR QUE V_s ,
CREAN TANTO UNA COMPRESIÓN COMO UNA RAREFACCIÓN.
AHORA MIRA: ¡EL SISTEMA MAGNETOHIDRODINÁMICO CREA EFECTOS
ABSOLUTAMENTE IDÉNTICOS!

EL ACELERADOR MHD O LA DIVERGENCIA PROVOCAN
UNA DISMINUCIÓN DEL NIVEL DEL AGUA EN EL CANAL



EL DESACELERADOR MHD O LA CONVERGENCIA PROVOCAN UN AUMENTO EN EL NIVEL DEL AGUA EN EL CANAL

FUERZA DE LAPLACE



ASÍ SE PODRÍAN ANULAR RECÍPROCAMENTE FENÓMENOS DE COMPRESIÓN Y DE RAREFACCIÓN DE ORIGEN "NATURAL", DEBIDOS A LAS PAREDES, Y DE ORIGEN "ARTIFICIAL", DEBIDOS A LAS FUERZAS DE LAPLACE



PARA REGULAR EL FLUJO ALREDEDOR DEL CASCO ES NECESARIO ATENUAR AL MÁXIMO LAS VARIACIONES DE ALTURA DEL AGUA. EN DONDE TIENDA A FORMARSE UN FRENTE DE ONDA ACELERARÉ. Y PARA EVITAR UNA SOBREDISTENSIÓN O UNA SOBREACELERACIÓN, FRENARÉ EN CIERTOS PUNTOS

ESTA ES UNA APLICACIÓN PURA Y SIMPLE DE MI PRINCIPIO: SE RUEGA DEJAR EL FLUIDO EN EL ESTADO EN QUE LO ENCONTRARON AL ENTRAR.

EN EL EXPERIMENTO DE LA PÁGINA 28 LOGRÉ ANULAR LA ONDA DE PROA. LA ONDA DE POPA, POR EL CONTRARIO, CONTINUABA EXISTIENDO REFORZADA

LA ONDA DE POPA APARECÍA JUSTO PORQUE HABÍAS DISMINUIDO MUCHO EL NIVEL DEL AGUA AL ACELERAR.

TIENES RAZÓN. EL OBJETIVO DE FONDO DEBE SER MANTENER UN NIVEL DE AGUA CONSTANTE, A LA ALTURA DE LA LÍNEA DE FLOTACIÓN. PARA ESO AGREGO TODA UNA SERIE DE ELECTRODOS, TANTO ACELERADORES COMO DESACELERADORES



ES LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE TIRESIAS

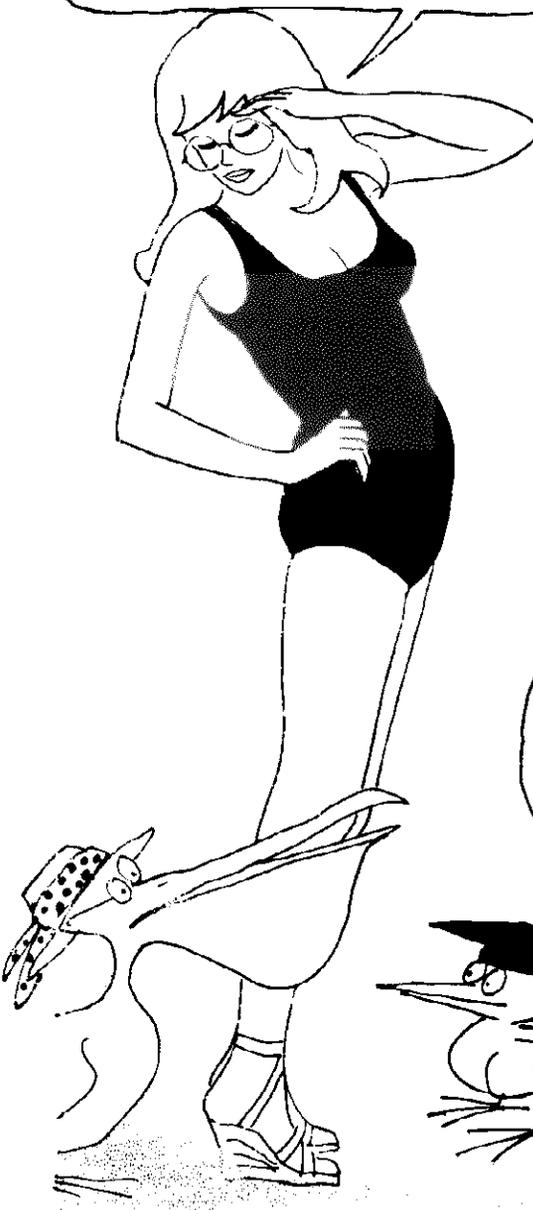
ASÍ ES. SI LOGRAS DEJAR EL FLUIDO EN EL ESTADO EN QUE LO ENCONTRASTE, NO HABRÁ ONDA DE POPA.

BIEN, CON VEINTE TESLA A BORDO LA CANOA DE ANSELMO SE DESPLAZARÁ EN EL MAR SIN CREAR NI FRENTES DE ONDA NI TURBULENCIA. Y NO ROMPERA LOS MUELLES. ¿Y QUÉ CON ESO?

¿NO ES SUFICIENTE CON MANTENERSE LEJOS DE LA COSTA? ¿Y NO HAY PROBLEMAS MAS URGENTES QUE ESTUDIAR?



NO ESTOY DE ACUERDO CON USTEDES. ME PARECE QUE HABRÍA QUE ESTUDIAR LA IDEA DE ANSELMO, SOBRE TODO EL ACELERADOR PARIETAL. TODA EMBARCACIÓN TIENE UN **ARRASTRE POR FRICCIÓN** (UNA FUERZA DE RESISTENCIA AL AVANCE DEBIDA A LA FRICCIÓN DEL AGUA CON EL CASCO). LA PRESENCIA DE FRENTE DE ONDA MODIFICA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN EN EL PERFIL, CREANDO UN **ARRASTRE DE ONDA** QUE AUMENTA RÁPIDAMENTE CON LA VELOCIDAD. SOBRE TODO ESTO ÚLTIMO ES LO QUE LIMITA LA VELOCIDAD DE LOS BARCOS

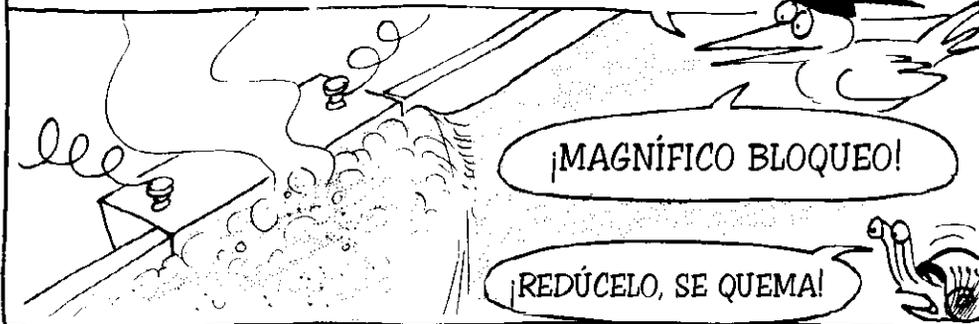


SE CONOCE EL ORDEN DE MAGNITUD DE LA ENERGÍA A PONER EN JUEGO PARA SUPRIMIR LOS FRENTE DE ONDA (*). SE REQUIERE QUE EL TRABAJO DE LAS FUERZAS DE LAPLACE SEA POR LO MENOS IGUAL A LA ENERGÍA CINÉTICA INCIDENTE DEL FLUIDO.

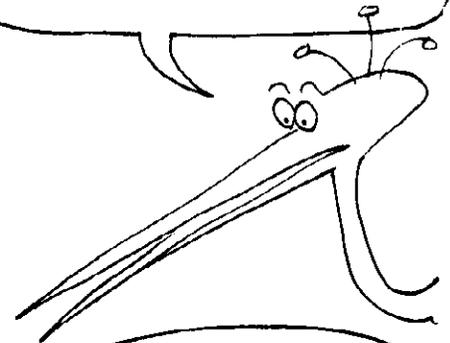
SI EL BARCO VA A UNA VELOCIDAD V , ES NECESARIO QUE LA FUERZA DE LAPLACE I_B SUPERE UN CIERTO UMBRAL (*)

(*) Ver Apéndice B

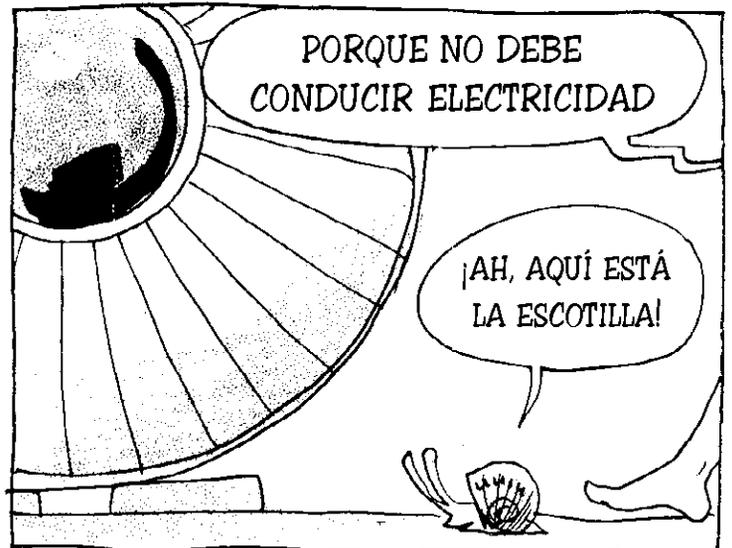
ESTÁ CLARO QUE CONVIENE TENER UN CAMPO MAGNÉTICO LO MÁS GRANDE POSIBLE. SI SE TRABAJA CON B DÉBIL E I ELEVADA, EN PRIMER LUGAR EL RENDIMIENTO SERÁ POBRE, Y EN SEGUNDO, A CAUSA DE LA ELECTRÓLISIS, SE TENDRÁ UNA FUERTE EMANACIÓN DE GAS



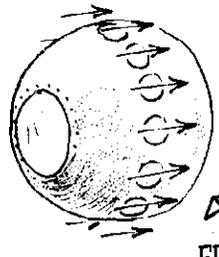
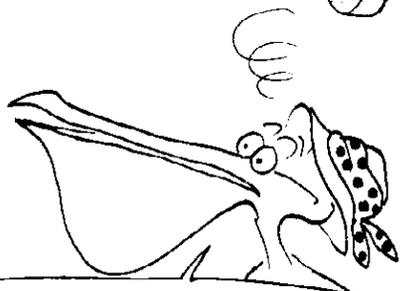
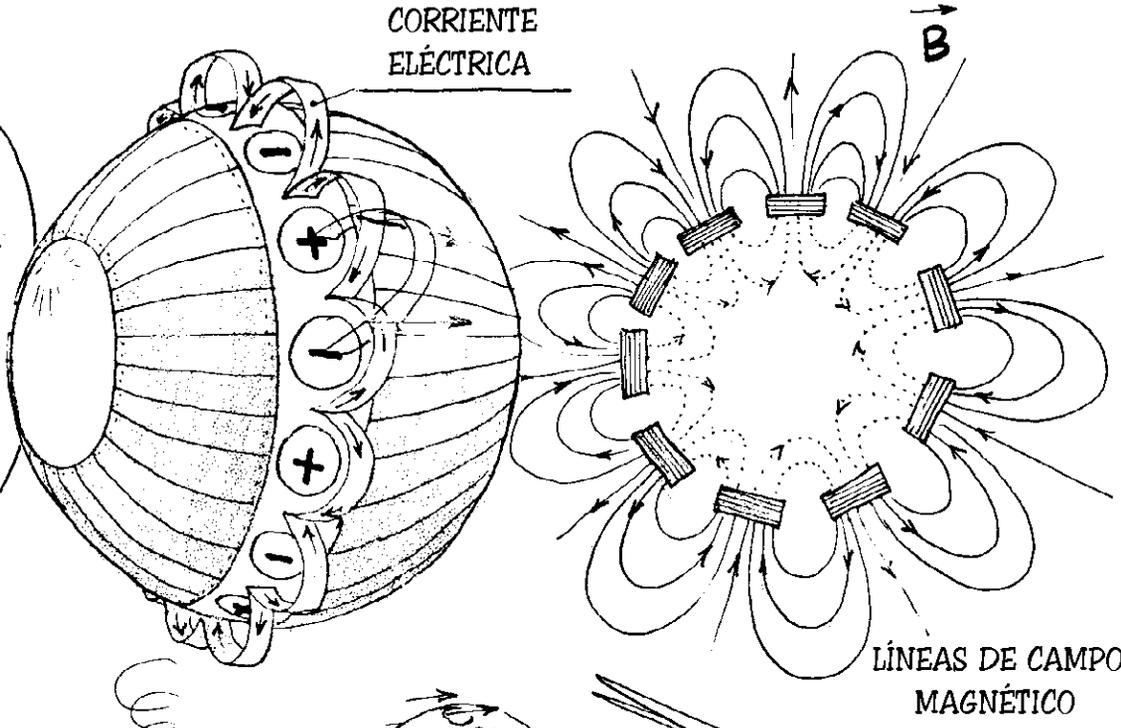
TODO ESTO.. EJEM... ESTA PROPULSIÓN ELECTROMAGNÉTICA... ¿NO SERÁ DEMASIADO AVANZADA CON RESPECTO A NUESTRA ACTUAL TECNOLOGÍA?



EL SUBMARINO SIN HÉLICE

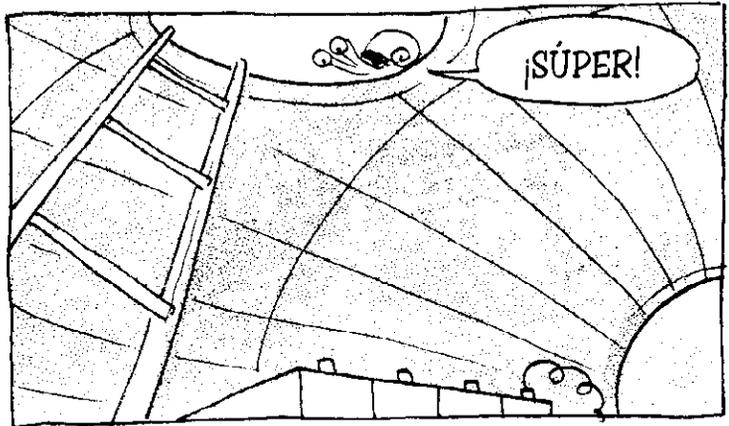


MIRA, SI APLICAS LA REGLA DE LA MANO DERECHA, DATE CUENTA QUE EL ARTEFACTO SE RODEA DE UN CAMPO DE FUERZAS DE LAPLACE CAPACES DE MOVERLO



FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL FLUIDO

HEI... ¿NO PENSARÁS EN SUBIRTE A ESA COSA, O SÍ?



¡SÚPER!



¡VAMOS, LÉON, VEN!
¡NO TE HAGAS EL TERCO!

VAMOS A PROBAR LA "HIDRODINA"



ESTEE... YO EN LAS MÁQUINAS DE ANSELMO NO CONFÍO...

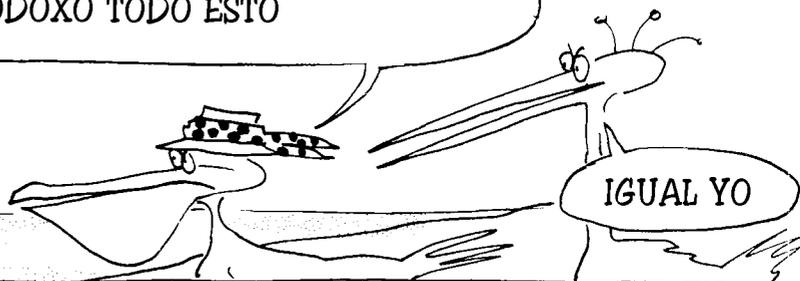
¡CAPAZ QUE TERMINAMOS FULMINADOS!



¡PERO SI ESCUCHASTE QUE SE TRATA DE BAJA TENSIÓN!

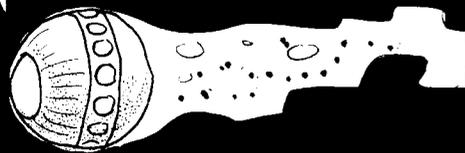
¡NO Y NO!

NO SÉ QUÉ PIENSAS TÚ, PERO YO
ENCUENTRO MUY POCO ORTODOXO TODO ESTO



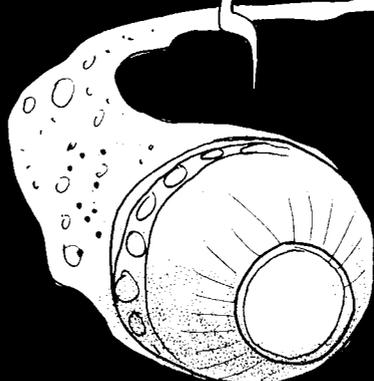
IGUAL YO

¿CÓMO HACES
PARA PILOTEARLO?

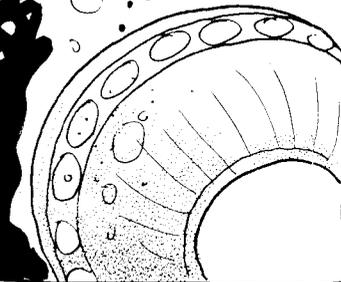


FÁCIL. MODIFICANDO
LA POTENCIA ENTREGADA POR
CADA ELECTRODO

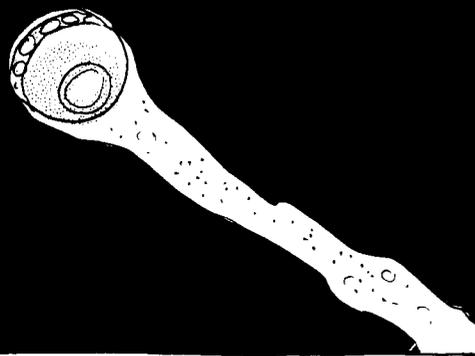
GIRAR...



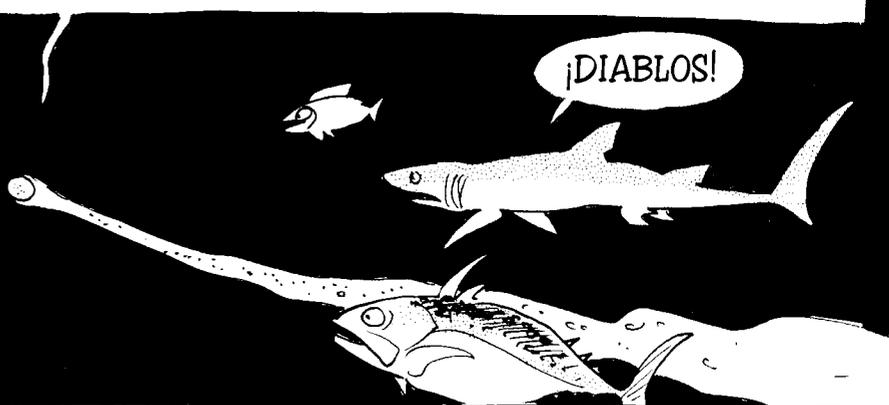
DETENERSE...



PARTIR DE NUEVO
MARCHA ATRÁS...



UN SUBMARINO MHD PUEDE SER
MUY VELOZ Y TOTALMENTE SILENCIOSO



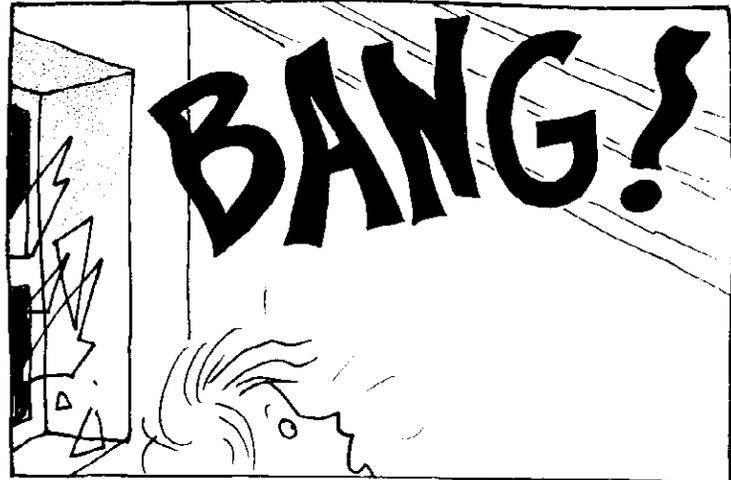
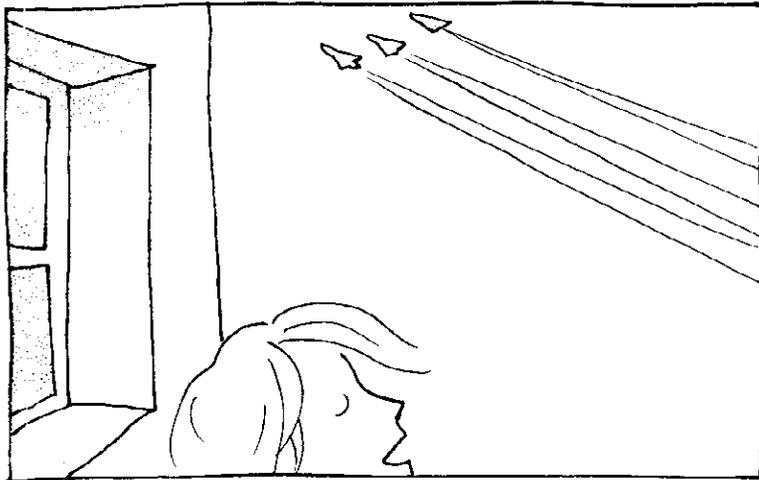
¡DIABLOS!

BUENO, MI QUERIDO LEÓN, CUANDO TENGAMOS IMANES
SUPERCONDUCTORES DE ELEVADAS PRESTACIONES (*) Y
GENERADORES ELÉCTRICOS DE ALTO RENDIMIENTO, LOS
BARCOS DEJARÁN DE PRODUCIR ONDAS, Y LOS SUBMARINOS
SÓLO PRODUCIRÁN BURBUJAS



(*) Un material **superconductor**, enfriado a bajas temperaturas (unos cuantos grados absolutos), conduce la corriente sin disipar calor, sin efecto Joule.

AL DÍA SIGUIENTE...



DESPLAZAMIENTOS SUPERSÓNICOS

- LA ONDA DE CHOQUE QUE ROMPIÓ TODOS LOS VIDRIOS ES SIMILAR A LA ONDA DE PROA QUE ACABABA CON TU EMPALIZADA.

- ¿QUIERES DECIR... QUE LOS AVIONES... CREAN ONDAS?

- EN UN CIERTO SENTIDO SÍ, PERO EN LUGAR DE ONDAS DE SUPERFICIE CREAN ONDAS SONORAS QUE SE PROPAGAN A LA VELOCIDAD DEL SONIDO V_s (*).

CUANDO LA LANCHA SE MOVÍA A UNA VELOCIDAD V MAYOR QUE V_s , SE FORMABAN FRENTE DE ONDA. MIENTRAS QUE CUANDO UN AVIÓN VUELA A UNA VELOCIDAD V MAYOR QUE LA VELOCIDAD DEL SONIDO V_s CREA ONDAS DE CHOQUE.

- ¿PERO CÓMO... SI NO HAY SUPERFICIE EN EL AIRE?

- LA DENSIDAD DEL GAS HACE EL PAPEL DEL NIVEL DEL AGUA.

LAS ONDAS DE SUPERFICIE TENDÍAN A MANTENER EL NIVEL DEL AGUA CONSTANTE. LAS ONDAS SONORAS TIENDEN A MANTENER UNA DENSIDAD CONSTANTE. LAS ONDAS DE CHOQUE SON FRENTE EN LOS QUE LA DENSIDAD, LA PRESIÓN Y LA TEMPERATURA SON MAYORES.



PODEMOS COMPARAR LAS MOLÉCULAS CON PERSONAS DE OJOS VENDADOS QUE SE DESPLAZAN EN UNA PLAZA DE MANERA TOTALMENTE INCOHERENTE, MOVIÉNDOSE A UNA VELOCIDAD V_s , CHOCANDO CONTINUAMENTE (COLISIONES MOLECULARES). UN OBJETO QUE PENETRE DENTRO DEL GAS ES SIMILAR A UN AUTOBÚS QUE LLEGA A LA MULTITUD CON VELOCIDAD V . SI ESTA ES MENOR QUE V_s , LA INFORMACIÓN PODRÁ PROPAGARSE HACIA ATRÁS, Y LAS PERSONAS, ADVERTIDAS DE LA LLEGADA DEL AUTOBÚS ANTES DE QUE ÉSTE LLEGUE SOBRE ELLAS, PODRÁN HACERLE ESPACIO. HE AHÍ UNA IMAGEN DE UN DESPLAZAMIENTO SUPERSÓNICO.

(*) VER "¿Y SI VOLÁRAMOS?", DEL MISMO AUTOR.

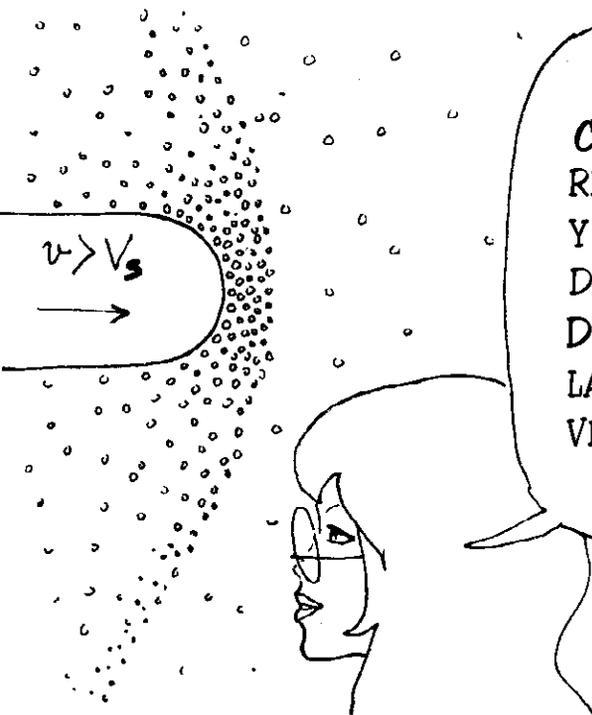
¿QUÉ OCURRE, EN CAMBIO, SI V ES MAYOR QUE V_s ?



ESOS POBRES, ES DECIR LAS MOLÉCULAS, YA NO PODRÁN EVITAR EL OBJETO ANTES DE QUE LLEGUE SOBRE ELLOS, Y MANTENER UNA DENSIDAD CONSTANTE. EL GAS TENDERÁ A ACUMULARSE FRENTE AL OBJETO, FORMANDO UNA ESPECIE DE ABULTAMIENTO Y DE DESNIVEL BRUSCO DE LA DENSIDAD.



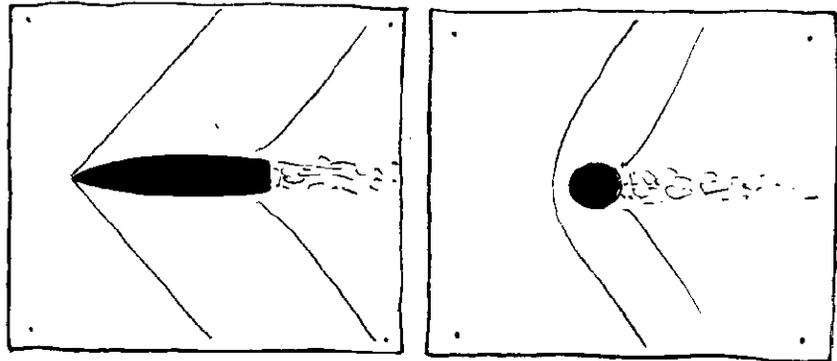
LA ONDA DE CHOQUE



ESTE FENÓMENO SE CONOCE COMO ONDA DE CHOQUE. EN ESTE CASO, LAS ONDAS SONORAS REEMPLAZAN A LAS ONDAS DE SUPERFICIE, Y SUCEDE LO MISMO QUE VIMOS PARA LA ONDA DE PROA: SE FORMAN INEVITABLEMENTE FRENTES DE DENSIDAD, DE PRESIÓN Y DE TEMPERATURA. LA ONDA DE CHOQUE APARECE APENAS LA VELOCIDAD V SUPERA LA VELOCIDAD DEL SONIDO V_s .

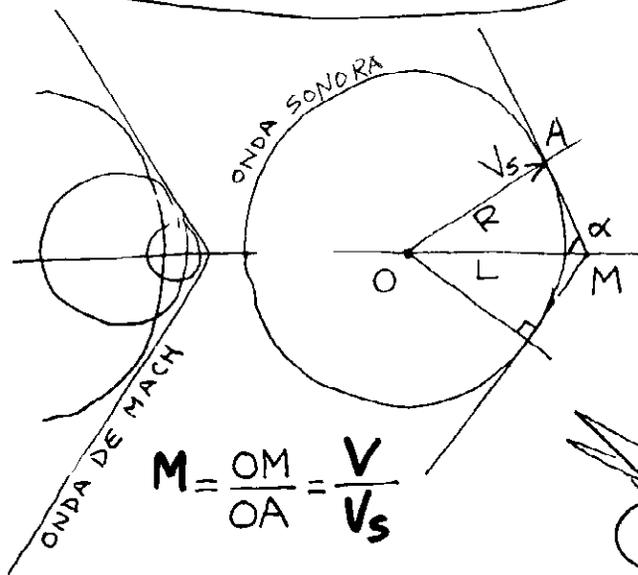
¿QUIERES DECIR QUE CADA VEZ QUE ESOS BUENAVIDA DE LA BASE CERCANA QUIERAN DIVERTIRSE CON SUS CARRERAS DE VELOCIDAD, TENDRÉ QUE COSTEARME YO EL REEMPLAZO DE TODOS LOS VIDRIOS DE MI CASA?

¡JAH!
¡QUÉ LINDA PERSPECTIVA!



ESTE MISMO SISTEMA DE ONDAS DE CHOQUE FRONTAL Y POSTERIOR LO ENCUENTRAS EN TODOS LOS OBJETOS QUE SE MUEVEN A UNA VELOCIDAD SUPERSÓNICA. A LA IZQUIERDA UN PROYECTIL, A LA DERECHA UNA ESFERA.

CUALQUIER OBJETO, INCLUSO UN GRANO DE ARENA, LANZADO CON $V > V_s$, PRODUCE UN CHOQUE. LA RELACIÓN $M = V/V_s$ SE DENOMINA NÚMERO DE MACH. CUANDO EL OBJETO ES MUY PEQUEÑO, LA ONDA SE LLAMA ONDA DE MACH (*)



(*) Ver Apéndice A



ENTONCES, POR LO QUE VEO, LOS DESPLAZAMIENTOS LÍQUIDOS DE SUPERFICIE LIBRE SE ASEMEJAN BASTANTE A LOS DESPLAZAMIENTOS SUPERSÓNICOS DE LOS GASES. DE MANERA QUE VOLVEMOS A ENCONTRAR AQUÍ LO QUE DIJIMOS EN LA PÁG. 15 SOBRE DESPLAZAMIENTOS LENTOS Y DESPLAZAMIENTOS RÁPIDOS.

EN EL PERIODO ENTRE LAS DOS GRANDES GUERRAS MUNDIALES, CUANDO NO HABÍA COMPUTADORAS, SE "CALCULABA" LA FORMA DE LAS ONDAS DE CHOQUE CON RECIPIENTES, POR ANALOGÍA HIDRÁULICA.

¡RECÓRCHOLIS!
¿UNA COMPUTADORA
A BASE DE AGUA?

EN EFECTO, LAS ECUACIONES MATEMÁTICAS QUE DESCRIBEN AMBOS SISTEMAS SON MUY SIMILARES, Y EL NIVEL DEL AGUA EN EL UNO CORRESPONDE A LA DENSIDAD DEL GAS EN EL OTRO.

MUY BIEN, PARA ESTUDIAR TODO ESO NO ME QUEDA SINÓ CONSTRUIR UN **TÚNEL SUPERSÓNICO**

¡NO ESTARÁS PENSANDO EN CONSTRUIRLO BAJO LA CASA! (*)

¡EY, UN MOMENTO!

¡NO, TONTÍN... UN TÚNEL SUPERSÓNICO ES OTRA COSA!

¡SE REQUIERE DE GRANDES COMPRESORES Y DE MUCHA ENERGÍA!

¡Y DE UNA GRAN CANTIDAD DE MEDIOS COMO LA DE LOS MAYORES CENTROS DE INVESTIGACIÓN!

(*) En Francia no hay petróleo, pero sí una gran cantidad de tubería... (NdA)

LA BARRERA DEL SONIDO

LA BARRERA DEL CALOR

CON UN TÚNEL AERODINÁMICO SUPERSÓNICO SE PODRÍA ILUSTRAR UN CIERTO NÚMERO DE FENÓMENOS. ANTE TODO, EL HECHO QUE CRUZAR LA BARRERA DEL SONIDO ($V = V_s$) VAYA DE LA MANO CON UN AUMENTO DE LA RESISTENCIA AL AVANCE, ES DECIR DEL ARRASTRE DEBIDO A LA APARICIÓN DE UN ARRASTRE DE ONDA QUE SE SUPERPONE AL ARRASTRE POR FRICCIÓN.

¿QUÉ QUIERES DECIR EN CONCRETO?

SOBREPRESIÓN

PRESIÓN

$V > V_s$

EN HIDRÁULICA LA APARICIÓN DE LOS FRENTES DE ONDA MODIFICABA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE EL CASCO DE FORMA PENALIZADORA. LO MISMO SUCEDE EN LA AERODINÁMICA SUPERSÓNICA.

TODO ESO HACE RUIDO, NO SIRVE DE NADA Y CONSUME DEMASIADA ENERGÍA.

A PESAR DE SUS FORMAS ALARGADAS, DESTINADAS A REDUCIR ESTE ARRASTRE, EL CONCORDE CONSUME EL 40% DE SU ENERGÍA EN LA CREACIÓN DE ESTAS ONDAS

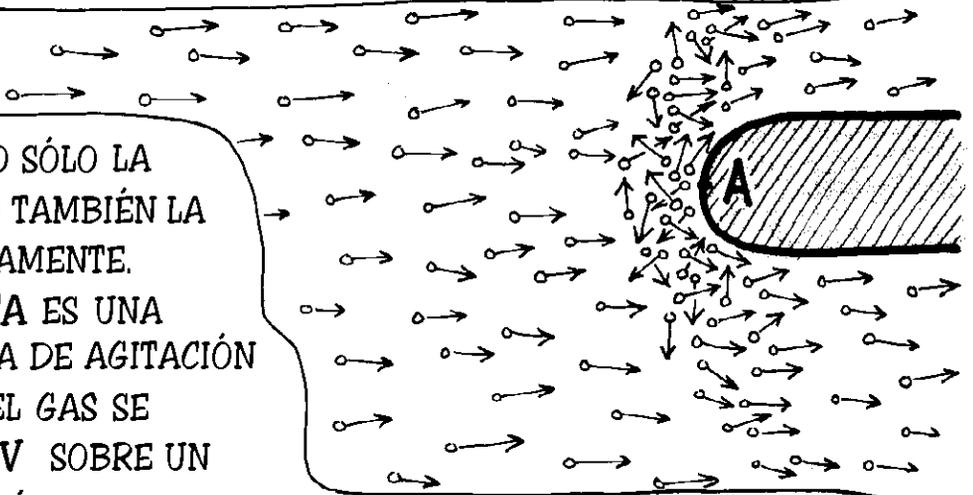
SI SE SOBREVOLARA A BAJA ALTURA CON MACH 5 ó 6 UNA ZONA HABITADA, LA ONDA DE CHOQUE ACABARÍA CON LOS TECHOS

...¡COMO LA ONDA DE PROA CON LA EMPALIZADA!

EN UNA ONDA DE CHOQUE NO SÓLO LA DENSIDAD Y LA PRESIÓN, SINO TAMBIÉN LA TEMPERATURA, CRECEN BRUSCAMENTE.

LA TEMPERATURA ABSOLUTA ES UNA MEDIDA DE LA ENERGÍA CINÉTICA DE AGITACIÓN $\frac{1}{2}mv^2$ DE LAS MOLÉCULAS. SI EL GAS SE "DESPLOMA" A UNA VELOCIDAD V SOBRE UN

OBJETO, EN EL PUNTO DE DETENCIÓN (DONDE EL GAS ESTÁ COMPLETAMENTE DETENIDO), TODA ESTA ENERGÍA ES CONVERTIDA EN ENERGÍA DE AGITACIÓN TÉRMICA. DE MANERA QUE EN EL PUNTO A LA TEMPERATURA VARÍA COMO EL CUADRADO DE LA VELOCIDAD V .



¡CIELOS, SE ME QUEMAN LOS ZAPATOS!

POCO CONOCIDO POR DEBAJO DE MACH 2, ESTE FENÓMENO DE RECALENTAMIENTO DE LA NARIZ DE LOS AVIONES GENERA UN SERIO PROBLEMA CONOCIDO COMO LA BARRERA DE CALOR

PARA UNA VELOCIDAD DADA, ENTRE MÁS DENSO EL AIRE MÁS SE CALIENTA LA NARIZ

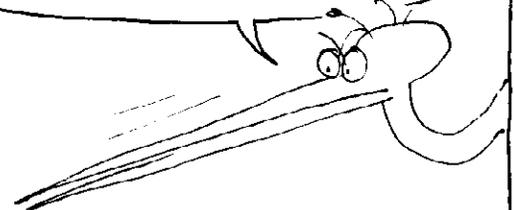
¡POR ESO NO ES POSIBLE UN VUELO HIPERSÓNICO A BAJA ALTURA!

¡EN CUALQUIER CASO, POR LO MENOS EL VUELO SUPERSÓNICO A BAJA ALTURA ES DEL TODO POSIBLE...! ¿NO SE PODRÍA PENSAR EN AVIONES SUPERSÓNICOS QUE NO ROMPAN LOS VIDRIOS?

PARA ESO, ANSELMO, SE NECESITARÍAN MÁQUINAS QUE, A VELOCIDADES SUPERSÓNICAS, NO PRODUJERAN ONDAS DE CHOQUE



¡ESO, MI QUERIDÍSIMO, ES TOTALMENTE IMPOSIBLE, SI NO YA HABRÍA SIDO REALIZADO HACE MUCHO TIEMPO!



VEAMOS. EL CHOQUE SURGE, COMO EN LA ONDA DE PROA, PORQUE NO SE PUEDE ACTUAR SOBRE LAS MOLÉCULAS CORRIENTE ARRIBA CON LA AYUDA DE COLISIONES, MEDIANTE ONDAS SONORAS, OBLIGÁNDOLAS A DEJAR EL PASO LIBRE. POR ESO LAS MOLÉCULAS SE AMONTONAN EN UNA ESPECIE DE ABULTAMIENTO DENOMINADO ONDA DE CHOQUE



LÓGICAMENTE, CON LA INTERVENCIÓN CORRIENTE ARRIBA DE LAS FUERZAS DE LAPLACE, EL PROBLEMA DEL CHOQUE ADQUIERE UNA NUEVA PERSPECTIVA .



MIRA, TIRESIAS, ESTA FOTO DEL MOVIMIENTO MHD DE LA PÁG. 30, EN TORNO AL CILINDRO. ¿NO TE PARECE QUE HAY UN EFECTO DE SUCCIÓN ADELANTE?



QUÉ IMPORTA ESO...

ES CIERTO, EN LOS EXPERIMENTOS HIDRÁULICOS LOGRABAS ASPIRAR EL AGUA DE ENFRENTA HASTA EL PUNTO DE CREAR UNA DEPRESIÓN.

EL PROBLEMA ES SABER HASTA QUÉ PUNTO SE PUEDE EXTENDER LA ANALOGÍA

← $V > V_s$

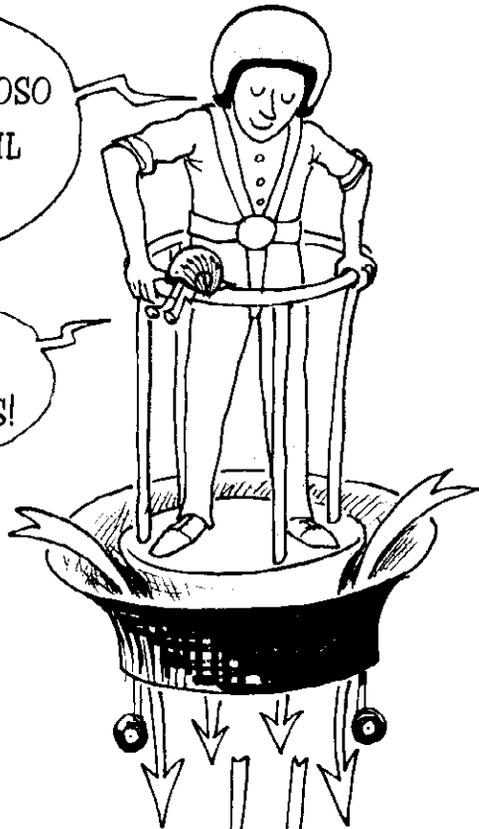
SI LA ANALOGÍA HIDRÁULICA OFRECE INDICACIONES VÁLIDAS QUIERE DECIR QUE HAY TRES FORMAS DE VOLAR

¿CUÁLES?

PARA VOLAR, EN TODO CASO, SE REQUIERE SIEMPRE HACER MOVER LAS MOLECÚLAS DE GAS CON UN MOVIMIENTO DE LO ALTO HACIA LO BAJO.

PRIMER SISTEMA:
CREO EL MOVIMIENTO GASEOSO
CON LA AYUDA DE UN PERFIL
ALADO

¿PERO... DÓNDE ESTÁ
EL ALA? ¡VEO SÓLO
DOS ROTORES CONTRARIOS!



¡VAYA SI ERES TONTO!
¡UN ROTOR ES UN
ALA QUE GIRA!

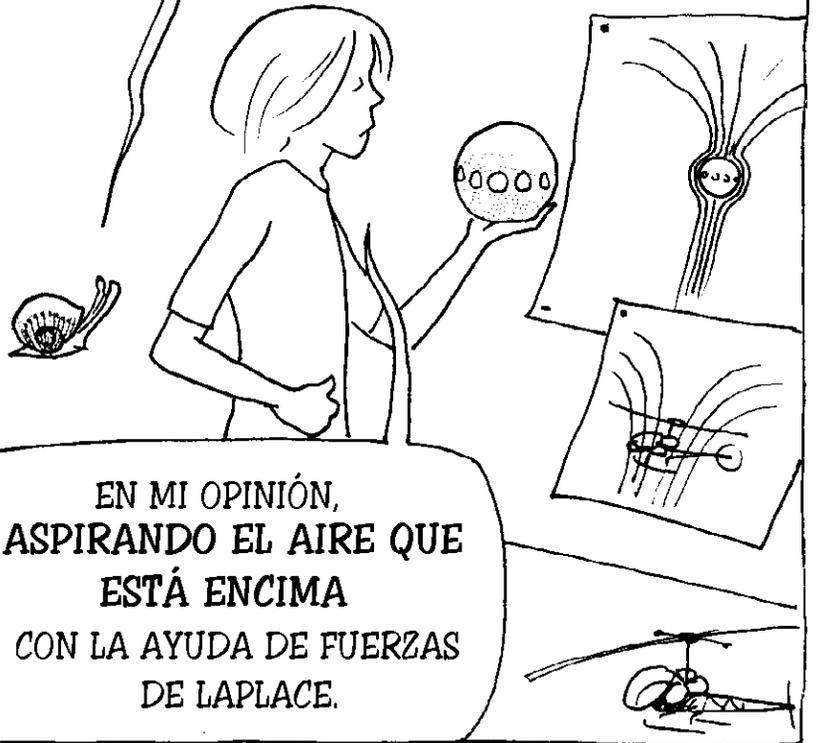
EJEM...

DE ESTA MANERA SE
PONE EN EVIDENCIA LA
VELOCIDAD INDUCIDA

SEGUNDO SISTEMA: PRODUCIR LA ACELERACIÓN LLEVANDO UNO MISMO EL GAS



¿Y EL TERCER SISTEMA?



EN MI OPINIÓN, ASPIRANDO EL AIRE QUE ESTÁ ENCIMA CON LA AYUDA DE FUERZAS DE LAPLACE.

¡AY NO! ¿LO ESCUCHASTE?

BUENO, SIEMPRE QUE SE JUNTAN ANSELMO Y TIRESIAS...

SE PUEDE DECIR QUE ESOS DOS YA DESPEGARON POR COMPLETO...

Y SOFÍA, MIENTRAS TANTO, TRANQUILA EN LA PLAYA...

AH...
TODAVÍA TIENES ALGO DE SENTIDO COMÚN, MAX

¿MUCHACHOS, CUÁL ES EL PROBLEMA?

SEGÚN PARECE, ANSELMO ESTÁ PROYECTANDO VOLAR... CON ELECTRICIDAD

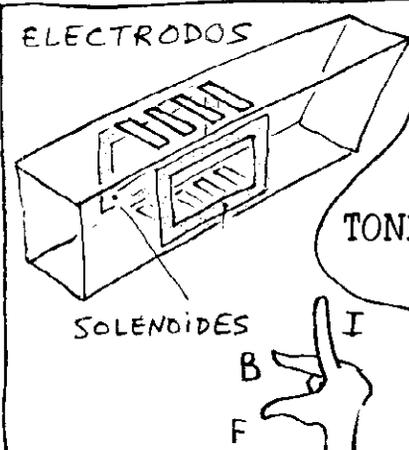
JUSTAMENTE LE ESTABA DICIENDO A LEÓN QUE ESO NO ES POSIBLE PORQUE EL AIRE NO ES CONDUCTOR DE ELECTRICIDAD

AL CONTRARIO, ES UN AISLANTE

¡ESPERA UN MOMENTO! ¡DEPENDE DEL VALOR DEL CAMPO ELÉCTRICO QUE APLIQUES, ES DECIR DE LA RELACIÓN ENTRE LA TENSION EN LAS TERMINALES DE LOS ELECTRODOS Y LA DISTANCIA QUE LOS SEPARA! ¡SI COLOCAS TRES MIL VOLTIOS POR MILÍMETRO, YA VERÁS LA DESCARGA!



SEGÚN ESO, ¿CUÁNDO TENDREMOS EL CONCORDE ELÉCTRICO?



VEAMOS. CON UN CAMPO MAGNÉTICO B DE 4 TESLA (40.000 GAUSS) (*) Y UNA DENSIDAD DE CORRIENTE DE UN AMPERIO POR CENTÍMETRO CUADRADO OBTIENES UNA FUERZA DE LAPLACE DE 40.000 NEWTON POR METRO CÚBICO, ES DECIR CUATRO TONELADAS POR METRO CÚBICO. SI EL MOTOR TIENE UN VOLUMEN ÚTIL DE UN METRO CÚBICO, EN TOTAL TIENES CUATRO TONELADAS.

¡CUATRO TONELADAS!

ESPERA, CON ESOS NÚMEROS... ¡TRES MIL VOLTIOS POR MILÍMETRO SIGNIFICAN POR LO MENOS UN MILLONCITO DE VOLTIOS POR METRO!...



¡EPA! ¡CON LAS TALES FUERZAS DE LAPLACE VAMOS A QUEDAR FULMINADOS!



¡CONOZCO UNA FULMINANTE APLICACIÓN DE LAS FUERZAS DE LAPLACE!

¿AH SÍ, CUÁL?



EL TRUENO

¿EL TRUENO?!



Y DALE CON LA ALTA TENSION...

¡SOFÍA, RÁPIDO, VEN A VER! ¡ANSELMO ESTÁ
POR INVENTAR MÁQUINAS EXCEPCIONALES
QUE VUELAN CON ELECTRICIDAD!

¡CIELOS!
¡YA VOY!



¿PERO TE DAS CUENTA DE LAS DIFICULTADES? TE HARÁ FALTA A BORDO UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA LOS SUPERCONDUCTORES, A MUY BAJA TEMPERATURA, Y UN GENERADOR ELÉCTRICO DE VARIOS CENTENARES DE MEGAVATIOS. ¡SU PESO SERÁ ENORME!

¡CASI COMO TRATAR
DE HACER VOLAR UNA
CENTRAL NUCLEAR!

VOLAR CON ELECTRICIDAD ES IMPOSIBLE.

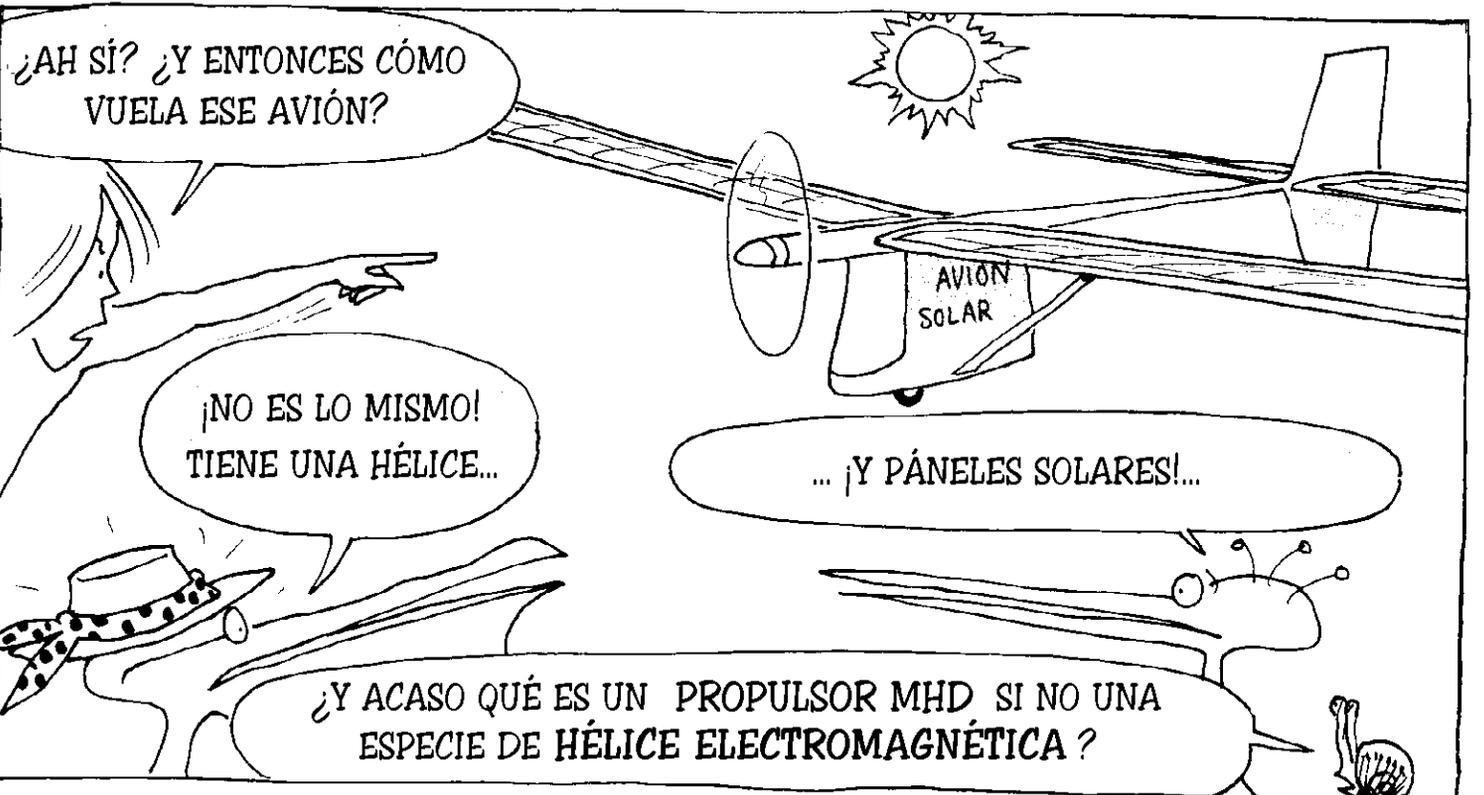


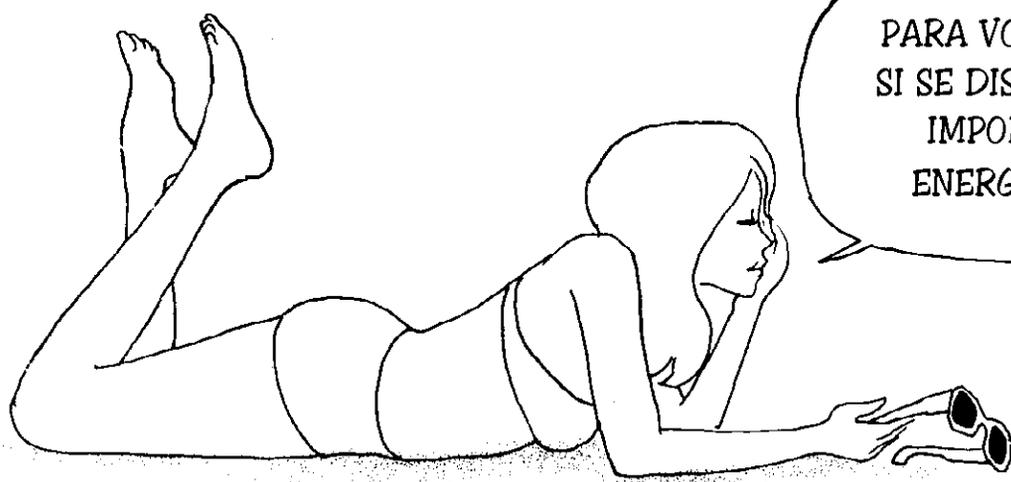
¿AH SÍ? ¿Y ENTONCES CÓMO
VUELA ESE AVIÓN?

¡NO ES LO MISMO!
TIENE UNA HÉLICE...

... ¡Y PÁNELES SOLARES!...

¿Y ACASO QUÉ ES UN PROPULSOR MHD SI NO UNA
ESPECIE DE HÉLICE ELECTROMAGNÉTICA?



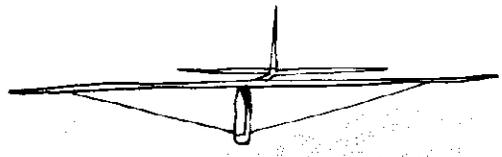


PARA VOLAR SE REQUIERE ENERGÍA
 SI SE DISPONE DE SUFICIENTE POCO
 IMPORTA LA FORMA DE ESTA
 ENERGÍA: QUÍMICA, ELÉCTRICA, ...



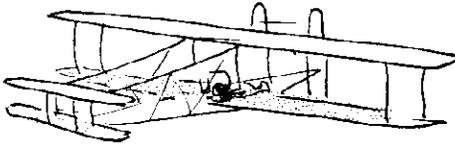
MIRÁNDOLO DE CERCA, VOLAR ES UN PROBLEMA DE RELACIÓN
 ENTRE POTENCIA Y PESO PARA UNA VELOCIDAD DADA

40 km/h
 AVIÓN DE PEDAL
 O ELÉCTRICO



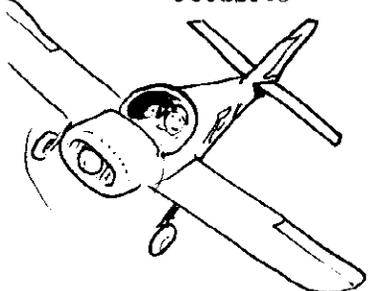
20 VATIOS POR KILO

60 km/h
 AVIÓN DE LOS HERMANOS WRIGHT
 (tecnología menos elaborada)



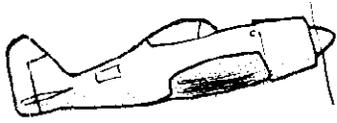
100 VATIOS POR KILO

250 km/h
 AVIONETA DE
 TURISMO



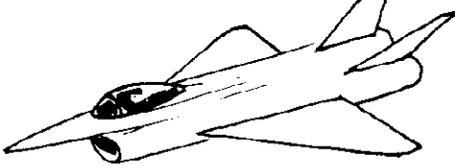
300 VATIOS POR KILO

700 km/h
 CAZABOMBARDERO DE LA
 SEGUNDA GUERRA MUNDIAL



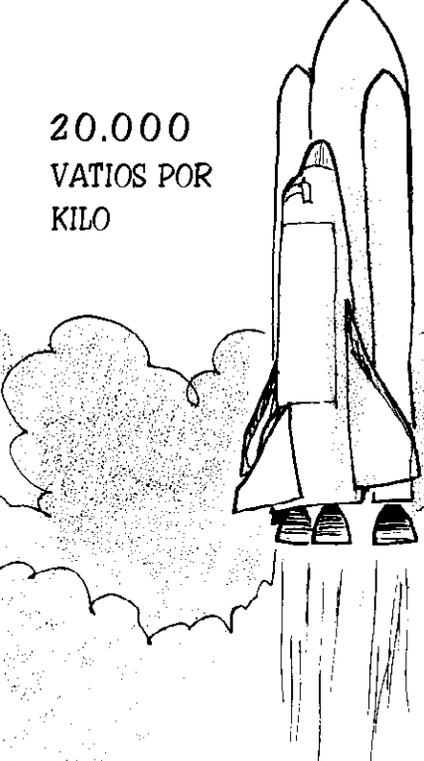
800 VATIOS POR KILO

2700 km/h
 CAZABOMBARDERO DE LA
 PRÓXIMA GUERRA MUNDIAL



5.000 VATIOS POR KILO

**20.000
 VATIOS POR
 KILO**



¡EL TRANSBORDADOR ESPACIAL!



A VER SI ENTENDÍ BIEN... SI LAS CENTRALES NUCLEARES GENERARAN UN KILOVATIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR KILOGRAMO, ¿ALZARÍAN VUELO ESPONTÁNEAMENTE?

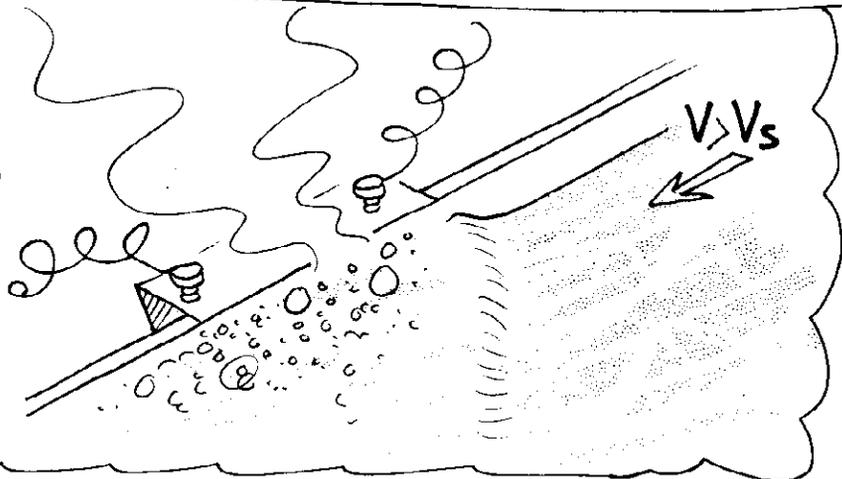
DIEZ TONELADAS POR CIENTOS MEGAVATIOS... ¡IMPOSIBLE!...

¿Y ENTONCES, SOFÍA?

¡BENDITO ANSELMO! EN DEFINITIVA PARECE QUE SE PUEDE EXTENDER A LOS GASES LO QUE FUE ELUCUBRADO PARA LOS MOVIMIENTOS LÍQUIDOS DE SUPERFICIE LIBRE: EL CRITERIO DE INTERACCIÓN Y LA EFICIENCIA MHD. PERO DEBE HABER ALGÚN PUNTO DÉBIL EN ALGUNA PARTE. VEAMOS...

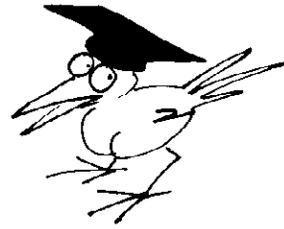
¿ENTONCES?

EN EL EXPERIMENTO DE LA PÁGINA 43, UN SUMINISTRO MUY GRANDE DE ENERGÍA PROVOCABA UN BLOQUEO

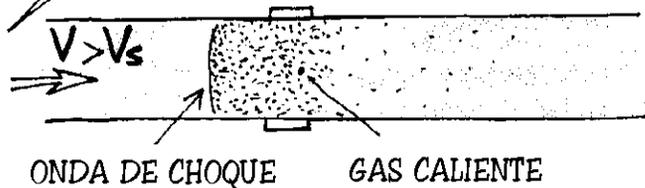


EL BLOQUEO TÉRMICO

¿UN FENÓMENO SIMILAR EN LOS GASES NO PODRÍA OBSTACULIZAR LA ACCIÓN MHD?



EN EFECTO, SE PUEDE **BLOQUEAR** UN DESPLAZAMIENTO SUPERSÓNICO DE GAS CON **CALOR**, MEDIANTE EL EFECTO JOULE. EN UNA DESCARGA ELÉCTRICA PURA (SIN CAMPO MAGNÉTICO) LA MASA DE GAS CALIENTE SE COMPORTA COMO UN TAPÓN Y SE CREA UNA ONDA DE CHOQUE.



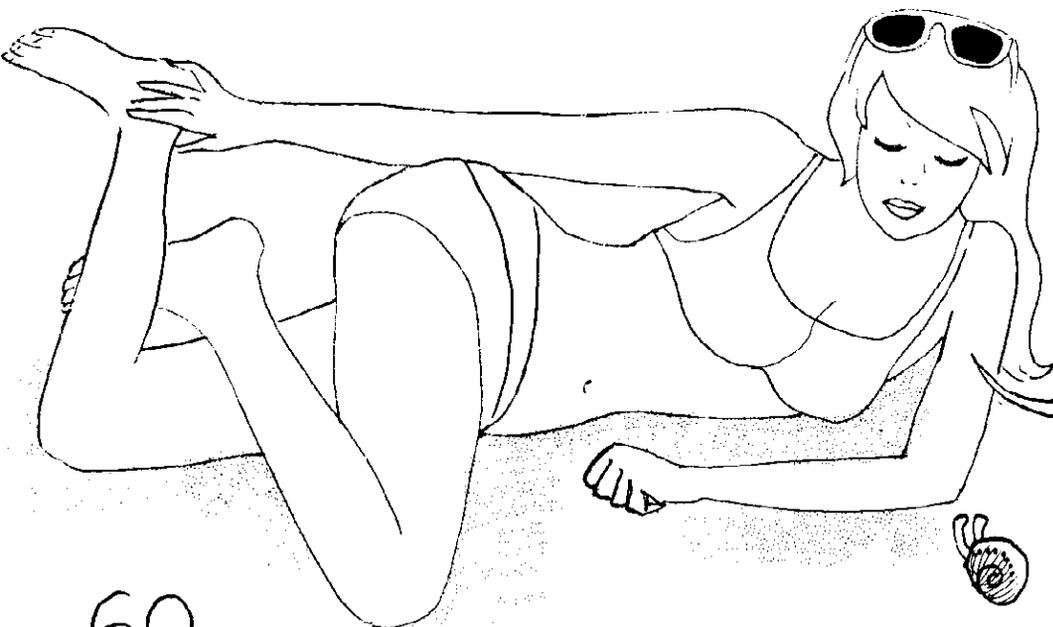
ONDA DE CHOQUE GAS CALIENTE

ENTONCES... ¿FALLARÁ EL EXPERIMENTO DE ANSELMO?

... EL BLOQUEO TÉRMICO



NO NECESARIAMENTE. TODO DEPENDE DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AIRE (Y DE LA QUE SE LE PUEDA COMUNICAR DE VARIAS MANERAS). SI ES MUY ALTA (*), LA LIBERACIÓN DE CALOR EN EL GAS SERÁ MODERADA, Y NO HABRÁ BLOQUEO.



(* Ver Apéndice E

¡JA! MIREN A ANSELMO...

SE HA DORMIDO

TÚ ME SORPRENDES...

¿QUÉ PIENSAS TÚ DE TODO ESTO?

DESDE EL MOMENTO QUE ESTAS MÁQUINAS VOLADORAS MHD CORRESPONDAN A UNA TECNOLOGÍA QUE NO ALCANZAREMOS TAL VEZ ANTES DE UN SIGLO, ME PREGUNTO SI VALE LA PENA PONERSE TODOS ESTOS PROBLEMAS.

¿PODRÍA RESULTAR INTERESANTE COMO INVESTIGACIÓN PURA?

UMM... LA INVESTIGACIÓN PURA, YA SABES...

¡UFF!
¡QUÉ DÍA!

DUERME SABELOTODO,
AMOR MÍO

EL SUEÑO DE ANSELMO

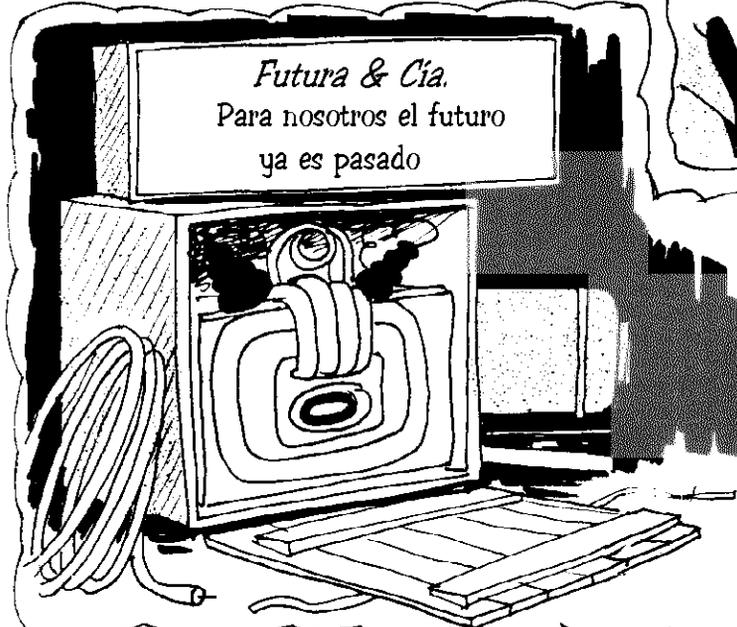


¿EH...? AH SÍ...

¿EL SEÑOR ANSELMO?
¿ES USTED QUIEN HA ORDENADO UN
GENERADOR ELÉCTRICO DE DOSCIENTOS
MEGAVATIOS, UN GENERADOR DE MICROONDAS
DE DIEZ MEGAVATIOS Y UN ATADO DE CABLE
SUPERCONDUCTOR, PARA UN PESO TOTAL DE
VEINTE TONELADAS?



FIRME AQUÍ



Futura & Cia.
Para nosotros el futuro
ya es pasado



¡WAOO!

EN VERDAD PARECE
UN BUEN MATERIAL.
¿ENTONCES, ANSELMO,
COMENZAMOS?



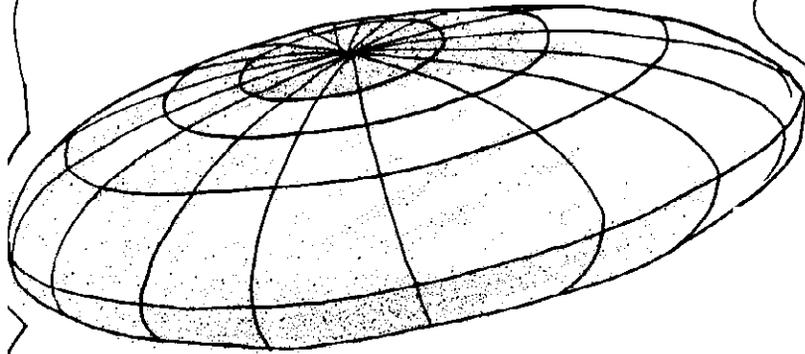
ESE TIPO TENÍA UN CAMIÓN
BASTANTE EXTRAÑO... ¿LO VISTE?



NUNCA VÍ ALGO
SEMEJANTE...
ENTONCES...

¿COMENZAMOS,
SÍ O NO?

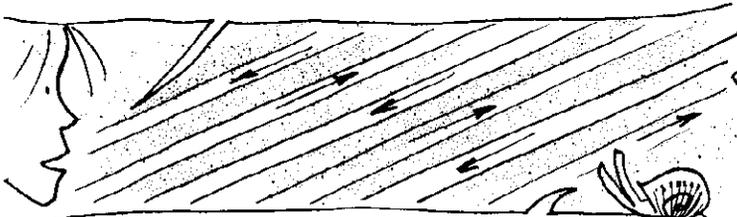
¿POR QUÉ CONSTRUYES DE FORMA PLANA TU MÁQUINA VOLADORA?



PARA APROVECHAR MEJOR LA DEPRESIÓN QUE PRODUCIRÉ ENCIMA DE ELLA, Y LA SOBREPRESIÓN QUE SE PRODUCIRÁ DEBAJO.

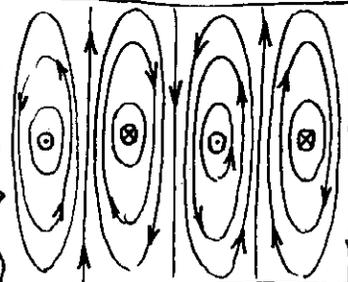


OCUPÉMONOS ANTES QUE NADA DEL **CAMPO MAGNÉTICO**. CON ESTE CABLE SUPERCONDUCTOR PODRÉ ALTERNAR EL SENTIDO DE LAS CORRIENTES, ASÍ.



EN ESTOS ALAMBRES PARALELOS LA CORRIENTE SE INVIERTE AL PASAR DE UNO A OTRO

LOS CABLES VACÍOS SERÁN ENFRIADOS A MUY BAJA TEMPERATURA MEDIANTE HELIO LÍQUIDO. LOS CÍRCULOS CON PUNTO Y CRUZ INDICAN VECTORES ENTRANTES Y

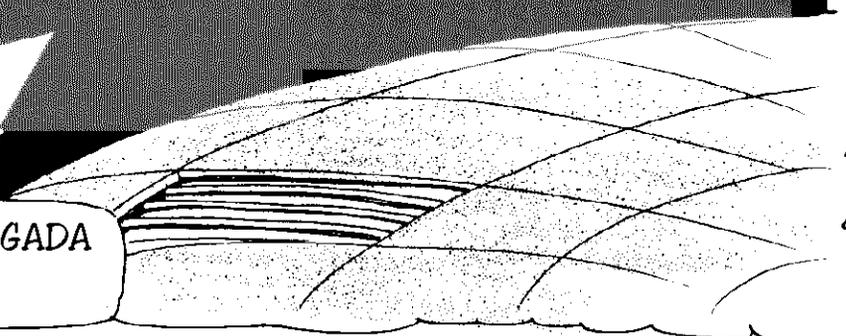


SALIENTES DEL PAPEL, RESPECTIVAMENTE

SE OBTIENE ASÍ UN CAMPO MAGNÉTICO QUE SE INVIERTE CADA 4 MILÍMETROS

LOS CABLES SEGUIRÁN LOS MERIDIANOS DEL OBJETO

Y LOS RECUBRO CON UNA LÁMINA DELGADA EN CERÁMICA



SOBRE LA CERÁMICA COLOCO MIS ELECTRODOS, SIGUIENDO SIEMPRE LOS MERIDIANOS.

PARED DE CERÁMICA

Y ALTERNAS LAS POLARIDADES DE LOS ELECTRODOS, COMO EN EL CASO DEL ACELERADOR PARIETAL.

CABLES DE MATERIAL SUPERCONDUCTOR

ELECTRODOS

SE FORMARÁ EN TORNO AL APARATO ESTE TIPO DE CAMPO DE FUERZAS.

PARA OBTENER MAYORES DIVIDENDOS, PUEDO COLOCAR LOS CABLES Y LOS ELECTRODOS MUY CERCA ENTRE SÍ.

PRIMERO: ESTO REDUCE LA TENSION A APLICAR EN LOS ELECTRODOS.

SEGUNDO: PERMITE LIMITAR EL VOLUMEN EN EL QUE SE FORMARÁ EL CAMPO MAGNÉTICO. PRÁCTICAMENTE, LA SUPERFICIE DE LA NAVE MULTIPLICADA POR EL "PASO" ENTRE CABLES.

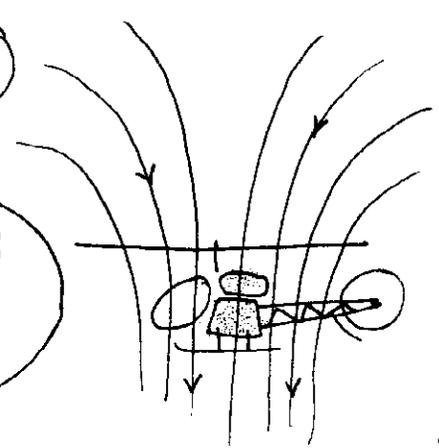
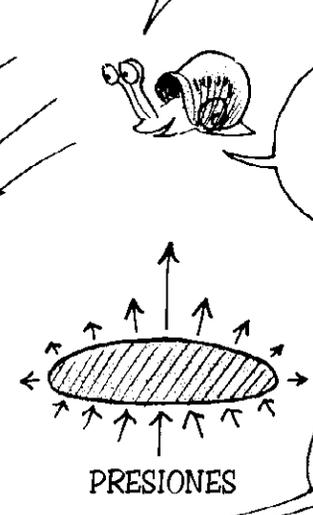
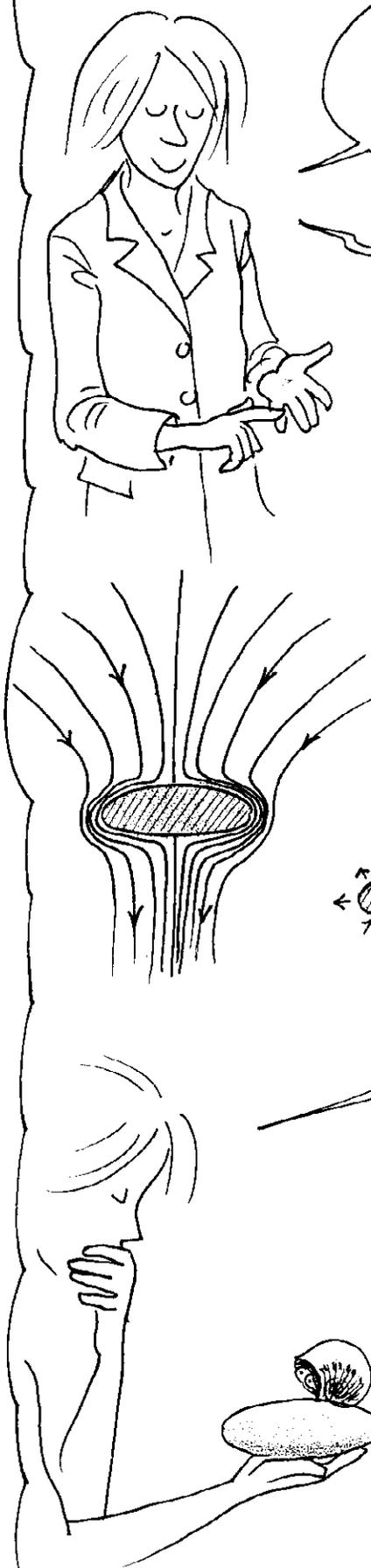
TERCERO: PERMITE ACTUAR SOBRE UN ESTRATO MUY DELGADO, CONCENTRANDO ALLÍ LA IONIZACIÓN Y LAS FUERZAS.

Y HE AHÍ EL DESPLAZAMIENTO DEL GAS QUE RESULTA.

ES COMO UNA ESPECIE DE HELICÓPTERO ELECTROMAGNÉTICO

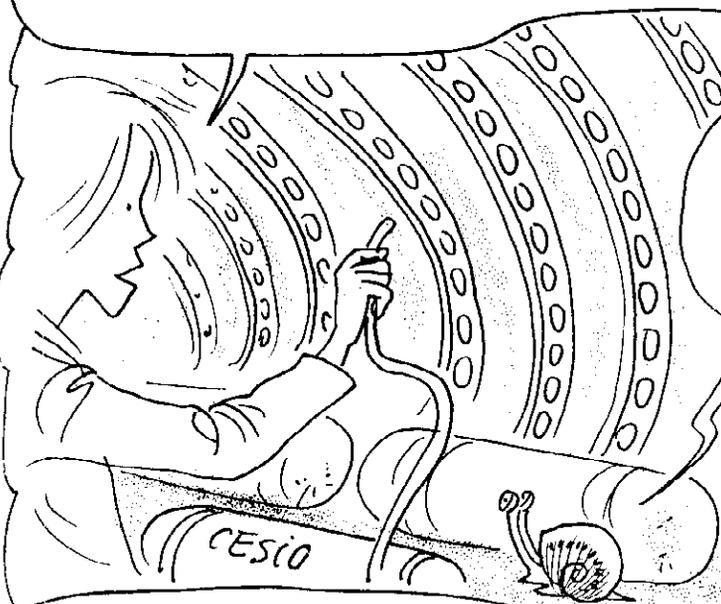
QUEDA POR SABER CÓMO CREAR LA IONIZACIÓN, ES DECIR UNA CANTIDAD SUFICIENTE DE ELECTRONES LIBRES EN ESTE ESTRATO DE GAS

SI COLOCAS LOS ELECTRODOS SEPARADOS UN MILÍMETRO, Y CON UN VOLTAJE REGULADOR DE MIL VOLTIOS, BASTARÁ CON LIBERAR LOS ELECTRONES DE LOS ÁTOMOS PARA QUE PUEDA PASAR LA CORRIENTE.



EL PROBLEMA DE LA IONIZACIÓN

EN EL AIRE, LOS ELECTRONES LIBRES NO LOS SUMINISTRA NI EL OXÍGENO NI EL NITRÓGENO, SINO EL ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO). PERO YO PREFERIRÍA ENRIQUECER EL AIRE CON UNA SUSTANCIA QUE SUMINISTRE MÁS FÁCILMENTE LOS ELECTRONES LIBRES, COMO EL CESIO O EL SODIO.



ENTONCES ABRES POROS EN LA PARED DE CERÁMICA PARA QUE EMITAN DURANTE EL VUELO PEQUEÑAS CANTIDADES DE VAPORES DE CESIO.



ANSELMO HA COLOCADO A BORDO UN GENERADOR QUE PRODUCE UN CAMPO ELÉCTRICO ALTERNADO DE ALTÍSIMA FRECUENCIA (TRES MIL MEGAHERTZ) EN EL AIRE CIRCUNDANTE



ESTAS MICROONDAS SERÁN RÁPIDAMENTE ABSORBIDAS POR EL ESTRATO DE AIRE QUE RODEA LA NAVE, CREANDO LOS ELECTRONES LIBRES.

ESTRATO DE PLASMA

TRAYECTORIA DE UN ELEMENTO DEL GAS

IONIZACIÓN

DESIONIZACIÓN CON EMISIÓN DE LUZ

BIEN. CREO QUE TODO ESTÁ LISTO. UN SISTEMA DE TELEVISIÓN DE CIRCUITO INTERNO, CON MICROCÁMARAS DISPUESTAS SOBRE LA PARED, NOS DARÁ IMÁGENES DESDE EL EXTERIOR.

¿ESTABLECEMOS CONTACTO?

¿QUÉ ES ESA COSA?

¡IONIZACIÓN!

¡CARAMBAS! LEÓN Y SU AMIGO ESTÁN ALLÍ AFUERA...

SE PONE LUMINOSO Y ROJIZO...

¿QUÉ SE ESTARÁN BUSCANDO CON ESTAS HIPERFRECUENCIAS?

¡LO MEJOR SERÁ PARTIR LO MÁS PRONTO POSIBLE!

YA GUARDÉ EL TREN DE ATERRIZAJE

¡QUÉ DIVERTIDO TU DISCO VOLADOR! ¡SE MANEJA COMO UN HELICÓPTERO!

!?

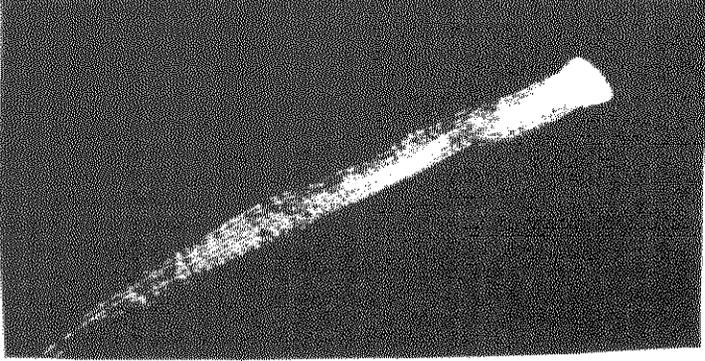
¡SOFÍA...!

EN LUGAR DE CONTROLAR LAS ASPAS, CONTROLAS LAS CORRIENTES.

MIRA A ESTOS DOS. ¿QUÉ LES PUEDE HABER SUCEDIDO? PARECE QUE HUBIERAN VISTO EL DIABLO

¡QUÉ EXTRAÑO! PARECE COMO SI LES HUBIERA PASADO CORRIENTE...

LA AERODINA MHD CONTINÚA SU VUELO DEJANDO DETRÁS SUYO UNA LARGA COLA DE CESIO ARDIENTE.



¡MÁS RÁPIDO!

AUMENTANDO EL SUMINISTRO DE CORRIENTE, EL ASPECTO DEL DISCO VOLADOR SE ASEMEJA AL DE UNA ESTRELLA FUGAZ



¡MIRA QUÉ VELOCES VAMOS!
¡TENEMOS QUE ESTAR A POR LO MENOS CUATRO O CINCO VECES MÁS QUE LA VELOCIDAD DEL SONIDO!!

OYE, ANSELMO: DADO QUE CONTROLAMOS PERFECTAMENTE EL DESPLAZAMIENTO DE LOS GASES, VOLAMOS SIN TURBULENCIA NI ONDAS DE CHOQUE.

¿O NO?

PUEDE SER

POR LO TANTO SIN RUIDO

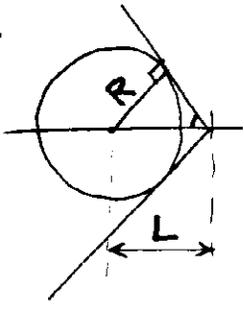
ASÍ QUE HEMOS VISTO LA BARRERA DEL SONIDO, LUEGO LA BARRERA DEL CALOR. AHORA PIENSO QUE HEMOS SUPERADO...



¡ LA BARRERA DEL SILENCIO !

APÉNDICES CIENTÍFICOS

A



EN UN TIEMPO t , UNA ONDA EMITIDA SE PROPAGA RADIALMENTE SEGÚN $R = V_s t$ MIENTRAS QUE EL OBJETO SE DESPLAZA $L = V t$. ASÍ:
 $V/V_s = L/R$, $\text{sen}(\alpha) = V_s/V = R/L$

B

SE ACTÚA SOBRE EL SISTEMA DE LA ONDA SI LA ENERGÍA RECIBIDA POR EL ELEMENTO DE VOLUMEN, QUE ES JBL (EL TRABAJO DE LA FUERZA DE LAPLACE A LO LARGO DE LA DISTANCIA DE INTERACCIÓN), ES SUPERIOR A LA ENERGÍA CINÉTICA $1/2 \rho V^2$. EN EL AGUA SALADA LA ELECTRÓLISIS LIMITA J A 1 A/cm^2 (10^4 A/m^2). SEA $V = 8 \text{ cm/s}$. SI EL CILINDRO TIENE 0.8 mm ($8 \times 10^{-3} \text{ m}$), CON UNA DISTANCIA DE INTERACCIÓN IGUAL A LA LONGITUD DEL ELECTRODO (2 mm), $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$. SI $B = 1 \text{ TESLA}$ (10.000 GAUSS), EL PARÁMETRO DE INTERACCIÓN ES $2JBL/\rho V^2 = 25$. SE ANULA LA ONDA DE PROA...

C

EL BARCO TIENE UN EMPUJE DE 1 gr. , ES DECIR 10^{-3} kg. ó 10^{-2} Newtons . AVANZA A 0.1 m/s , ESTO ES 10^{-3} Vatios . EL GENERADOR SUMINISTRA 25 Voltios Y 20 Amperios , ES DECIR 500 Vatios . LA EFICIENCIA ES ENTONCES $\eta = 10^{-3} / 500 = 2 \cdot 10^{-6}$. EL FLUIDO PASA AL ACELERADOR EN UN TIEMPO t . LA POTENCIA PROPULSORA SERÁ ENTONCES JBL/t , DONDE L/t ES LA VELOCIDAD V . POR OTRA PARTE, LA POTENCIA DISIPADA POR EFECTO JOULE ES J^2/σ , DONDE σ ES LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA. LA EFICIENCIA ES, POR LO TANTO: $\eta = JBV / (JBV + J^2/\sigma)$
 $\sigma = 10 \text{ mhos/m}$, $B = 25 \text{ Tesla}$, $V = 20 \text{ m/s}$, $J = 10 \text{ A/m}$. SE OBTIENE $\eta = 0.33$. η CRECE CON V .

D

LA SOBREPRESIÓN EN EL PUNTO DE DETENCIÓN SERÁ, A GROSSO MODO, $1/2 \rho V^2$, SIENDO ρ LA MASA DE VOLUMEN DEL AIRE ($1,3 \text{ kg/m}^3$) Y LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL OBJETO. PARA UNA SUPERFICIE FRONTAL EQUIVALENTE A 1 m^2 , LA POTENCIA ASOCIADA AL ARRASTRE DE ONDA SERÍA $1/2 \rho V^3$. SI $V = 600 \text{ m/s}$, $P = 200 \text{ MW}$. SI $V = 1500 \text{ m/s}$, $P = 2000 \text{ MW}$.

E

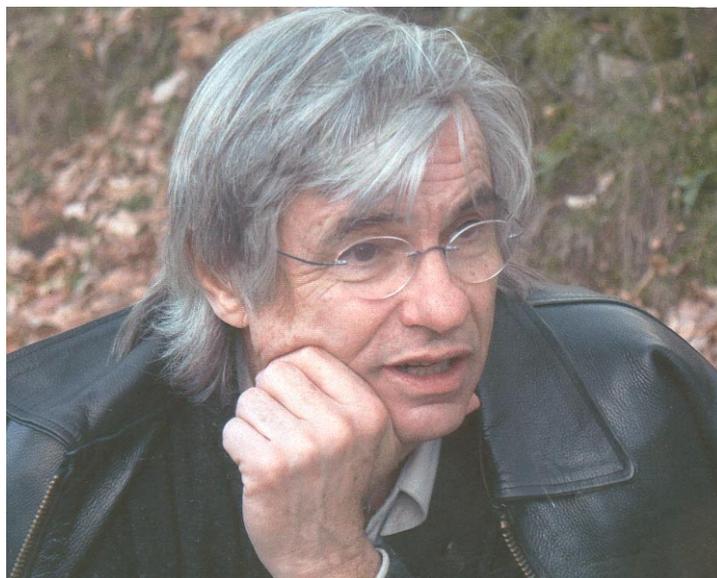
LA POTENCIA ASOCIADA A LA ACELERACIÓN MHD ES JBV . CON $J = 10^4 \text{ A/m}^2$, $B = 4 \text{ Tesla}$, SI $V = 1000 \text{ m/s}$, $JBV = 40 \text{ MW/m}^3$. SI LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AIRE (FUERA DEL EQUILIBRIO) ALCANZA 10 mhos/m , COMO EL AGUA SALADA, ENTONCES EL CALOR PRODUCIDO POR EFECTO JOULE J^2/σ CORRESPONDERÁ A UNA POTENCIA DE 10 MW/m^3 . PUEDE FUNCIONAR. SERÍA PREFERIBLE TRABAJAR CON UN B GRANDE (20 TESLA) Y AUMENTAR ARTIFICIALMENTE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA σ (POR TRANSPIRACIÓN DE UNA SUSTANCIA ALCALINA A TRAVÉS DE UNA PARED POROSA O POR ACCIÓN DE MICROONDAS).



Saber sin Fronteras

Association Loi de 1901

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



Jean-Pierre Petit, presidente de la Asociación

Antiguo director de investigaciones del CNRS, astrofísico y creador de un nuevo género : la Historieta Científica. Creada en el año 2005 junto con su amigo Gilles d'Agostini, la asociación Saber sin Fronteras tiene como finalidad distribuir gratuitamente el saber científico y técnico por todo el mundo. La asociación funciona gracias a donaciones y retribuye a sus traductores con 150 euros por cada historieta traducida (en el 2007), asumiendo además los cargos bancarios de las transferencias. Numerosos traductores en todo el mundo contribuyen a aumentar diariamente el número de álbumes traducidos, los cuales ascienden en el 2007 a 200 y son telecargables de manera gratuita en 28 idiomas, incluyendo el Laostaní y el Ruandés.

El presente archivo pdf puede ser duplicado y reproducido sin restricciones, parcial o totalmente, y utilizado por los profesores en sus cursos a condición de que lo hagan sin ánimo de lucro. Puede ser depositado en bibliotecas municipales, escolares y universitarias, tanto en forma impresa como en redes de tipo Intranet.

El autor tiene previsto completar la presente colección de historietas con álbumes más elementales, para chicos de 12 años. Igualmente están en proceso de elaboración álbumes « hablantes » para analfabetas, así como álbumes bilingües para el aprendizaje de idiomas a partir de las lenguas de origen.

La asociación está buscando continuamente nuevos traductores que puedan traducir las obras a su propia lengua materna y que posean las competencias técnicas que los habiliten para realizar buenas traducciones de los álbumes que emprenden.

Para contactar la asociación basta con ir a su página web

Para realizar una donación:

Para otros países → **Número de Cuenta Bancaria Internacional (IBAN) :**

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

y → **Código Identificador del Banco (BIC):**

BIC
PSSTFRPPMAR

Los estatutos de la asociación (en francés) están disponibles en su sitio web. Así mismo, la contabilidad puede ser accesada en línea, en tiempo real. La asociación no retiene dinero alguno de las donaciones, ni siquiera los costos de las transferencias bancarias, de modo que las sumas entregadas a los traductores son netas.

La asociación no paga a ninguno de sus miembros, que operan benévolamente y asumen ellos mismos los costos de funcionamiento y de administración del sitio web, costos que no son por lo tanto sufragados por la asociación.

Pueden estar seguros de que en esta especie de « obra humanitaria cultural », cualquiera sea la suma que ustedes donen, ésta será consagrada íntegramente a retribuir a los traductores.

En promedio, estamos poniendo en línea una decena de nuevas traducciones cada mes.