

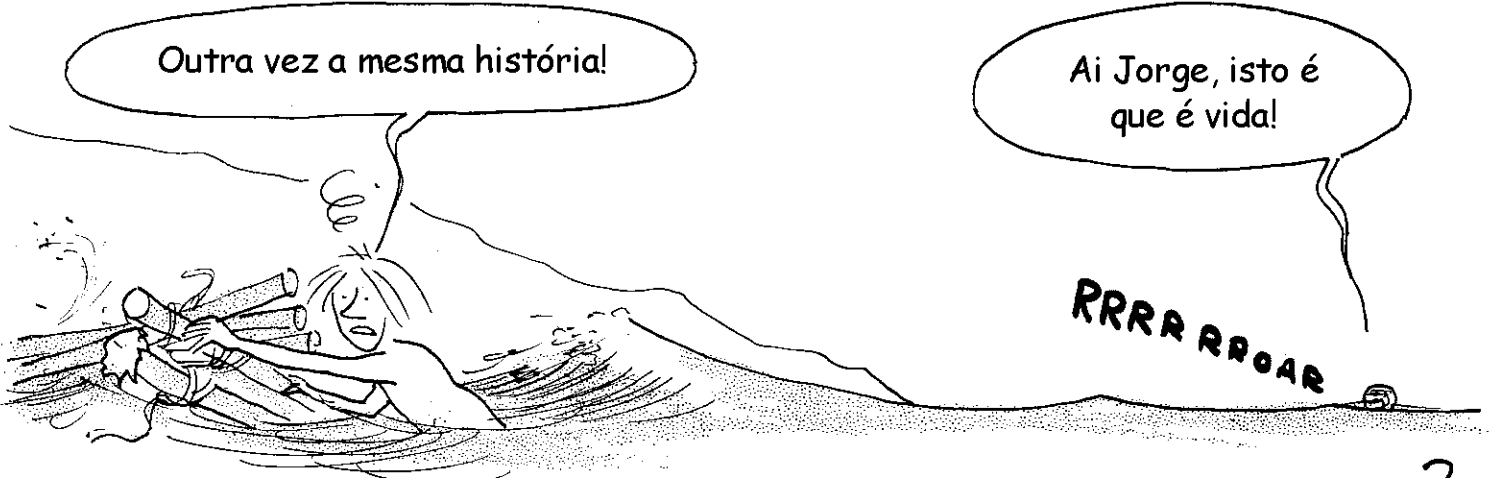
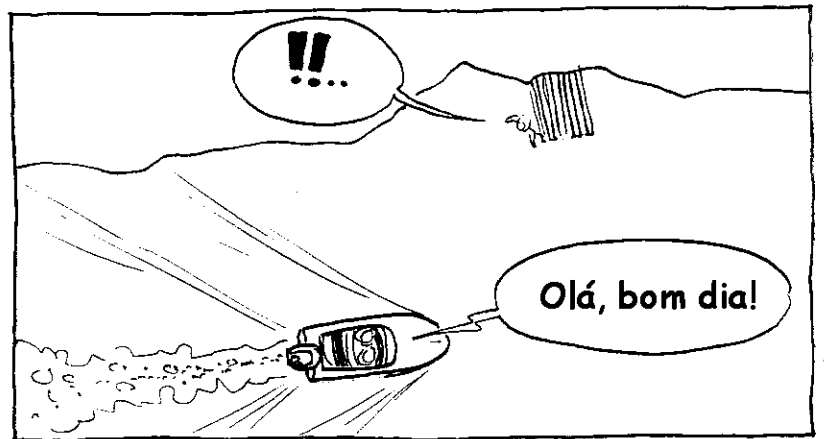
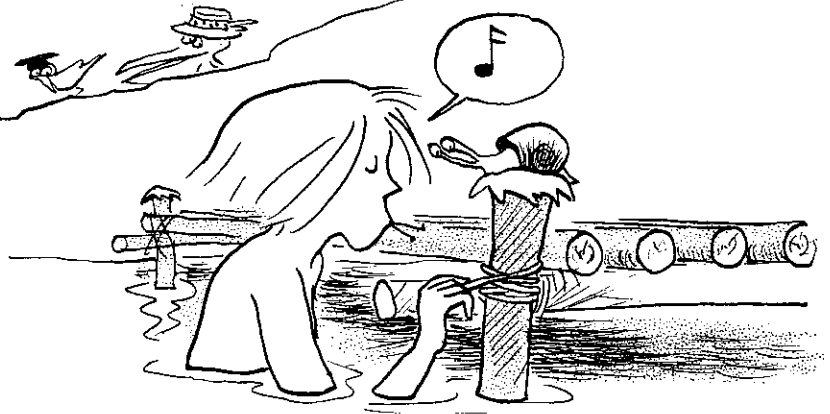
A BARREIRA DO SILÊNCIO

Jean-Pierre Petit

Traduzido por
Sónia da Costa



PRÓLOGO





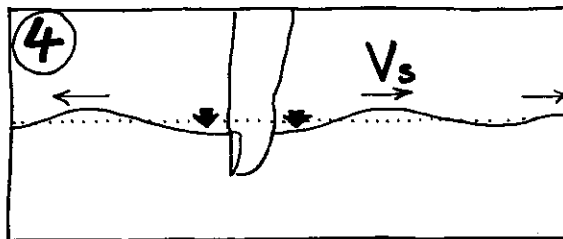
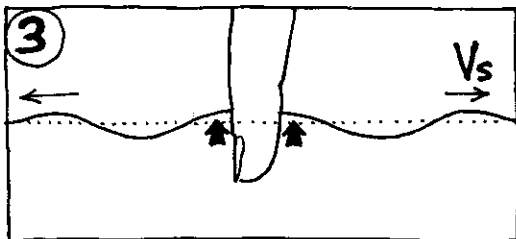
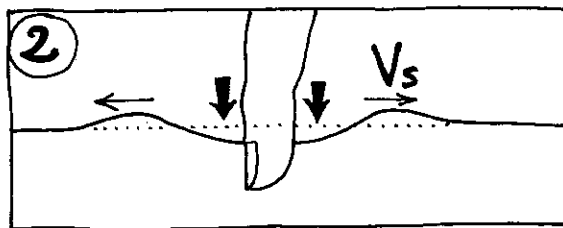
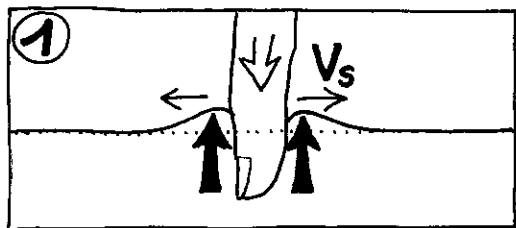
Até pode ser da onda de proa...
A verdade é que foi tudo pela água abaixo!

AS ONDAS DE SUPERFÍCIE

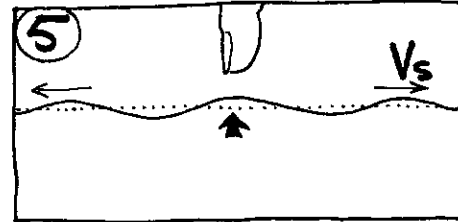
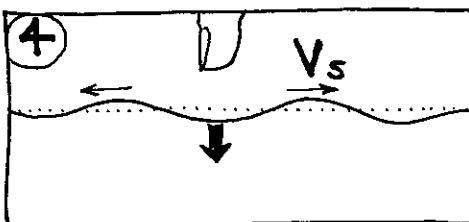
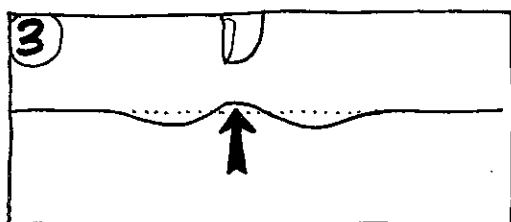
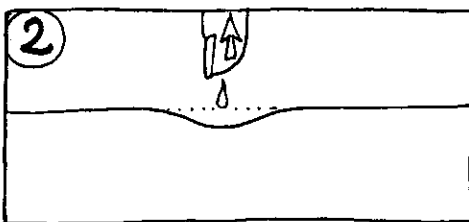
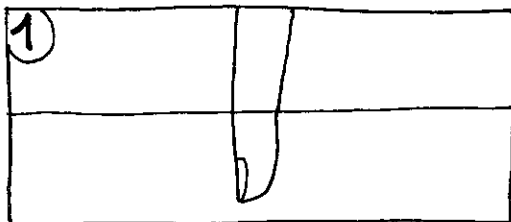




Se eu pressionar a superfície com o meu dedo de uma só vez, forma-se uma sobreesspesura, uma dobra que tende a ser eliminada por um mecanismo oscilatório, por **ONDAS DE SUPERFÍCIE**, concêntricas, que se vão amortecendo e que se propagam aparentemente a uma velocidade constante a que vou chamar V_s .

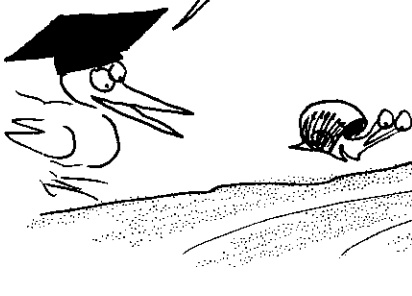


Dá-se um fenómeno idêntico se, em vez de introduzir o dedo na água, se o retira. Por esse mesmo mecanismo, o líquido tende a voltar para uma **SUPERFÍCIE LIVRE PLANA**.



É física de casa de banho!

Quando estas ondas se propagam, a energia encontra-se repartida sobre uma superfície crescente.



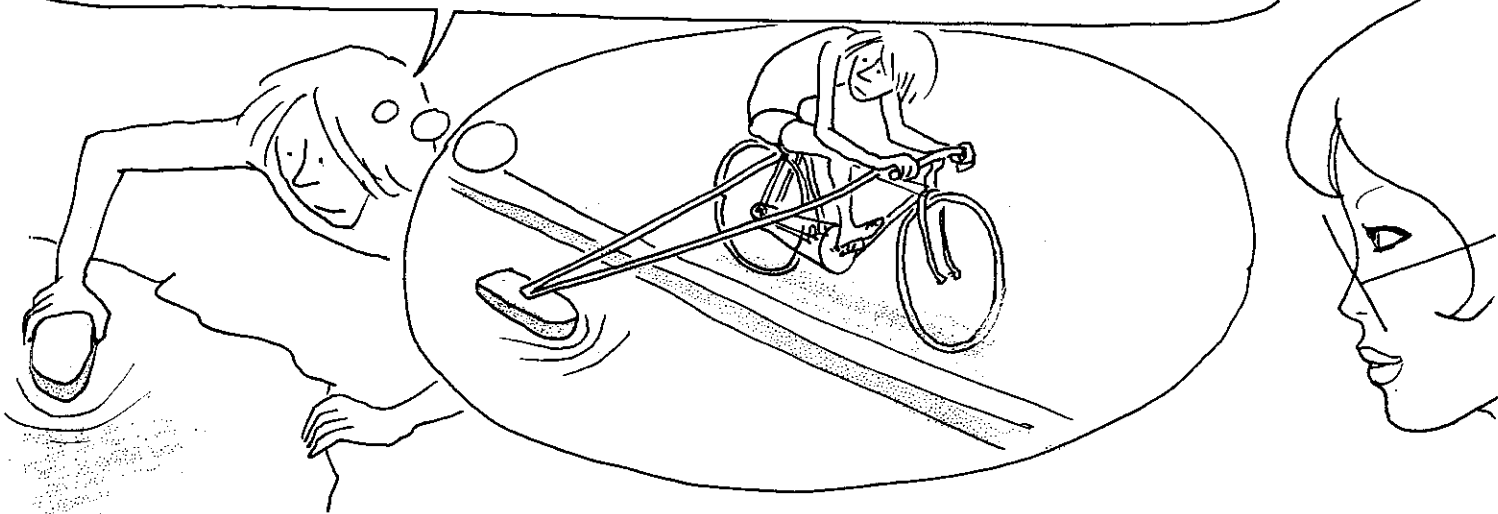
E como esta energia se conserva, a amplitude das ondas diminui progressivamente.

Quando um objecto se desloca na água, emite este tipo de ondas que permitem **APLANAR A SUPERFÍCIE DA ÁGUA**.

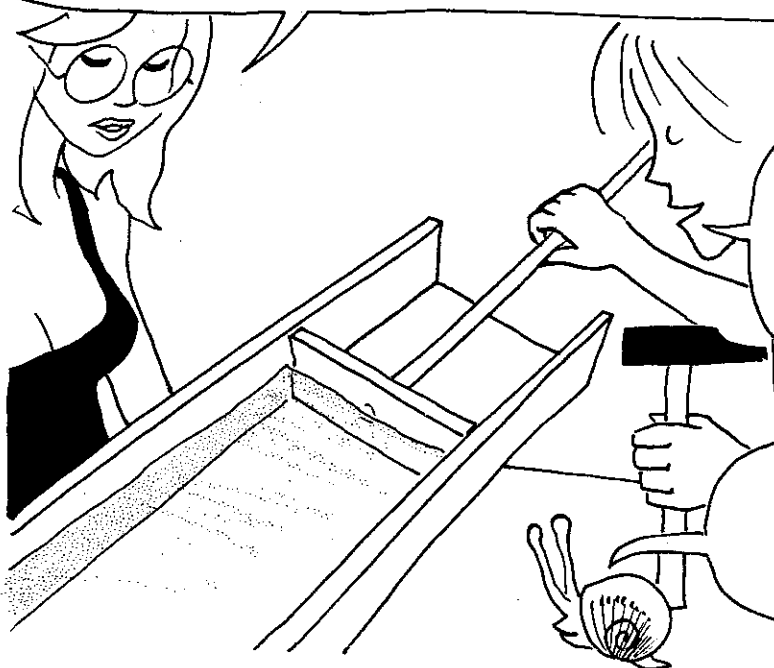


Essas ondas actuam sobre o fluído. Começam a afastar as moléculas corrente acima para que o fluído se possa preparar para receber o objecto.

Para observar isto tudo, o melhor é conseguir acompanhar o fluído no seu movimento.



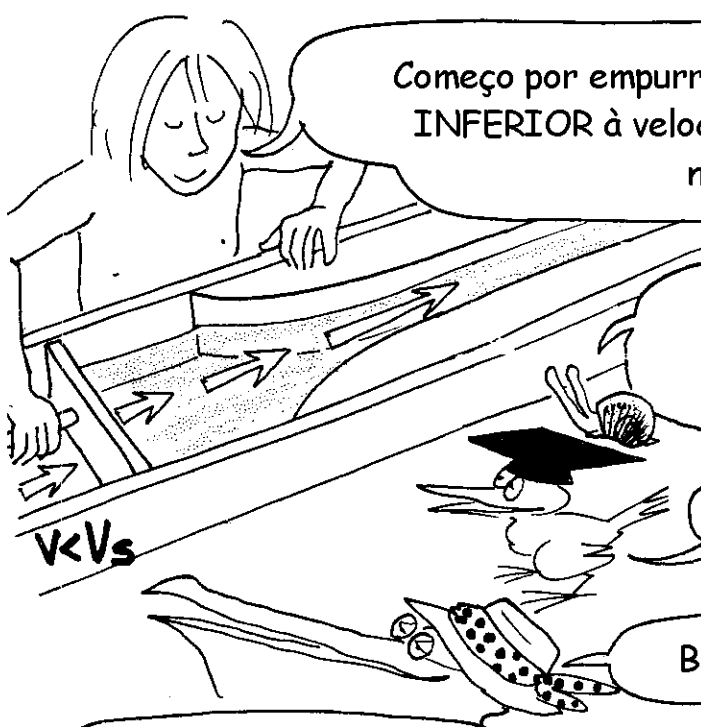
É um pouco complicado o teu sistema. Em vez de deslocares o objecto, sugiro-te antes que o deixes sossegado e que faças mover o fluído.



Tens razão. Fiz esta espécie de canal de água e, graças a esta gaveta, vou poder empurrar o fluído.

Perto da gaveta, a água tem a mesma velocidade V que aquela que impões à gaveta.

A RELAÇÃO DE HUGONOT



Começo por empurrar o fluido lentamente, a uma velocidade V INFERIOR à velocidade V_s das ONDAS DE SUPERFÍCIE, nesta espécie de gargalo.

Nesta zona de CONVERGÊNCIA, o NÍVEL DAS ÁGUAS fica praticamente CONSTANTE e o fluido ACELERA...

Como nos RÁPIDOS de um rio.

Bem, mas isso tudo é familiar, não é? (*)

Agora, vou empurrar a água a uma velocidade V SUPERIOR à velocidade V_s das ONDAS DE SUPERFÍCIE.

Isto já não vai com nada!

A entrada está a ficar entupida, o NÍVEL DAS ÁGUAS ELEVA-SE e o fluido ABRANDA. Está a ter um efeito inverso!

O fluido vai adoptando dois comportamentos bem diferentes dependendo se o número $M = V/V_s$ (que é como o NÚMERO DE MACH na aviação) for superior ou inferior a 1.

E se eu puxasse em vez de empurrar?

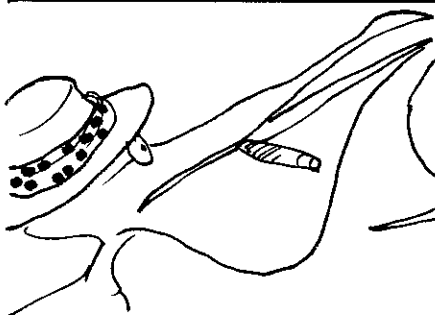
(*) Ver "O SONHO DE VOAR", do mesmo autor.

Se puxares devagarinho e se a velocidade do fluido V permanecer em todo o lado INFERIOR à velocidade V_s das ONDAS DE SUPERFÍCIE, a água **ABRANDA** na DIVERGÊNCIA e o nível das águas mantém-se praticamente constante.



Estes dois comportamentos radicalmente diferentes encontram-se resumidos no teorema do físico francês HUGONIOT:

Hugoniot	Velocidade V INFERIOR à velocidade V_s das ONDAS DE SUPERFÍCIE ("Mach" $M < 1$)	Velocidade V SUPERIOR à velocidade V_s das ONDAS DE SUPERFÍCIE ("Mach" $M > 1$)
Havendo CONVERGÊNCIA O fluido: O nível das águas:	ACELERA MANTÉM-SE CONSTANTE	ABRANDA SOBE
Havendo DIVERGÊNCIA O fluido: O nível das águas:	ABRANDA MANTÉM-SE CONSTANTE	ACELERA BAIXA



Ora vejamos... Quanto mais devagar se for, mais a velocidade decresce... ou é ao contrário?

Hi Hi Hi...



Pff! Já me doem as costas de andar a empurrar e a puxar esta massa líquida!
Vou mas é arranjar outra solução.

Isto deve servir. Se inclinarmos mais ou menos este tabuleiro de água, dá para regularmos à vontade a velocidade V do movimento.

Não acredito nisto... já mudou tudo de novo!

Não te preocupes, pá. O resultado é o mesmo.

Eis de novo um movimento em **DIVERGÊNCIA**. Abaixo da **VELOCIDADE CRÍTICA V_s** , o fluido **ABRANDA** e o nível das águas mantém-se praticamente **CONSTANTE**.

Se o líquido alcançar uma velocidade V **SUPERIOR** à velocidade V_s , então a diferença resulta numa **DESCIDA** do nível das águas, que **ACELERA**.

Velocidade V
INFERIOR à
velocidade V_s das
ONDAS DE
SUPERFÍCIE.
"Número de Mach"
 $M < 1$

"NÚMERO DE MACH"
 $M > 1$

FRENTES DE ONDAS

Ora bem, vejamos o que acontece se restringirmos o movimento na presença de **CONVERGÊNCIA**.

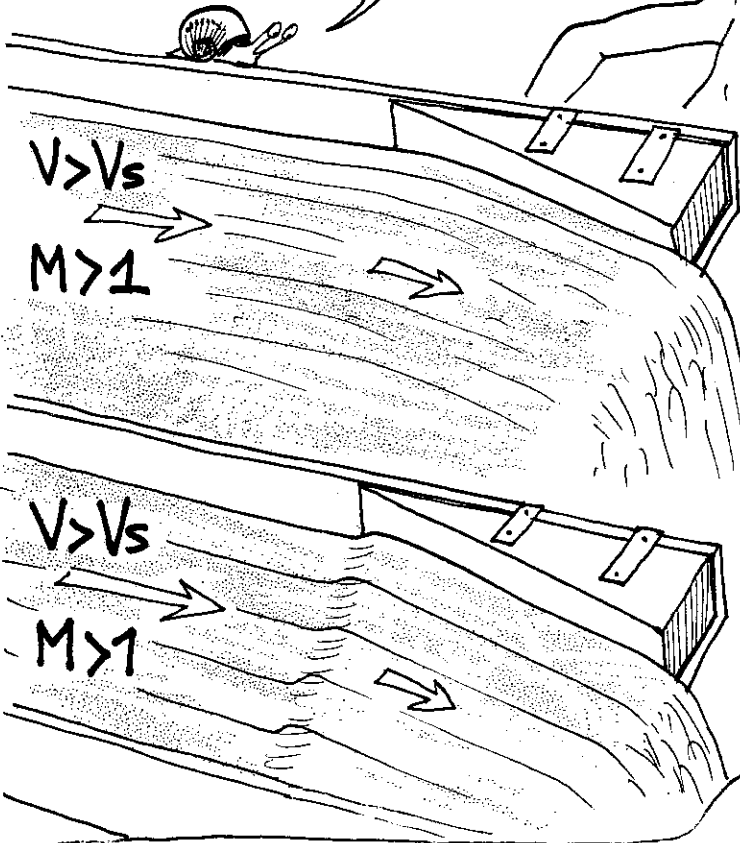


V inferior a V_s .
 M inferior a 1



Se a velocidade do fluido V for **INFERIOR** à velocidade V_s (das ondas de superfície), a velocidade **AUMENTA** e o nível mantém-se **CONSTANTE**.

Mas, se a velocidade V for superior à velocidade V_s , nesse caso, o nível das águas **VOLTA A SUBIR** e o fluido **ABRANDA**.

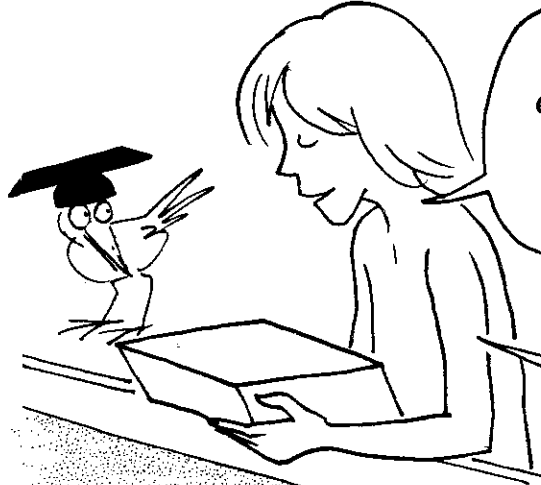


Dá corda nisso, Anselmo! Faz com que o fluido acelere. Que tal se inclinasses um pouco o tabuleiro?



Os parâmetros do fluido variam de forma notável ao atravessar um **DESNÍVEL (FRETE DE ONDA)**.
A água é **TRAVADA** e o seu nível **VOLTA A SUBIR**.

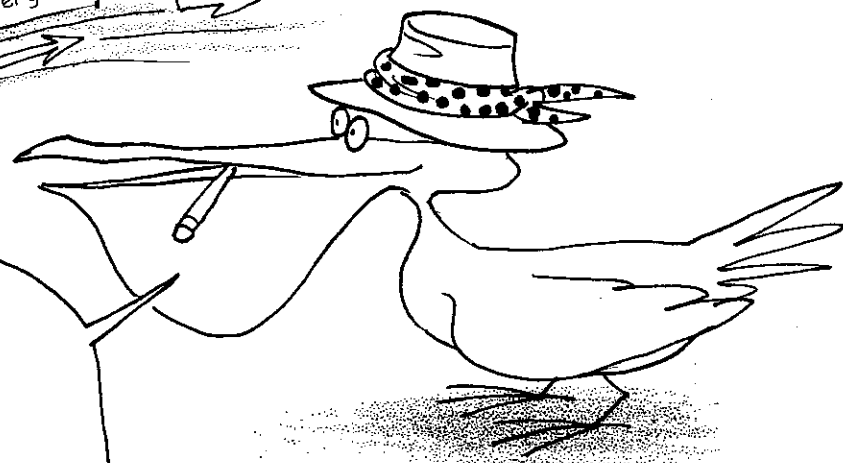
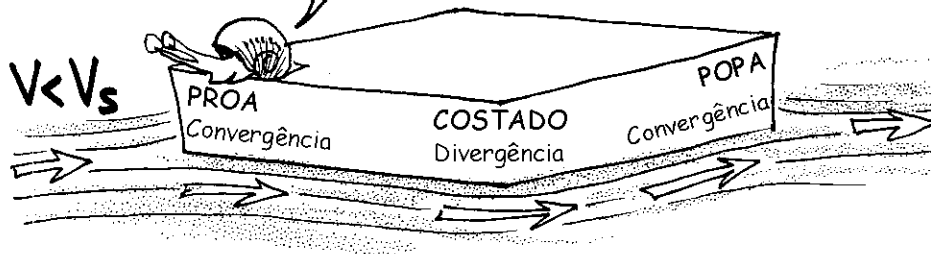
FLUXO EM TORNO DE UM PERFIL



Agora que já estudo pronto, vou finalmente poder estudar o movimento do fluído em torno de um PERFIL. Começemos por um regime em que a velocidade do fluído V é INFERIOR à velocidade V_s .

Vou esquematizar o casco de um barco para uma sucessão de TRÊS diedros.

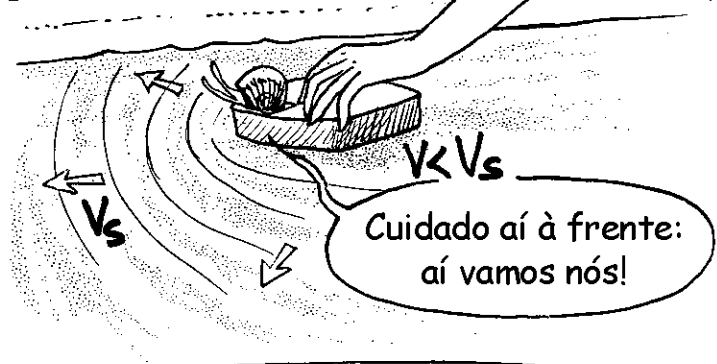
O fluído acelera na proa, que constitui uma CONVERGÊNCIA.



Hmm... de facto, a velocidade é MÁXIMA ao nível do 2º diedro (do COSTADO). O fluído vai ABRANDANDO sucessivamente até à POPA, mantendo um NÍVEL CONSTANTE até recuperar a sua velocidade.

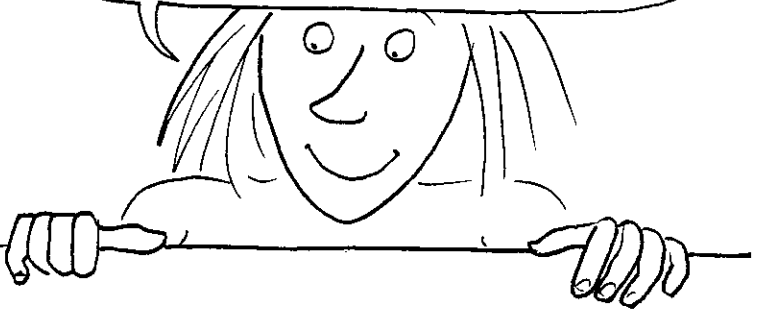


As ONDAS DE SUPERFÍCIE, que caminham a uma velocidade V_s , podem ir corrente acima e transmitir energia para o fluído. Assim "informado" da chegada de um objecto, o fluído tem tempo para tomar as medidas necessárias a fim de acolher o mesmo, começando por se afastar ANTES que o objecto esteja sobre ele.

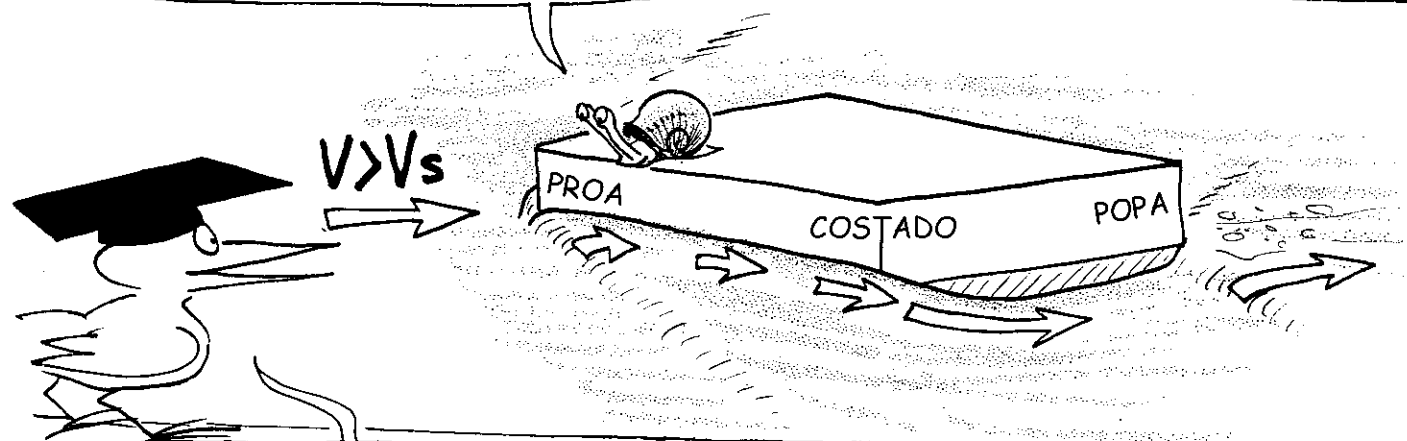


Cuidado aí à frente: aí vamos nós!

Agora, vamos inclinar mais um pouco o tabuleiro para que a velocidade V da água seja superior à velocidade V_s das ondas de superfície.



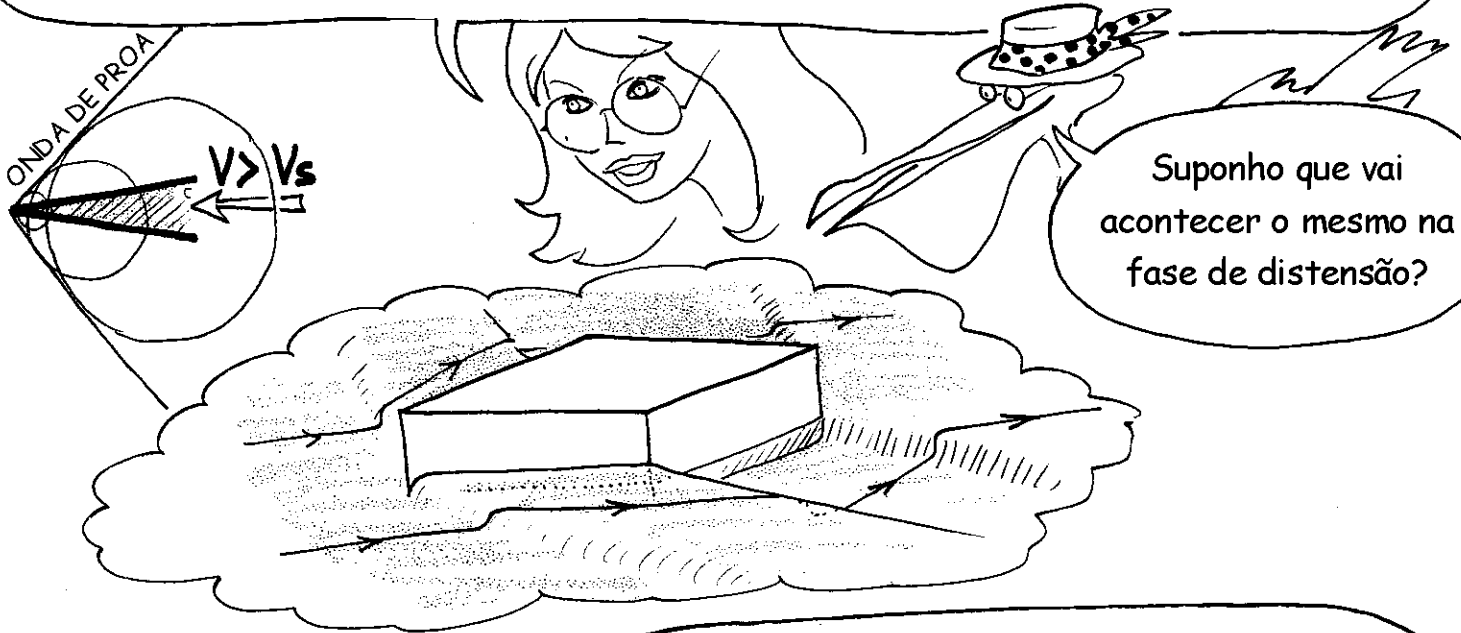
Graças ao teorema de Hugoniot, sabe-se que o fluído é travado na proa, acelerado no costado e, por fim, travado de novo na popa.



Ao nível da PROA, a água é bruscamente travada, passando a subir acima da LINHA DE FLUTUAÇÃO. Ao passar pelo segundo diedro, essa água é acelerada de novo. Aliás, chega mesmo a haver SOBREACELERAÇÃO, isto é, a água tem uma velocidade SUPERIOR àquela do seu fluxo "livre", geral. Simultaneamente, o nível desce abaixo da linha de flutuação à altura da POPA, para recuperar a velocidade e o nível iniciais.

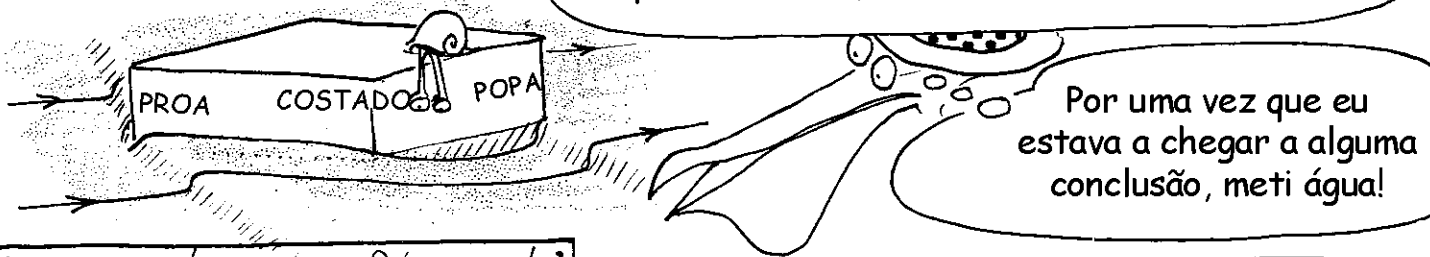
A ONDA DE PROA

Neste regime em que a velocidade V é superior à velocidade V_s das ondas de superfície, podemos ver **FRENTES DE ONDA**. A proa, por exemplo, emite ondas de superfície que, não lhes sendo possível voltar contra a corrente, se amontoam umas sobre as outras, formando uma borda saliente líquida: a **ONDA DE PROA**.

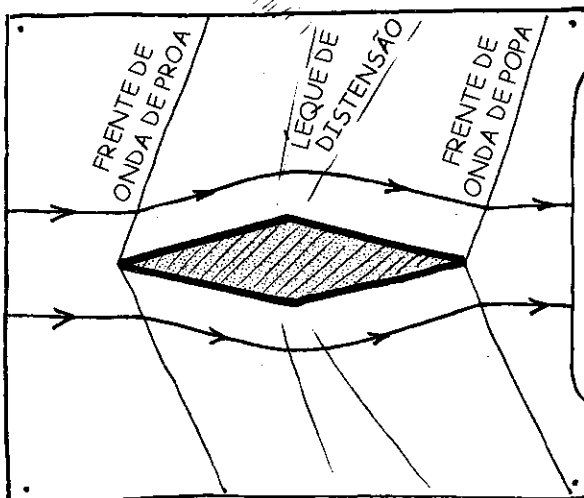


Suponho que vai acontecer o mesmo na fase de distensão?

Enganas-te. Não há "frentes de distensão", frentes de rarefacção, neste caso. Tudo isto ocorre, aparentemente, de uma forma bastante branda.

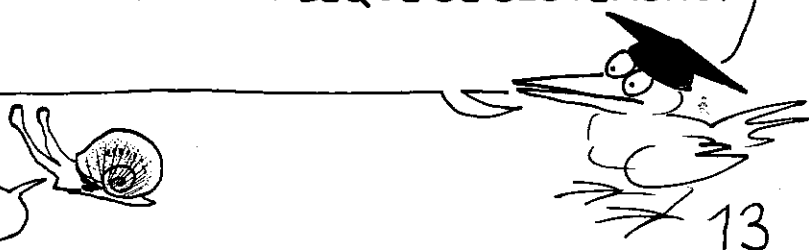


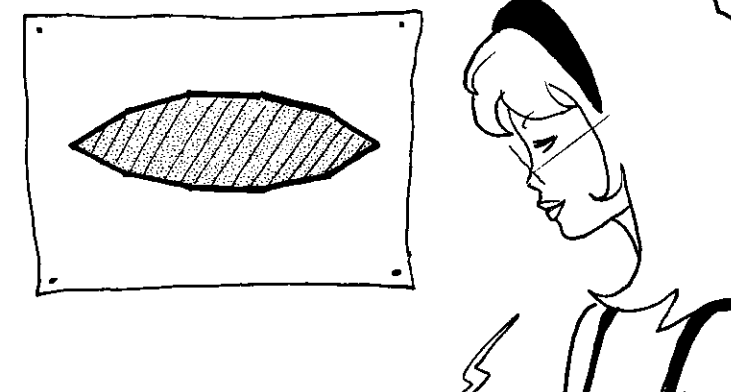
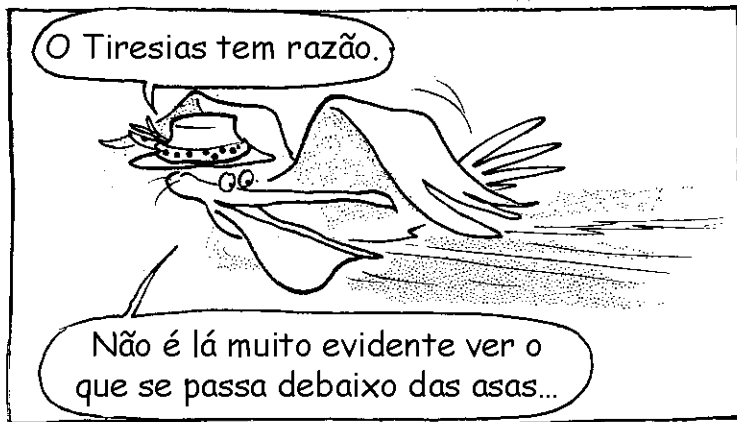
Por uma vez que eu estava a chegar a alguma conclusão, meti água!



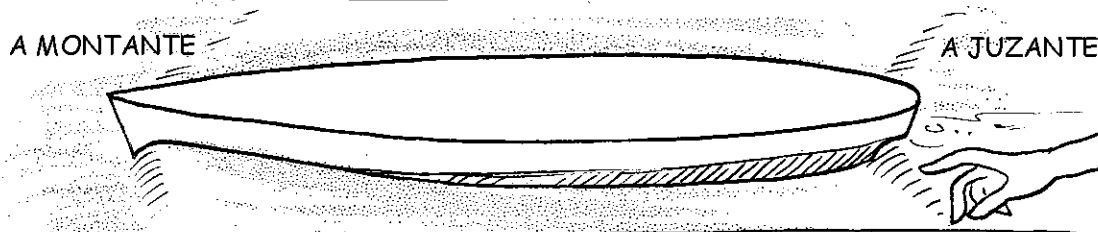
Pois é, Leão! As variações de velocidade e de nível têm lugar na proa e na popa de uma forma brusca, por intermédio das **FRENTES DE ONDA**. Porém, no costado, a velocidade e o nível variam de forma contínua através de um **LEQUE DE DISTENSÃO**.

A observação, Leão, a observação!





Num casco de um navio, os costados podem assemelhar-se a uma série de facetas em grande quantidade.



E a ONDA DE POPA garante uma união com o fluido CORRENTE ABAIXO, o que explica a razão pela qual os navios não deixam rastros de sulcos atrás deles.

Da mesma forma, a diferença de velocidade residual, que se deve ao arrasto da água pelo casco, por fricção, é anulada pela turbulência da ESTEIRA.

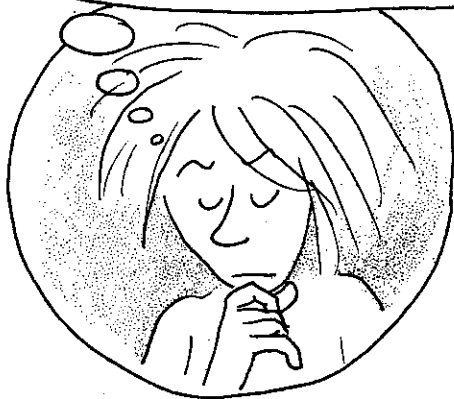
No que me toca, encontrei o princípio fundamental da MECÂNICA DOS FLUÍDOS!

Ah, meu velho Tiresias, sempre a surpreender tudo e todos! E em que consiste?

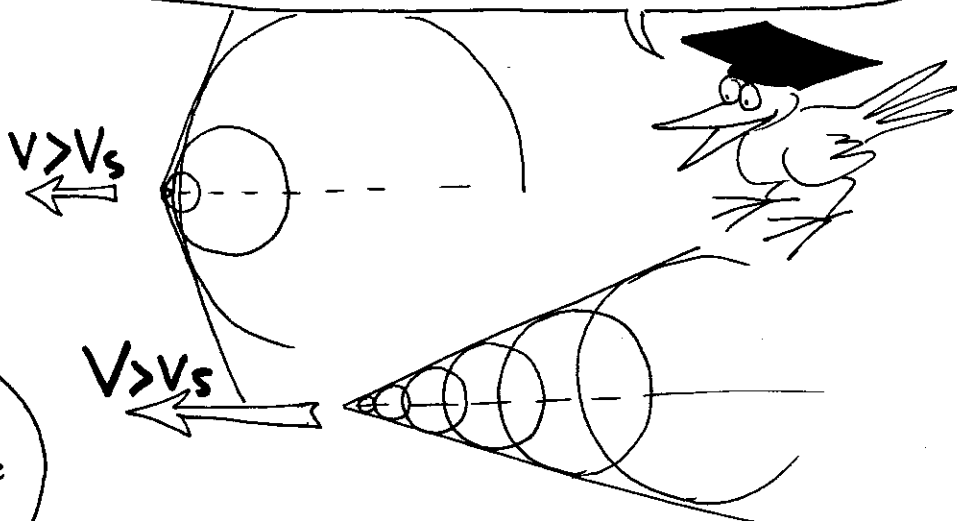
É FAVOR DEIXAR O FLUÍDO NO MESMO ESTADO EM QUE FOI ENCONTRADO AO ENTRAR.

MEDIÇÃO DE VELOCIDADES

Para perceber tudo o que está a acontecer, o ideal seria arranjar maneira de medir a velocidade.



Se se colocar uma agulha num fluxo cuja velocidade V for superior à velocidade V_s das ondas de superfície, maior será a velocidade e mais inclinadas estarão as frentes de onda sobre a trajectória.



É de se lhe tirar o chapéu! Tens razão, Max. Permite-me medir a velocidade V (*).

Já reparaste que, quando a parte da frente do objecto tem pouca espessura, a frente de onda se forma um pouco para a frente, dando assim origem a uma ONDA DESPRENDIDA?

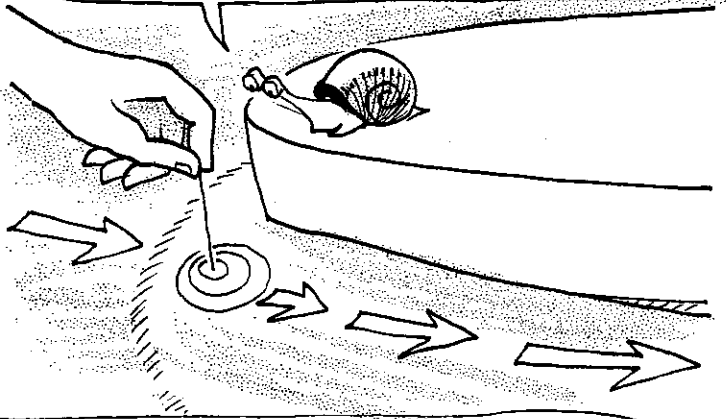


(*). Ver Anexo A.

Já era de prever...
Nesta zona, próxima da proa de pouca espessura, a velocidade V caiu abaixo da velocidade V_s .

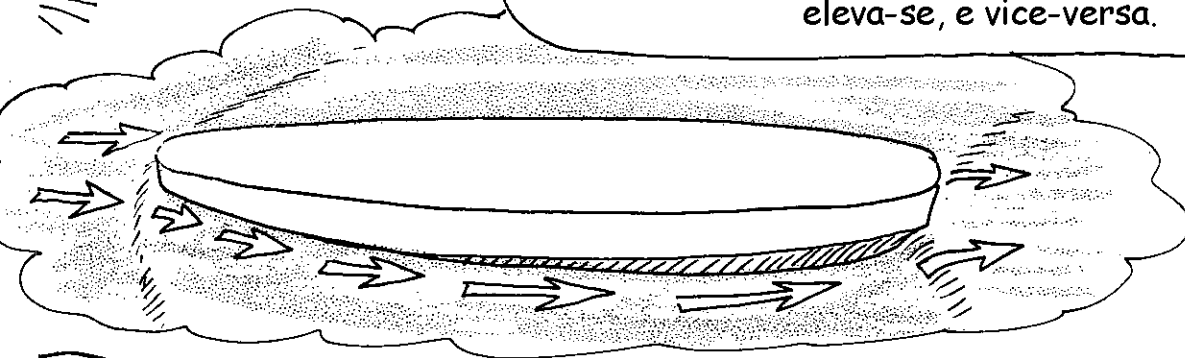


Neste caso, é como se o objecto se fabricasse sobre medida, graças a essa onda de proa, uma zona em que V fosse INFERIOR a V_s para navegar mais à vontade.



Mas então, como é possível a água evacuar a uma velocidade assim tão fraquinha?

Elementar, meu caro Leão:
onde o fluído é travado, o nível das águas eleva-se, e vice-versa.



A coisa já está a fazer mais sentido...

Vamos lá, meus sabichões,
é hora de ir para a mesa!



Continuo a achar que não seria mau de todo se conseguíssemos suprimir essas ondas...

Que despendem energia, isso não tenho dúvidas!

Andam a magicar alguma, mas o QUÊ?

Sim, há energia lá dentro. A prova é que o tipo da lanchar consegue desmoronar o nosso pontão.

Se desse para "avisarmos" o fluído a montante, a onda não se formaria...

Portanto, até mesmo quando se anda mais rápido do que as **ONDAS DE SUPERFÍCIE**, há que se poder continuar a actuar sobre o fluído a montante.

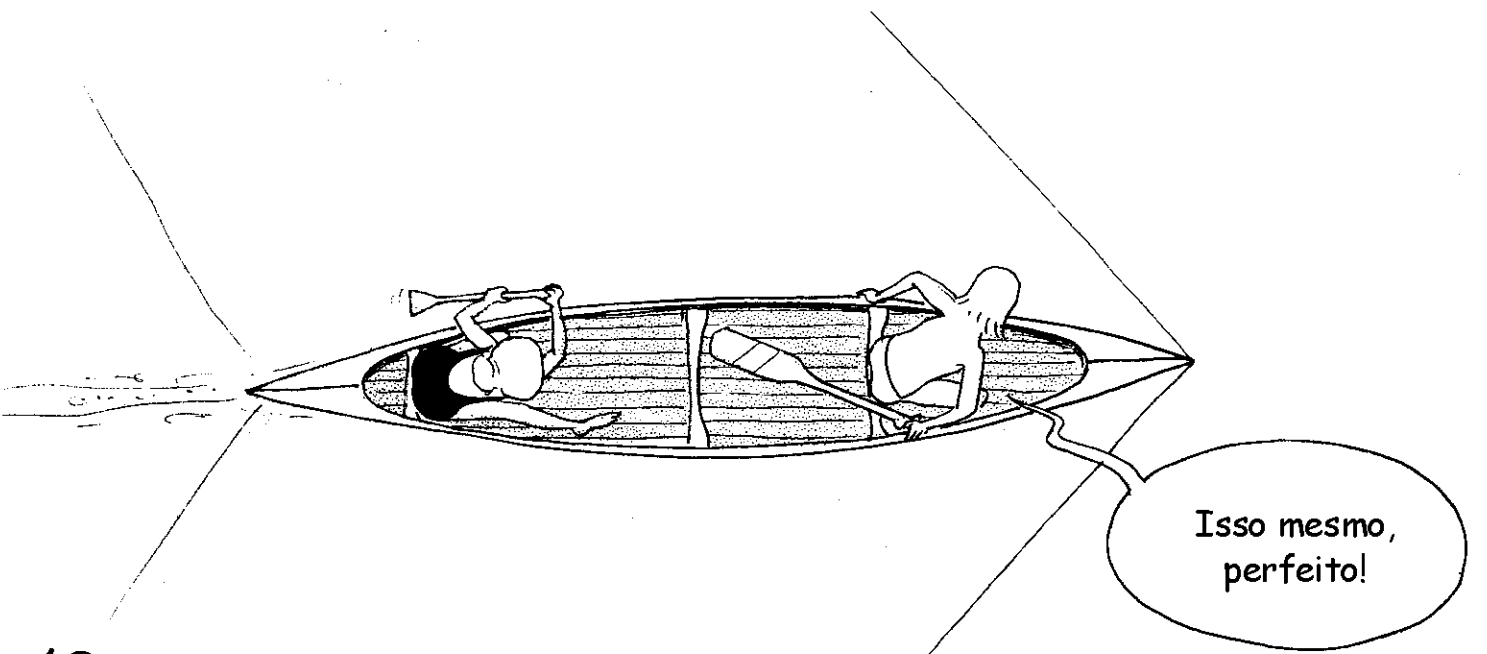
CALMA CONTIGO!

A loiça...

Tem de haver uma solução.

AH!

SNAP!



Agora é que vão ser elas...

Tenho as minhas dúvidas...

Cuidado!

Afinal, não resulta...

O que andam a fazer?

Nada, o Anselmo é que anda numa de informar as moléculas!

Confesso que estou admirado contigo! Se o que queres mesmo é "informar" o fluído, vais ter de pensar num esquema e deslocares corrente acima novos OBJECTOS MATERIAIS, os quais darão, por sua vez, origem a ondas. É um círculo vicioso!

Dê-me só um momento...

A Sofia diz que não estás a fazer mais nada senão transladar o problema.

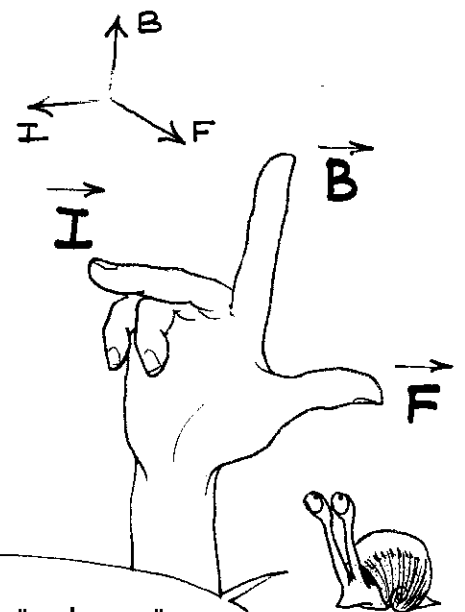
Diz ela que não é possível navegar sem criar nenhuma onda de proa.

ANSELMO DESCOBRE A MAGNETOHIDRODINÂMICA



Se, num fluído, criarmos, por um lado, um CAMPO MAGNÉTICO B , e por outro, uma CORRENTE ELÉCTRICA I PERPENDICULAR a este, então o fluído sofrerá uma FORÇA DE LAPLACE de intensidade IB cuja direcção é dada pela REGRA DOS TRÊS DEDOS: formando um triedro com o polegar, o indicador e o médio; se a intensidade I da corrente que atravessa o material for dirigida consoante o indicador, e o campo magnético B consoante o médio, então surgirá uma força na direcção dada pelo polegar.

A Direcção.



A força "polegar".



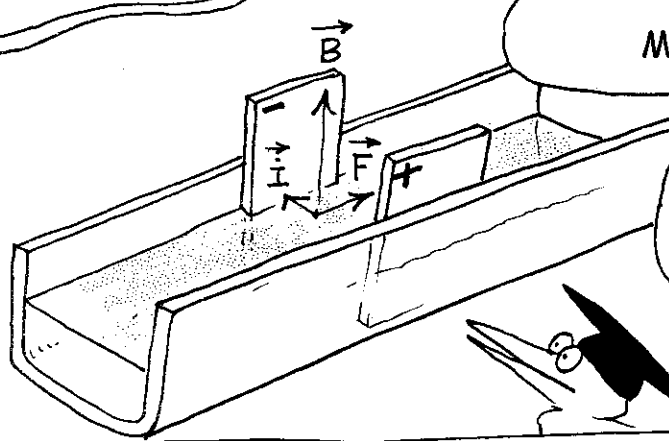
Credo!
Mas que engenhoca é esta?




Fabriqueei
um **CONVERSOR**
MAGNETOHIDRODINÂMICO
parecido com o que inventou,
em 1860, o físico inglês
FARADAY.



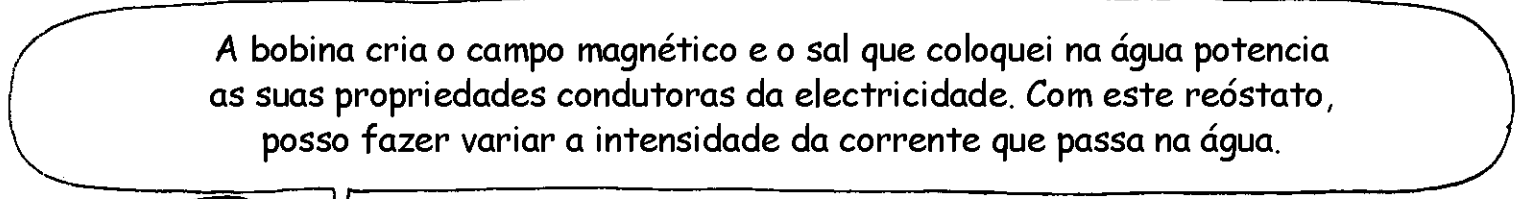
Porquê
CONVERSOR?



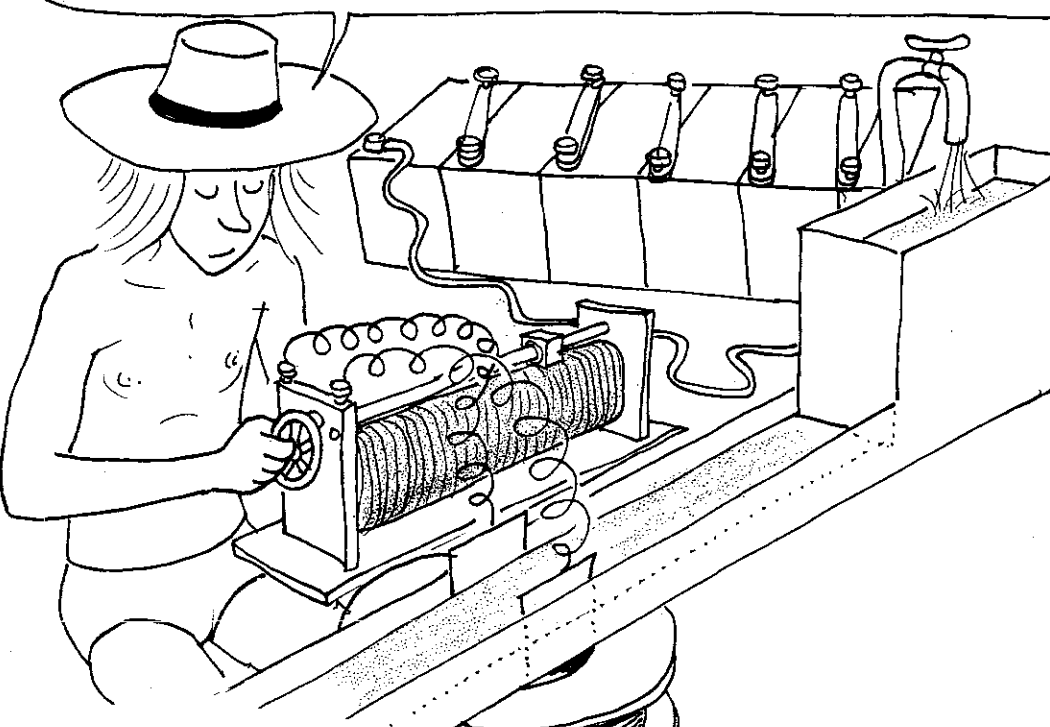
Porque converte energia eléctrica em
MOVIMENTO, em **ENERGIA CINÉTICA**.



Os vectores de campo magnético **B**
e corrente **I** formam com o eixo deste
canal um triedro trirectângulo.



A bobina cria o campo magnético e o sal que coloquei na água potencia as suas propriedades condutoras da electricidade. Com este reóstato, posso fazer variar a intensidade da corrente que passa na água.



Se jogares
com a corrente **I** e
o campo magnético **B**,
podes **ACELERAR** ou
TRAVAR à vontade
o fluído.

CRITÉRIO DE INTERACÇÃO

Esta história, cá para mim, está a perder o rumo.

No início, falou-se de fluidos e de movimentos....

E agora, mistura-se tudo!

Isto é de tolos!

O que andam a tramar, hoje?

Ando a ver se mudo os dados habituais da mecânica dos fluidos introduzindo parâmetros suplementares: **FORÇAS** que actuam **NA MASSA DO FLUÍDO E À DISTÂNCIA**.

E muita areia para o meu camião!

A noite vai ser longa....

Mas, o que te leva a ti a crer que essas forças têm uma acção suficiente?

Acho que é tudo uma questão de **ENERGIA**.

O Anselmo está todo riço, hoje!

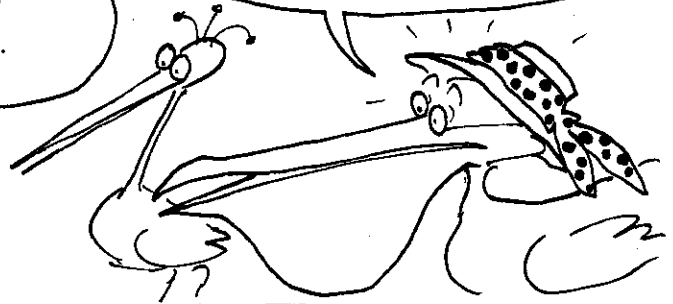
O que estás tu a ensinar ?

O fluído tem um certa **ENERGIA CINÉTICA**. Para alterar a velocidade do fluído com forças de Laplace, vai ser preciso gastar uma energia da mesma ordem de grandeza.

... Eu até diria mais. Logicamente, se essa energia transmitida pelas **FORÇAS DE LAPLACE** for **SUPERIOR** à energia cinética do fluído, deve dar para **CONTROLAR** completamente o movimento.



COMO ?!
Ó Max, está-lhe a dar alguma coisa ruim, é?

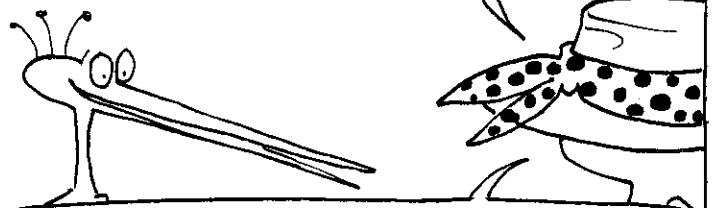


Pois é, meu caro amigo.
Hoje, a coisa está animada!



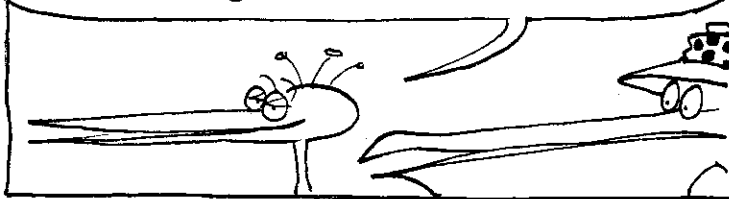
Nem me fale! Já sabe como é o Anselmo.
Se a gente não estiver de olho nele, passa a vida a inventar coisas!

Quem me dera que a Sofia estivesse aqui,
mas acho que está na praia.

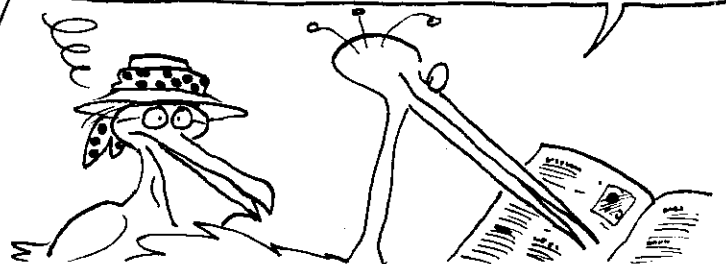


Esta coisa da
MAGNETOHIDRODINÂMICA
não me está a cheirar nada bem....

Está com receio de quê?
Não passa de baixa tensão. Nada
que dê para virar o espaço-tempo de
pernas para o ar com apenas 40 volts e
10.000 gauss (*), valha-me Deus!

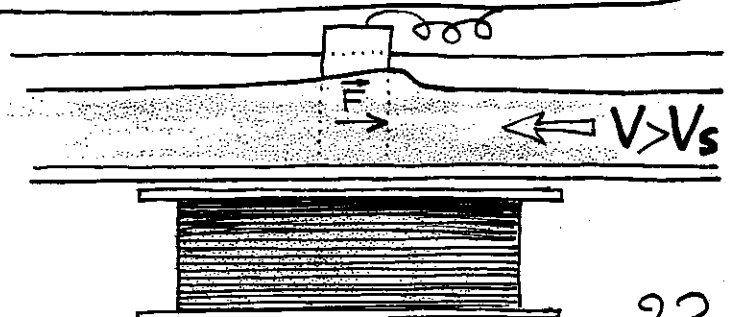
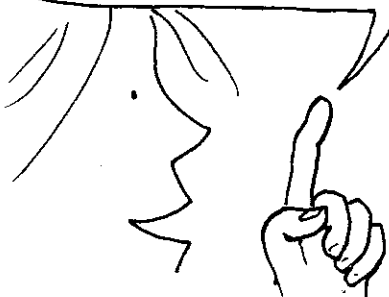


Vá lá... **MAGNETOHIDRODINÂMICA**,
abreviado **MHD**, até o dicionário
tem essa palavra!



Vejam só isto!

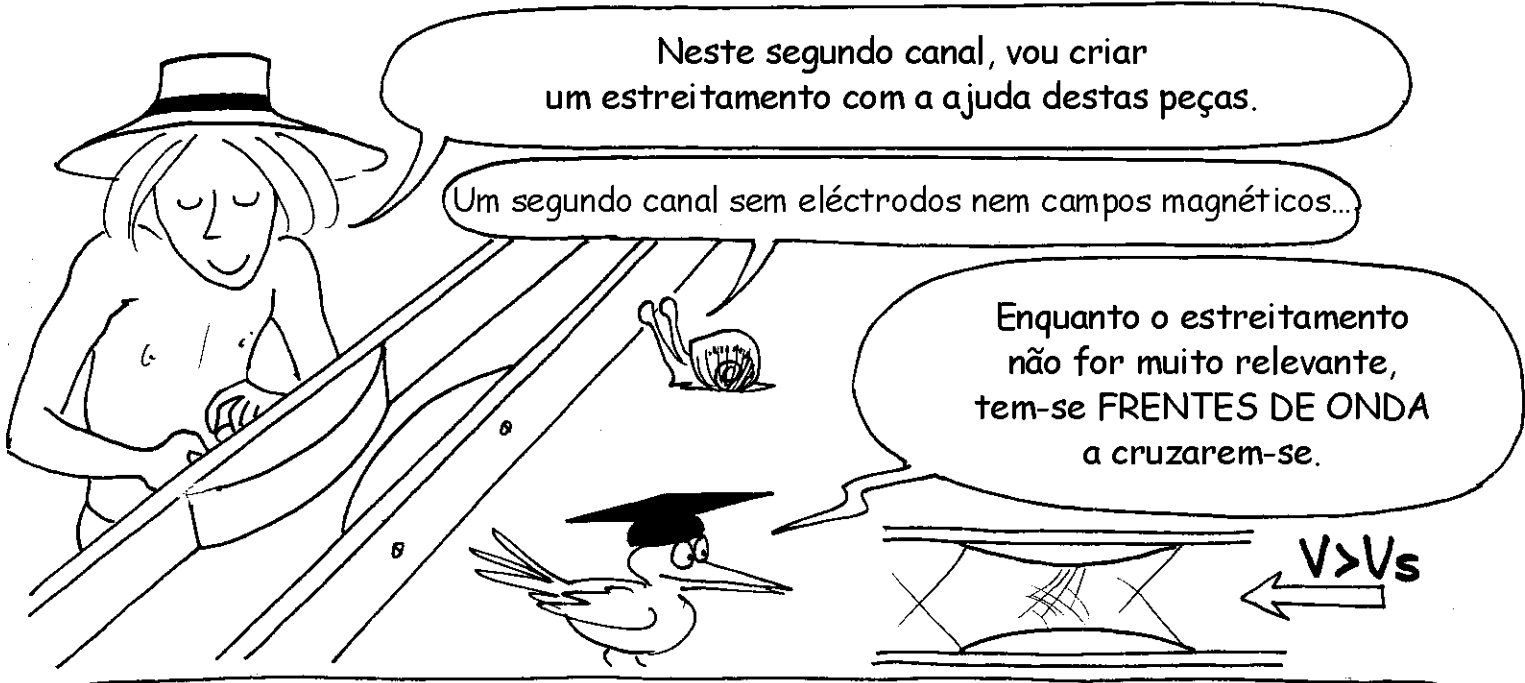
Ao utilizar o sistema como um **MODERADOR**, e gastando energia que chegue, consigo criar uma **FRENTE DE ONDA** estacionária sem mais nenhuns obstáculos a não ser as **FORÇAS DE LAPLACE IB**.



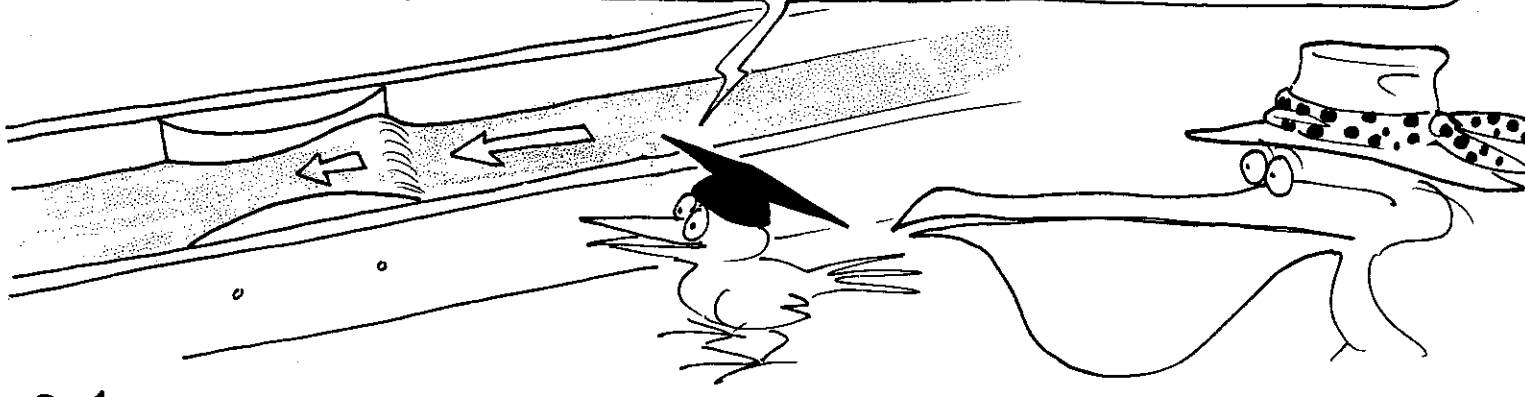


BLOQUEIO

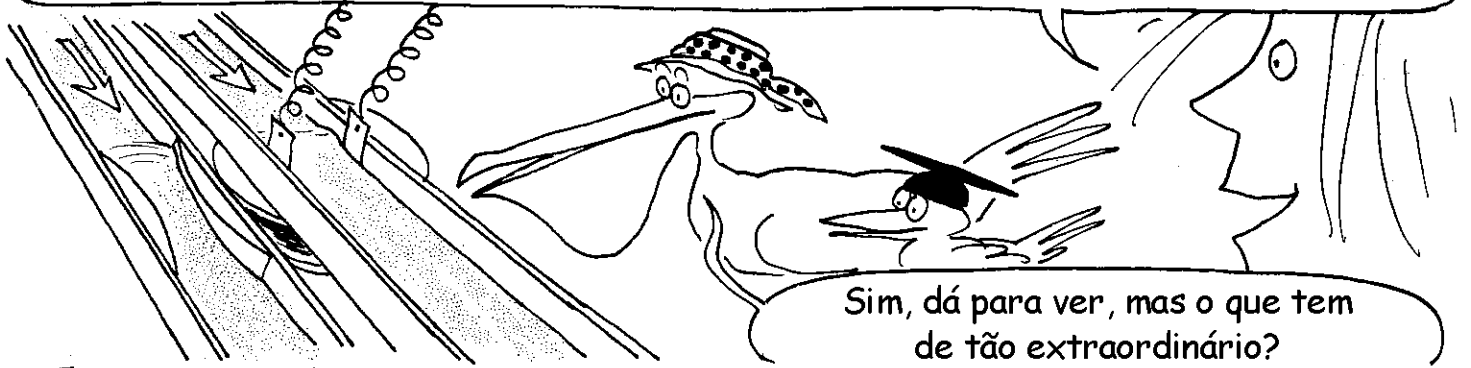
É física absolutamente clássica!



Mas, se criarmos um estreitamento bastante acentuado, essas frentes migram a montante numa onda frontal que se estabiliza na entrada do canal. Embora o fluído continue a mover-se, a este fenómeno dá-se o nome de **BLOQUEIO**.



Agora, como podem ver, acabo de realizar o **MESMO BLOQUEIO** que aquele que é criado por um **ESTREITAMENTO DE SECCÃO**.



Sim, dá para ver, mas o que tem de tão extraordinário?

O que acha disto?

Acho que a juventude se diverte a criar frentes de onda com forças de Laplace. Há que passar o tempo com alguma coisa!

Se o Anselmo acrescentar forças de Laplace ao estreitamento dele, obterá um **BLOQUEIO MAIS ACENTUADO**.

Mais nada.

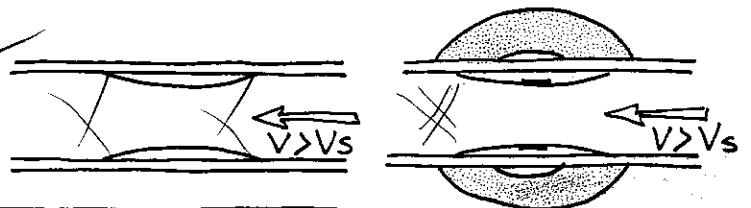
Concordo, mas se eu **INVERTER A FORÇA DE LAPLACE....**

?

DESBLOQUEIO

Começo por um estreitamento pouco acentuado. Para **INVERTER A FORÇA**, ou **INVIRTO O CAMPO MAGNÉTICO B** , ou **INVIRTO A CORRENTE I** .

E pronto! Se o produto **$\dot{I}B$** for elevado que chegue (*), essa força de Laplace **ACELERADORA** fará **DESAPARECER AS FRENTE DE ONDA A MONTANTE!**



(*) Ver Anexo B.



A onda frontal encontra-se ANIQUILADA.

BLOQUEIO

DESBLOQUEIO
em prol das forças aceleradoras de Laplace

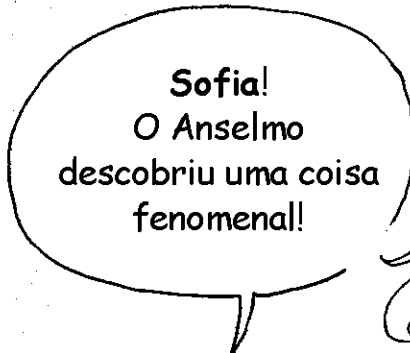
FRENTE DE ONDA

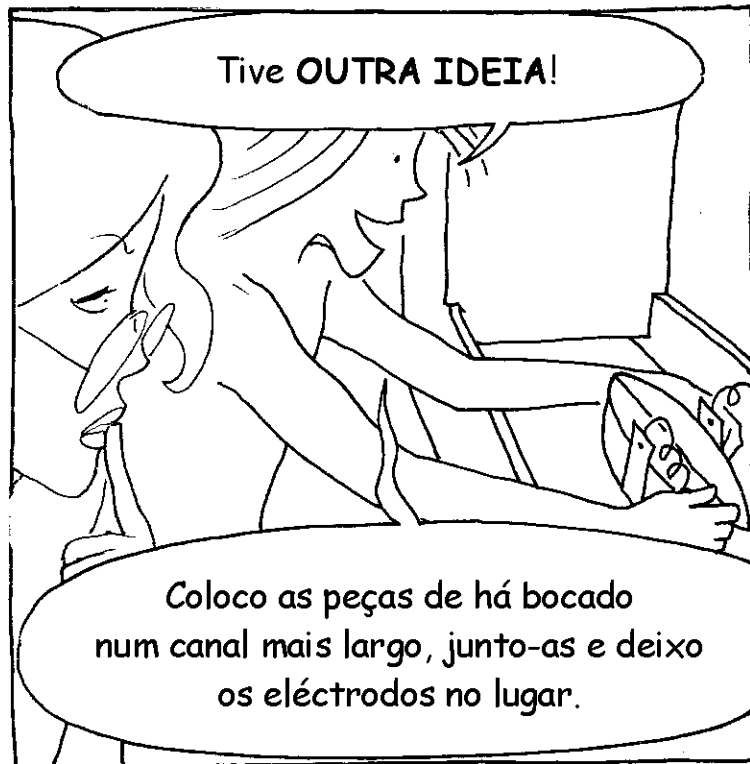
$V > V_s$

DEPRESSÃO

$V > V_s$

Aumentando as FORÇAS DE LAPLACE, o Anselmo chega até a SUGAR a água ao ponto de BAIXAR A MONTANTE e criar uma DEPRESSÃO.

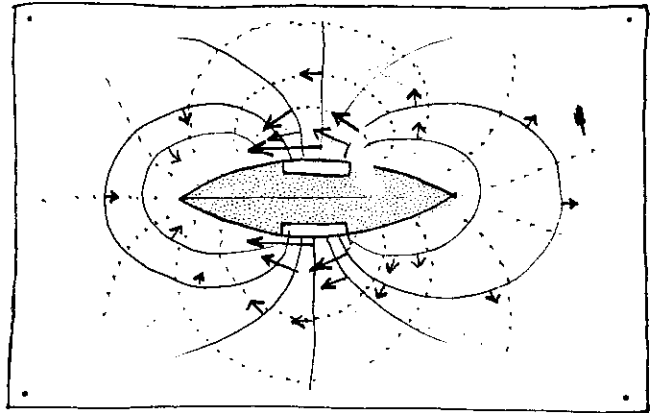




ANIQUILAMENTO DA ONDA DE PROA

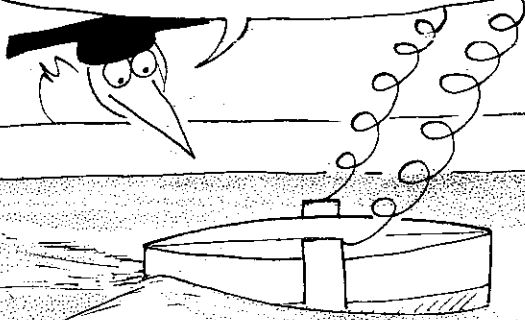


Se eu aplicar a tal
REGRA DOS TRÊS DEDOS,
obtenho o CAMPO DE
FORÇA ao qual o fluído
vai ser submetido.



Santo vector!

Cruz credo!
O Anselmo deu um jeito de aniquilar
a ONDA DE PROA!



O QUÊ?

$V > V_s$

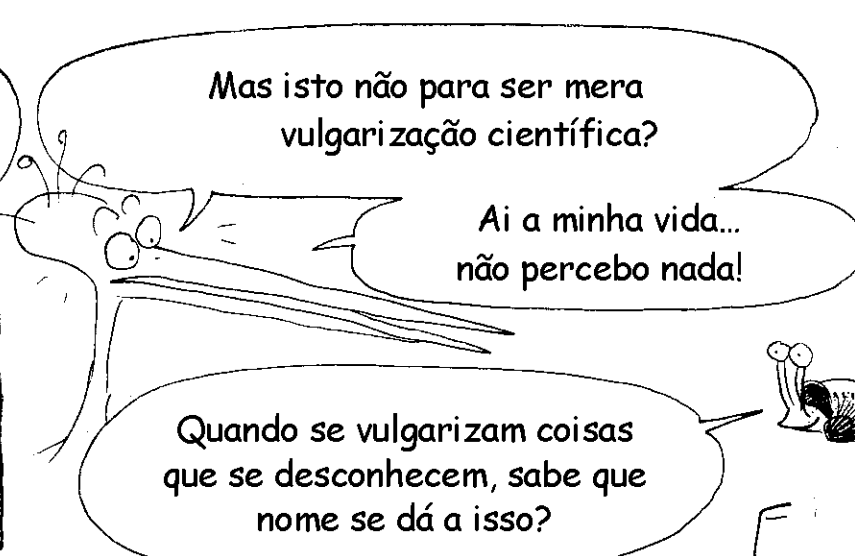
Mas o que é
que este rapaz
anda a fazer?

Só queria frisar que, apesar de ele ter aniquilado
a onda de proa, a onda de popa, essa, ficou direitinha...

Mas isso já se sabia, não?



Já se sabia, uma ova!
Aliás, gostaria de saber onde foi
ele desencantar esta ideia!



Mas isto não para ser mera
vulgarização científica?

Ai a minha vida...
não percebo nada!

Quando se vulgarizam coisas
que se desconhecem, sabe que
nome se dá a isso?



INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA, é esse o nome.

Era aí que eu queria chegar!

AH!...

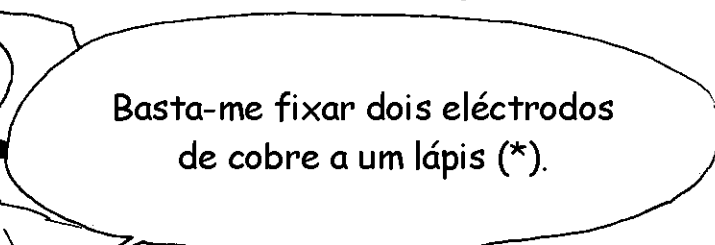


Vejam... perante um objecto
mais compacto, a onda frontal
SEPARA-SE.

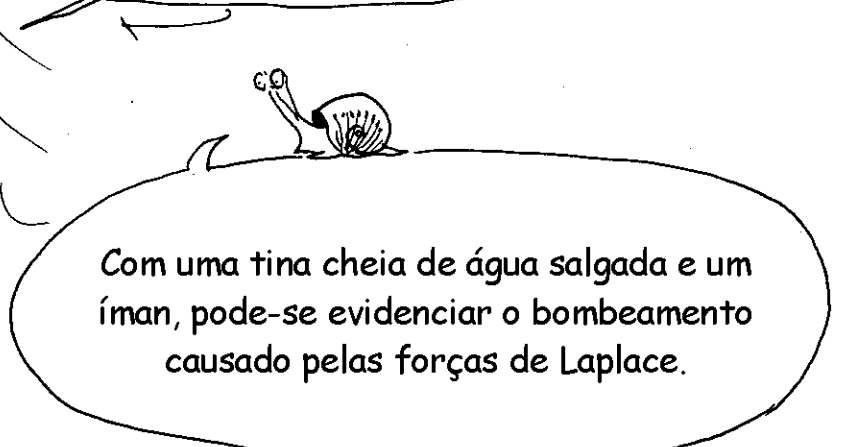
COMO CONSTRUIR UM ACELERADOR MHD CASEIRO



Em ultimo caso, o objecto
pode ser um simples cilindro.

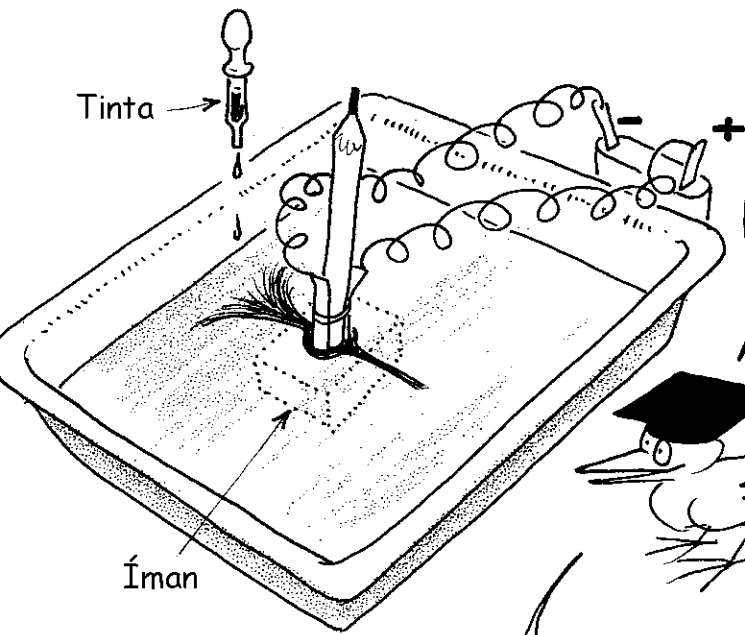


Basta-me fixar dois eléctrodos
de cobre a um lápis (*).

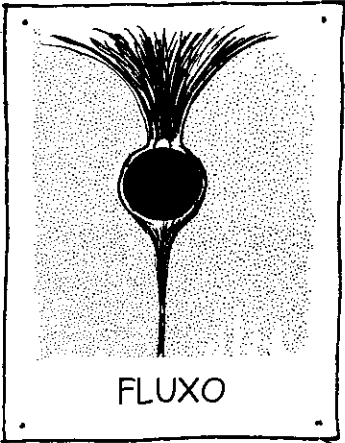
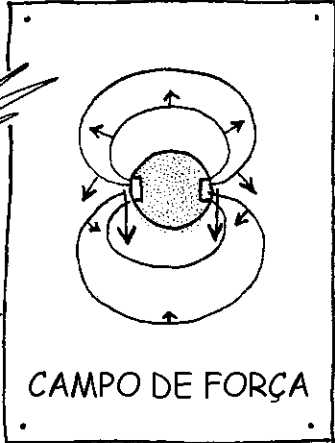


Com uma tina cheia de água salgada e um
íman, pode-se evidenciar o bombeamento
causado pelas forças de Laplace.

(*) Montagem imaginada, em 1976, por Maurice VITON.

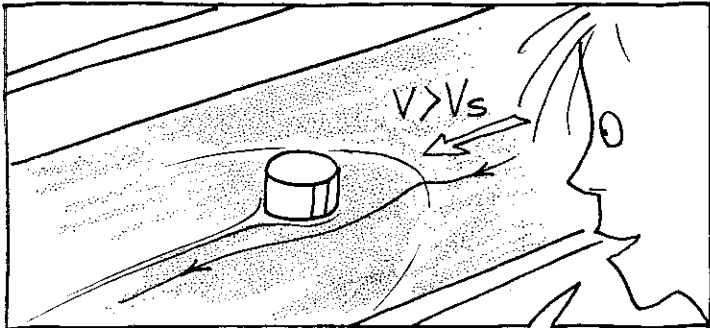


O íman, debaixo desta tina, cria um campo magnético **B** vertical. Podemos visualizar o **BOMBEAMENTO** por intermédio da tinta.

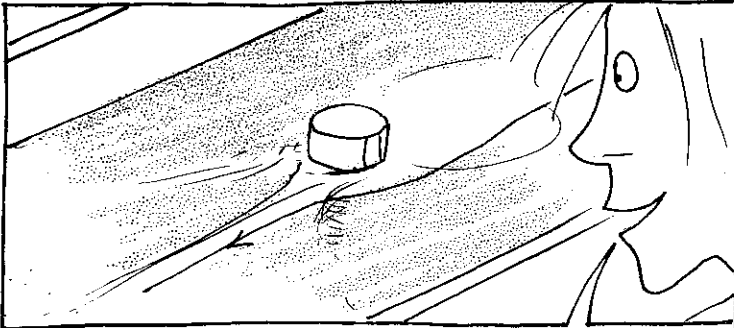


Com um pequeno íman permanente e uma pilha de bolso, pode-se evidenciar o bombeamento.

Mas, para actuar o suficiente sobre o fluído ao ponto de modificar a estrutura das frentes de onda, são necessárias forças de Laplace dez vezes mais intensas.



Coloco este modelo no meu canal de ensaio e aumento a força. Inicialmente, a esteira não é turbulenta; a onda frontal deforma-se.



Continuo a aumentar. A onda frontal desaparece, substituída por uma depressão da superfície líquida.

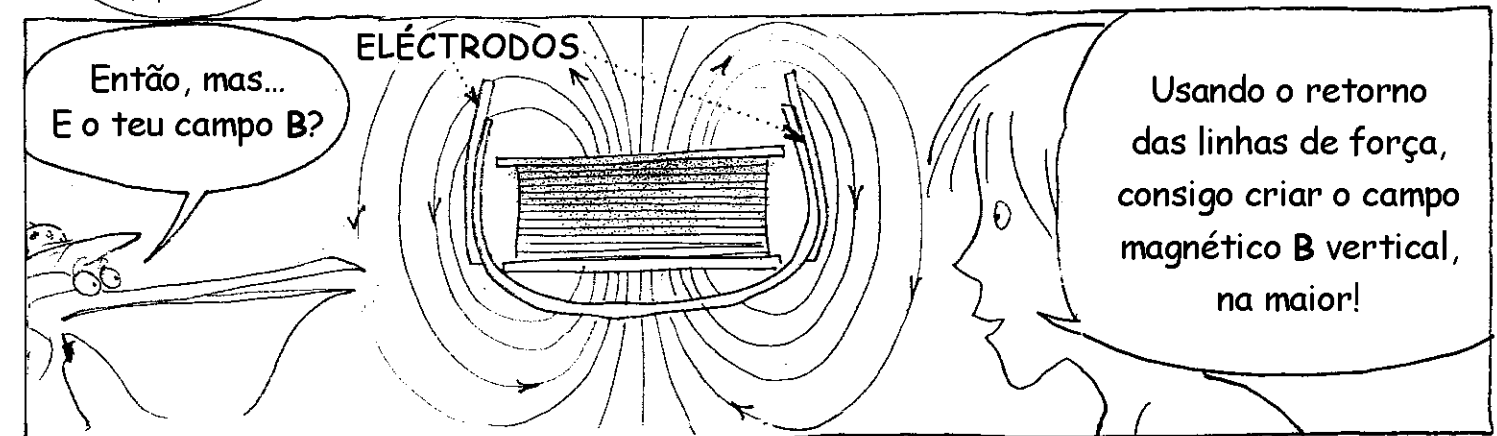
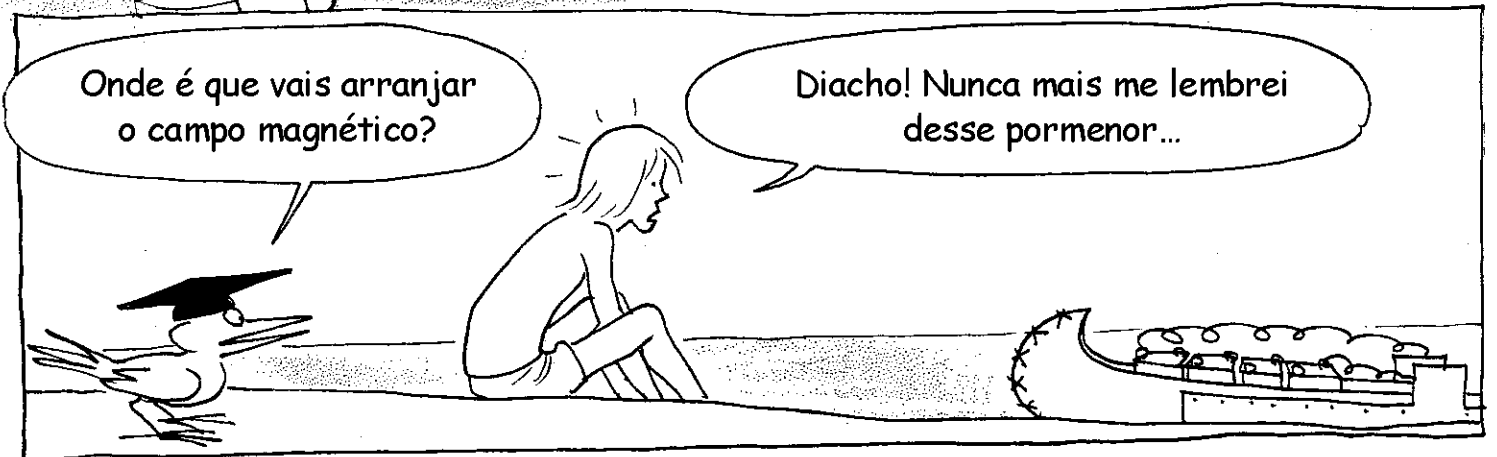
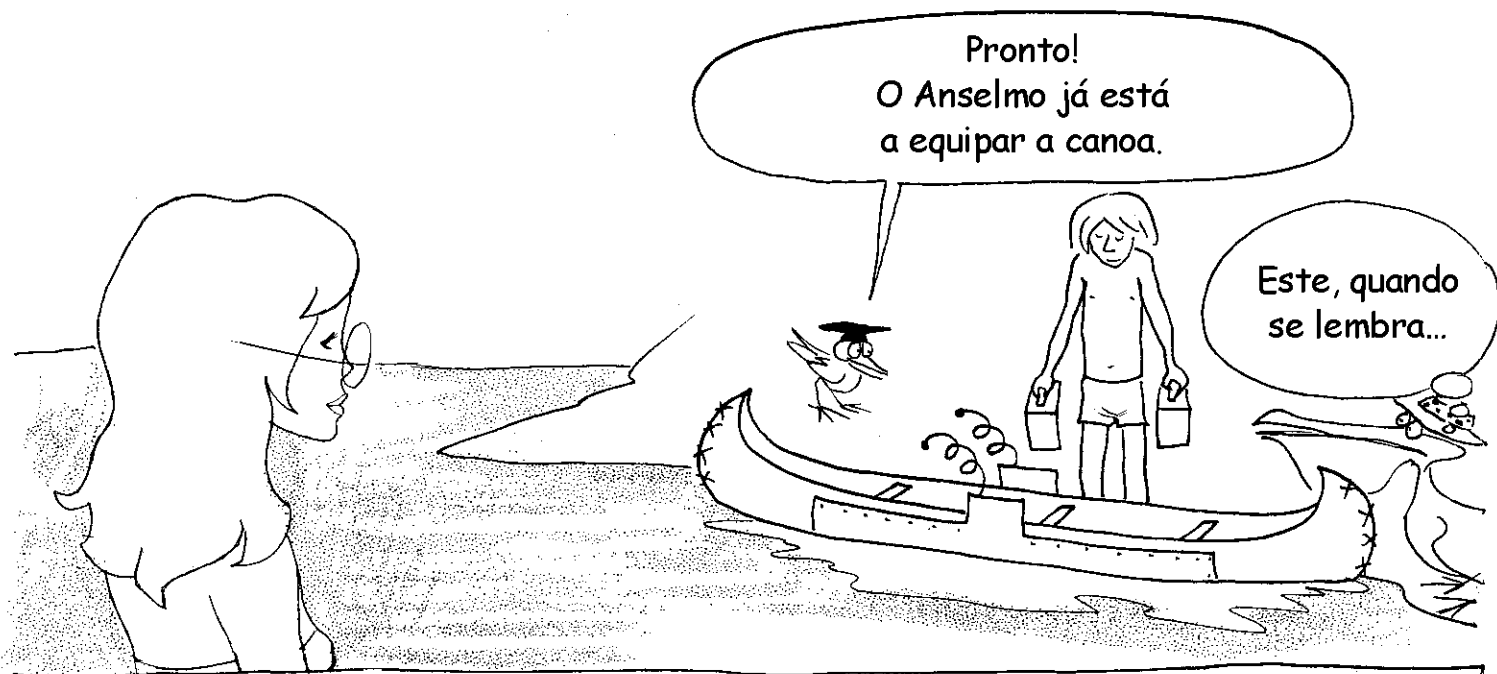
Bem, passemos agora à prática!

O que achas disto tudo, Sofia?

Anselmo, espera por mim!

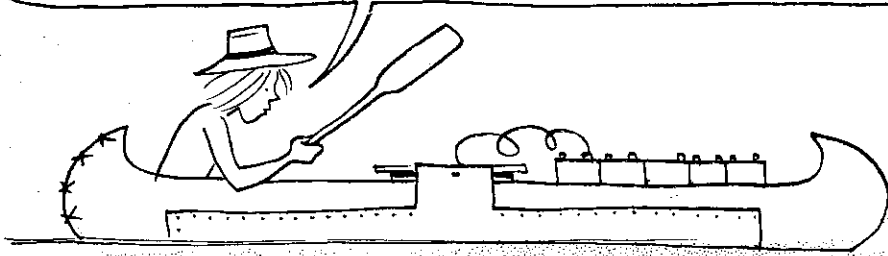


As Forças de Laplace ACTUAM À DISTÂNCIA. Algo me diz que o Anselmo arranjou uma maneira de "INFORMAR" o fluído a montante.



PROPULSÃO MHD

Ora bem... pus a trabalhar o meu aniquilador de onda de proa.
Agora, só tenho de remar para levar a minha canoa a uma velocidade V
superior à velocidade V_s das ondas de superfície.



Bolas! A tua canoa está a andar
sozinha ou é impressão minha?

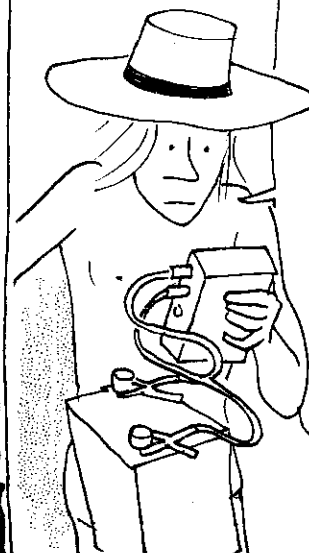


É normal: o sistema MHD bombeia a
água para trás, coisa que vai modificar a
distribuição das pressões sobre o casco,
o que resulta num **EMPURRÃO**.



A coisa deles
está a verter!

Não está nada,
é da electrólise
da água!



Raios!
As minhas baterias foram-se
à vida. Este solenóide gasta
uma energia, que é uma coisa
louca! Vou mas é montar um
pequeno modelo com uns
simples ímanes permanentes.

O RENDIMENTO MHD



Idealizei este tipo de barco, com um íman permanente debaixo do casco e os eléctrodos unidos a uma bateria.



Mau, mau... Assim, não vou longe!



Whheeeeeeeee!

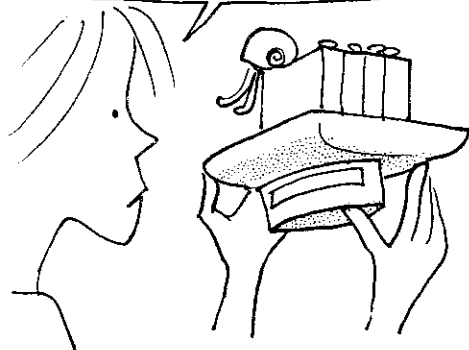
E consome a mesma potência que um ferro de engomar (*).



Mas, se eu colocar a mesma potência num motor eléctrico convencional...



Como é possível?



Vai que nem o vento!

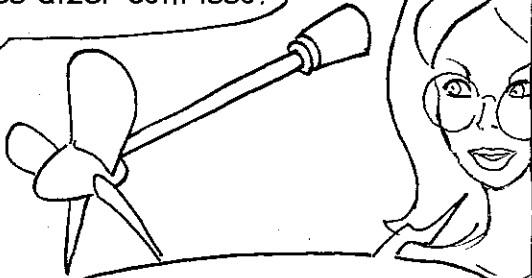
Socorro!

O teu campo magnético é demasiado fraco. O rendimento do teu propulsor é insignificante.



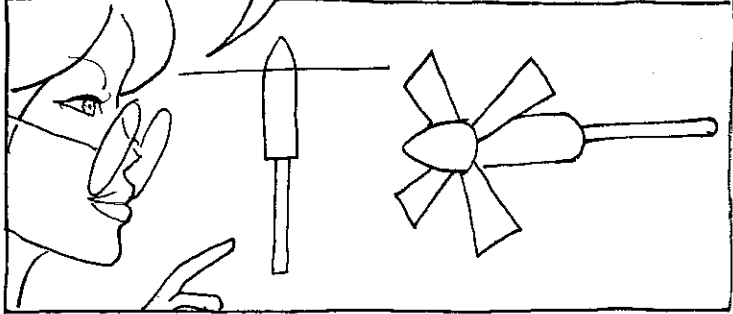
(*) Ver Anexo C.

O que queres dizer com isso?

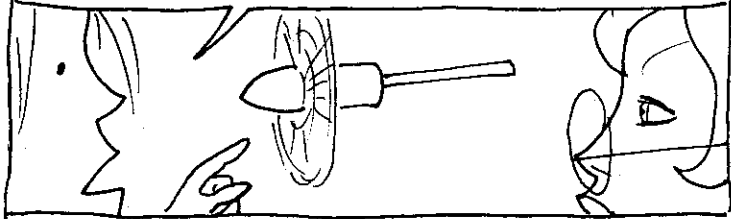


As pás desta hélice têm uma certa incidência.

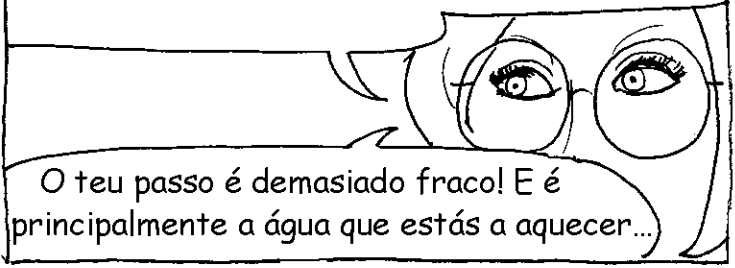
O que dirias de um propulsor em que as pás da hélice estivessem desfasadas a uma fracção de grau?



Não serviria de nada. Uma parte ínfima da potência serviria para a propulsão, mas o essencial seria dissipado sob a forma de calor, por causa das fricções.

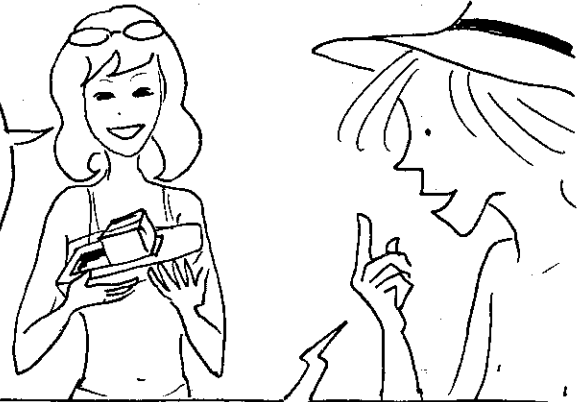


Pois bem, é o que acontece com o teu **PROPULSOR MHD**. Imagina que a corrente **I** representa o número de voltas e o campo **B** o passo das pás.



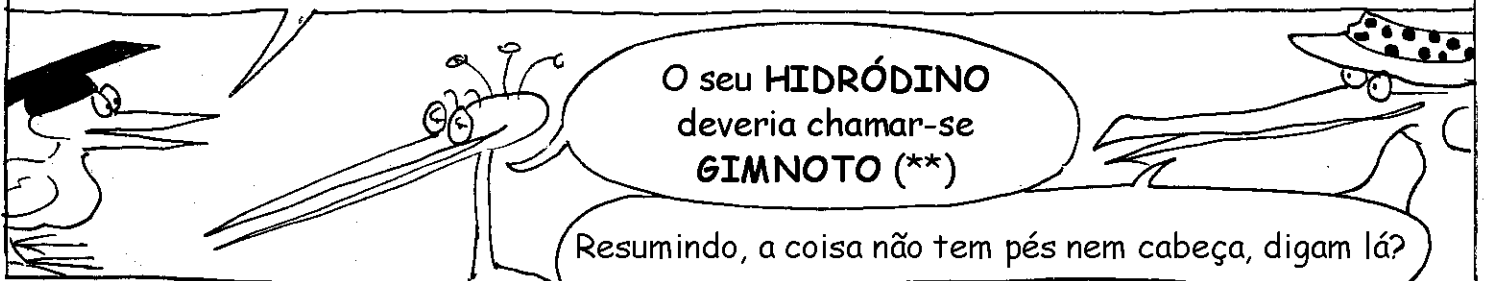
O teu passo é demasiado fraco! E é principalmente a água que estás a aquecer...

Com os teus ímanes permanente, a única esperança que te resta é um rendimento ínfimo de umas poucas milionésimas (*). Na água do mar, para que um propulsor MHD tenha algum interesse, é preciso um campo magnético 250 vezes mais forte. Pelo menos, 20 a 25 tesla.



Mas, sabemos fazer campos de tal forma intensos, não?

Suponhamos que temos esses tais 25 tesla. Quanto maior for o barco, maior será a distância entre os eléctrodos. Se esta fosse de 10 metros, o gerador deveria fornecer uns 10.000 volts.



O seu **HIDRÓDINO** deveria chamar-se **GIMNOTO (**)**

Resumindo, a coisa não tem pés nem cabeça, digam lá?

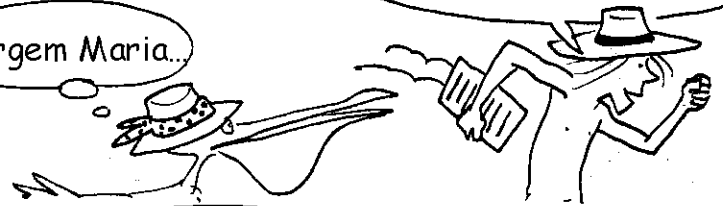
(*) Ver Anexo C.

(**) O Gimnoto é um peixe capaz de produzir descargas de 300 volts.

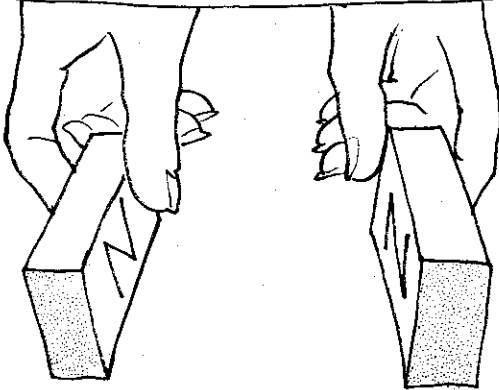
O ACELERADOR PARIETAL

Sofia, já sei como
operar sob baixa tensão!

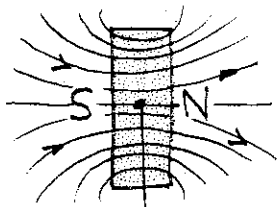
Virgem Maria...



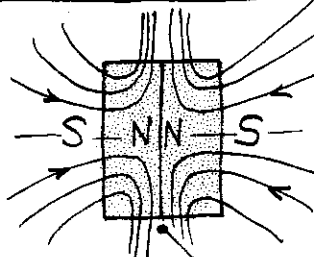
Olha bem para estes dois ímanes.



Colo-os
"frente a frente" opondo
os respectivos campos,
com a ajuda de uma
cola super rápida.



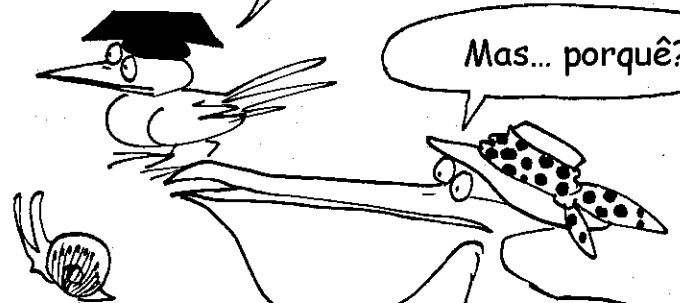
1000 GAUSS



2000 GAUSS

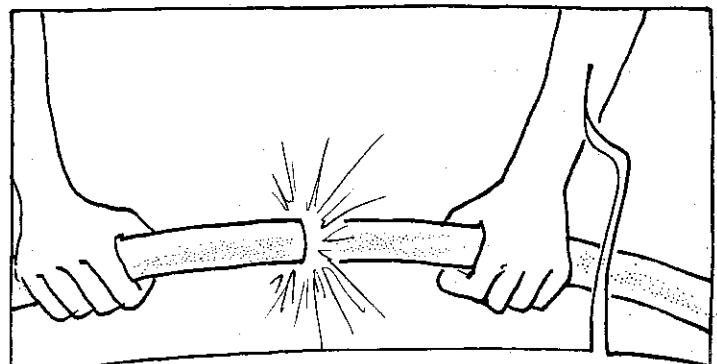
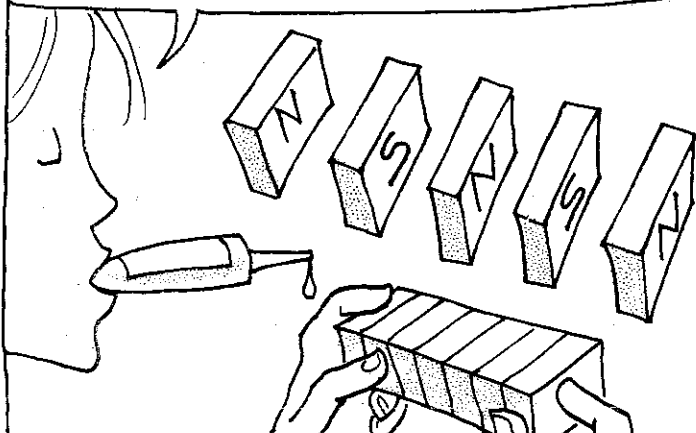
Sim, é engraçado! Concentrado no plano de
união, o campo é praticamente duplicado.

Uma barra magnetizada é como
uma espécie de tubo a expelir
o seu campo magnético.



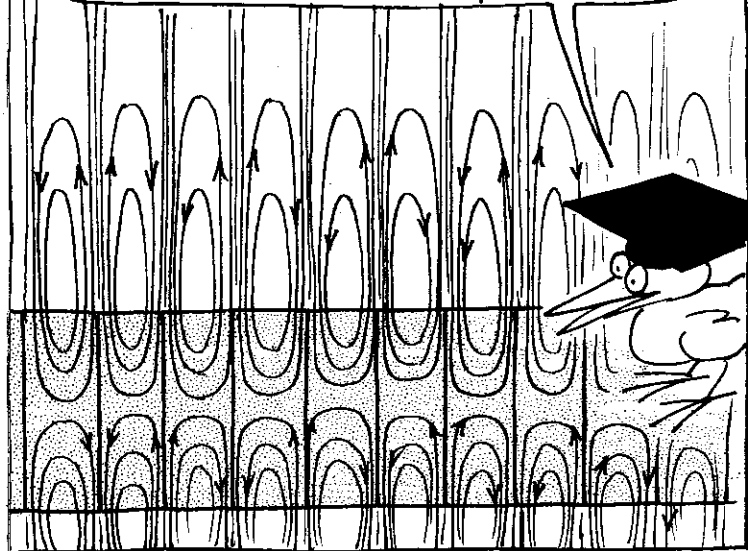
Mas... porquê?

Aí, colei toda uma série de ímanes de
cabeças opostas: norte contra norte,
sul contra sul.



Se eu colocar dois tubos frente
a frente, mantendo o fluxo, a água salpica
violentamente na zona de cisalhamento.

É este o aspecto com que ficam as linhas de campo B.

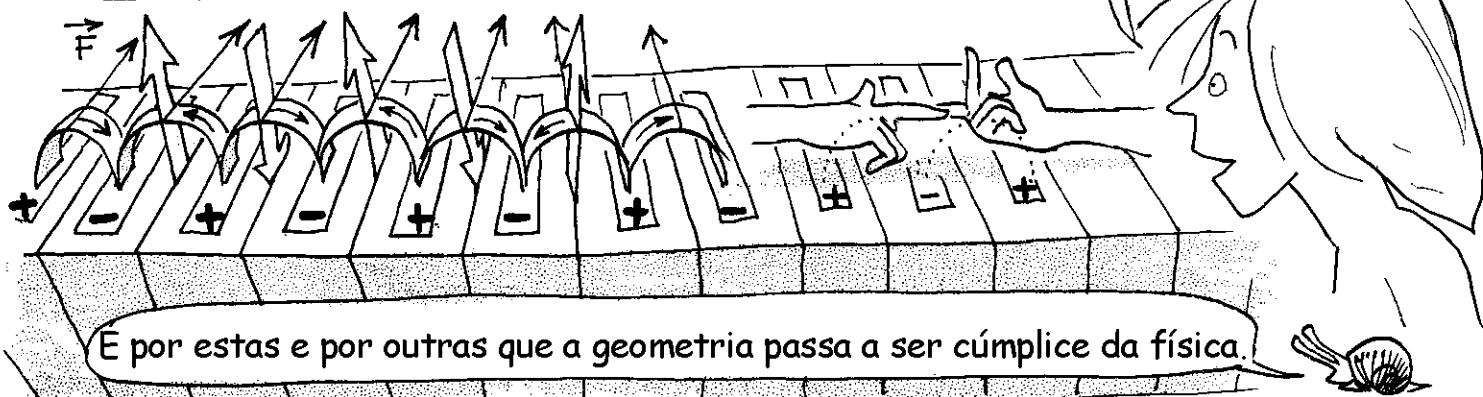


Se os ímanes tiverem uma espessura d , a cada d centímetros, o campo inverte-se desta forma.



E a uma distância d da parede, o campo fica praticamente inexistente.

Agora, reparem: acrescentei eléctrodos, desta maneira, com polaridades alternadas. Se eu agora aplicar a **REGRA DOS TRÊS DEDOS**, constato que foi criado, nas proximidades da parede até à distância d , um **CAMPO DE FORÇAS TODAS PARALELAS E COM O MESMO SENTIDO**.

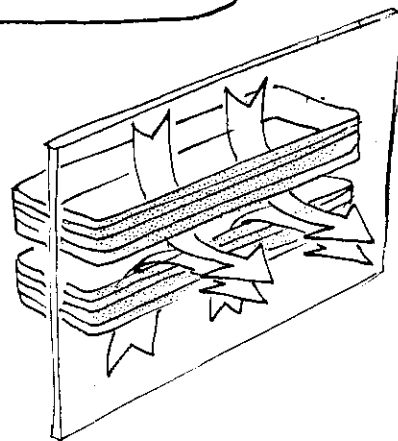
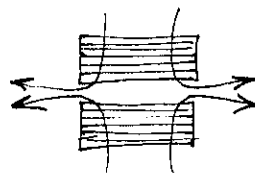
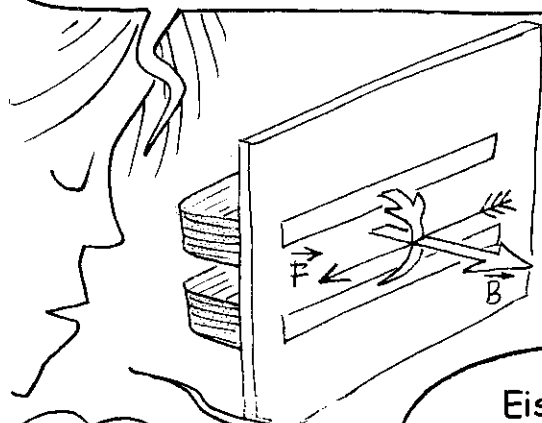


E por estas e por outras que a geometria passa a ser cúmplice da física.

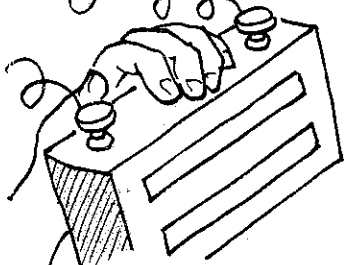
Criar um campo magnético requer energia. Se actuares numa camada de fraca espessura, perto da parede, estarás a limitar consideravelmente o volume a magnetizar e, conseqüentemente, a energia a pôr em jogo, que lhe é proporcional.



Também posso substituir os ímanes por bobinas.

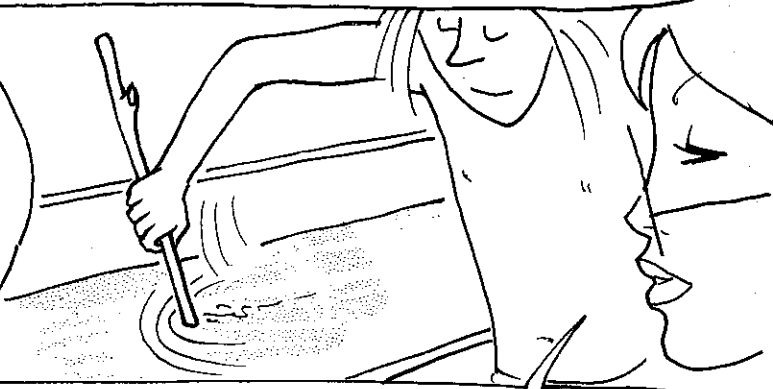
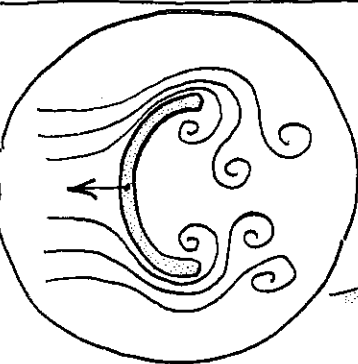


Eis um sistema mais simples, com dois eléctrodos.



UMA NOVA MECÂNICA DOS FLUÍDOS

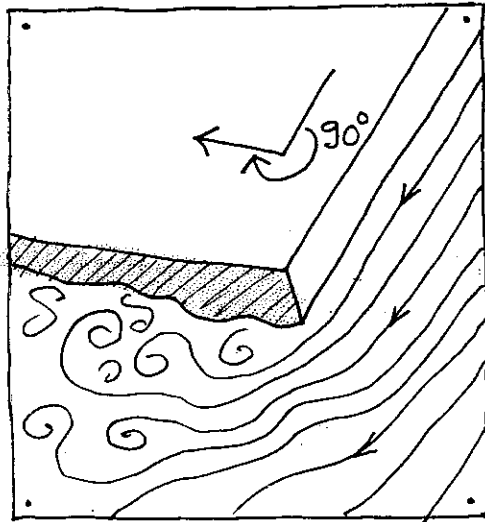
Assim que se incita um fluído a fazer alguma coisa que lhe desagrada, este reage. Por exemplo, quando se trata de girar de uma forma um pouco mais brusca, ele "desprende-se".



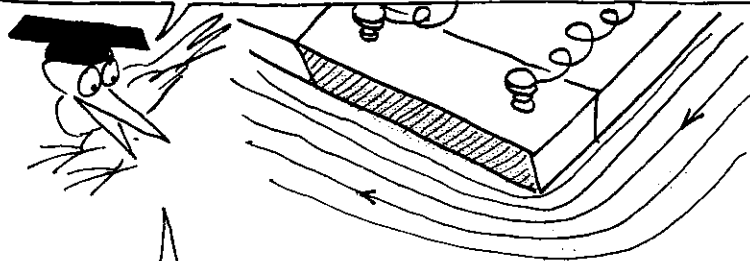
E se deslocares um objecto um pouco depressa demais nesse mesmo fluído, ao ponto de ele não conseguir mais "tomar medidas" para o receber, surgem FRENTE DE ONDA.



E isto acontece sempre que se deixar o fluído fazer o que bem lhe apetecer. Mas **A MHD MUDA RADICALMENTE TODOS OS DADOS DO PROBLEMA.**



Reparem: por exemplo, na mecânica dos fluidos clássica, um ângulo acentuado provoca uma **SEPARAÇÃO**, que gera **TURBULÊNCIA**.



Um pouco de **MHD** e volta tudo à normalidade!

Mas, que disparate!
Já não se sabia isso tudo?



Venha quem vier,
é toque certo!

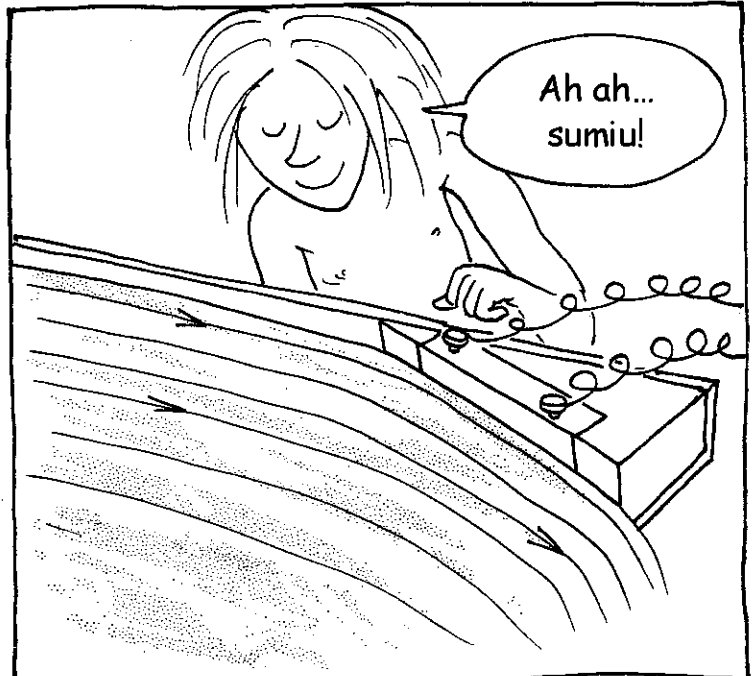


Há como um clima
de euforia nesta história!

Recordam-se
daquela história de
FRENTE DE ONDA
num diedro?



Ah ah...
sumiu!



Como podem ver,
parece perfeitamente possível
domesticar um fluxo. Onde o fluxo
tende a abrandar, basta voltar a
acelerá-lo e onde embala,
basta travá-lo!

Esta coisa não fala
nada disso...

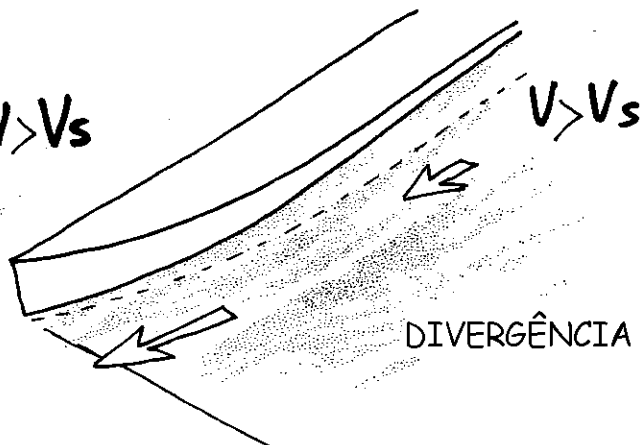
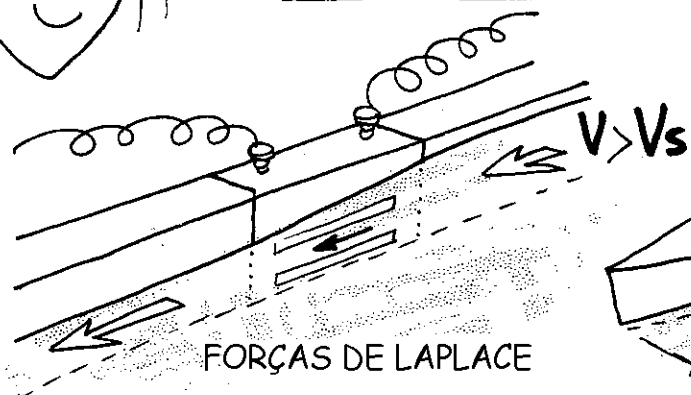
Bolas!

NAVIER &
STOKES
MECÂNICA
DOS
FLUÍDOS


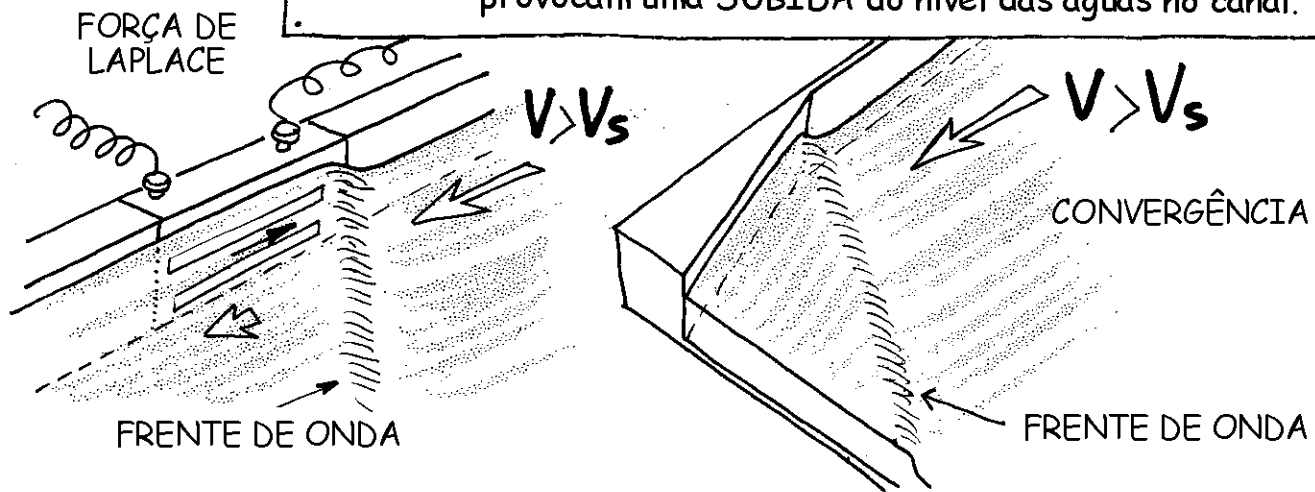
ONDAS DE COMPRESSÃO ONDAS DE DISTENSÃO

Olha que é, Leão, já vais perceber. As mudanças de direcção numa parede
criam, quando V é superior a V_s , ou uma **COMPRESSÃO** ou uma **RAREFACÇÃO**,
certo? Agora, repara: o sistema **MAGNETOHIDRODINÂMICO CRIA**
EFEITOS ABSOLUTAMENTE IDÊNTICOS!


O acelerador MHD ou a divergência provocam
uma descida do nível das águas no canal.



O DESACELERADOR MHD ou a CONVERGÊNCIA provocam uma SUBIDA do nível das águas no canal.


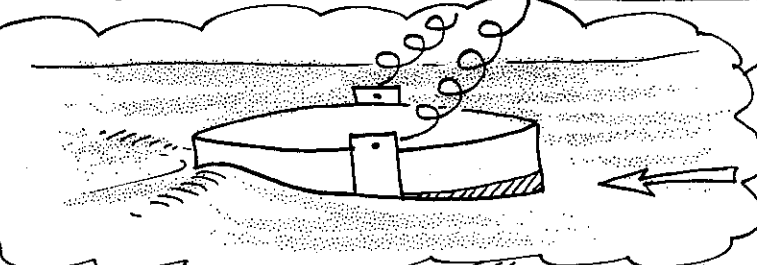


Assim, poder-se-á aniquilar mutuamente fenómenos de compressão e de rarefacção de origem "natural", devendo-se às paredes, e de origem "artificial", devendo-se às forças de Laplace.



Para **REGULARIZAR** o fluxo em torno do casco, é preciso atenuar ao máximo as variações de altura de água. No sítio onde uma **FRETE DE ONDA** tiver tendência a formar-se, acelerarei. E, para evitar uma **SOBREDISTENSÃO**, ou uma **SOBREACELERAÇÃO**, em determinados lugares, travarei.

Esta é pura e simplesmente uma aplicação do meu princípio: **É FAVOR DEIXAR O FLUÍDO NO MESMO ESTADO EM QUE FOI ENCONTRADO AO ENTRAR.**



Na experiência da página 28, eu conseguia aniquilar a onda de proa sem problema. No entanto, a onda de popa mantinha-se intacta, aliás mais reforçada.

A onda de popa lá tinha as suas razões, pois tinhas baixado demasiado o nível das águas, ao acelerar.

Tens razão. A ideia chave deve consistir em manter uma altura de água constante, ao nível da linha de flutuação. Para tal, vou investir numa série de eléctrodos, quer aceleradores, quer retardadores.



É a aplicação do princípio do Tiresias.



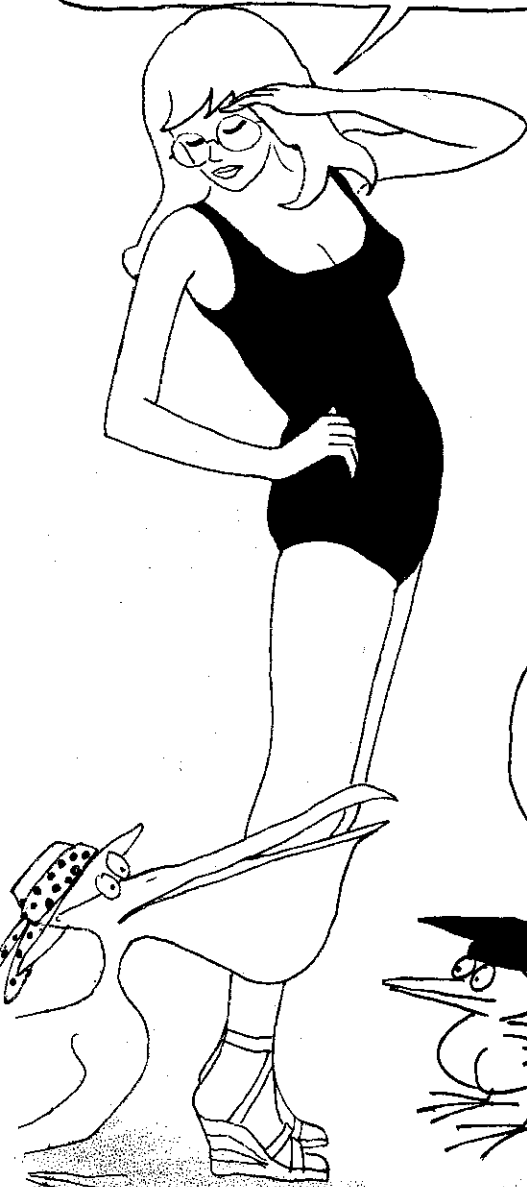
Pois é, se fores esperto e deixares o fluído no estado em que o encontraste, não é preciso nenhuma onda de popa.

Bem. E com vinte tesla a bordo, a canoa do Anselmo andar­á no mar sem criar quaisquer frentes de onda, nem quaisquer turbulências. Nem destruirá os pontões. E depois?

Não seria suficiente ficar longe da costa? E não haverá coisas mais urgentes a estudar?



Não concordo convosco. Acho que se deveria estudar a ideia do Anselmo e, principalmente, o ACELERADOR PARIETAL. Os navios têm um **ARRASTO POR FRICÇÃO** (força de resistência ao avanço que se deve à fricção da água sobre o casco). Mas a presença das **FRENTES DE ONDA** modifica a distribuição da **PRESSÃO** sobre o perfil, o que se traduz por um **ARRASTO DE ONDA**, que aumenta rapidamente com a velocidade. E é principalmente este que limita a velocidade dos navios.



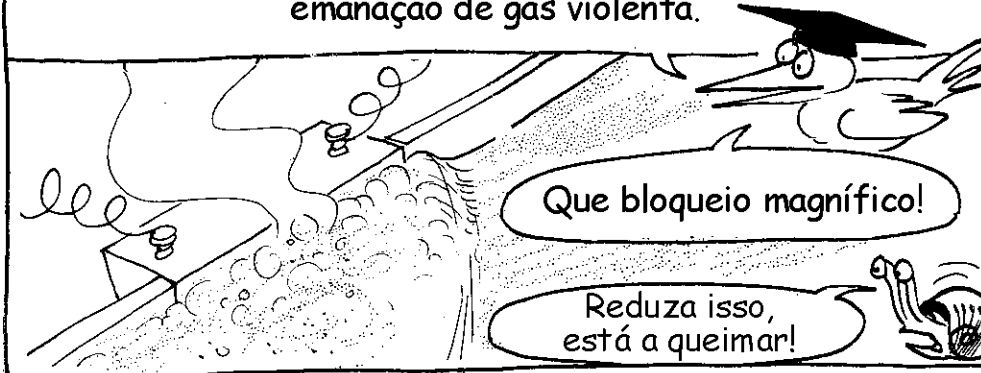
Conhece-se a ordem de grandeza da energia a pôr em jogo para suprimir as frentes de onda (*). Convém que o trabalho das forças de Laplace seja pelo menos igual à energia cinética incidente do fluído.



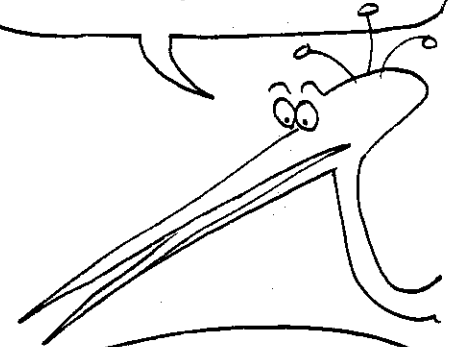
Se o navio vai à velocidade V , é necessário que a força de Laplace $\dot{I}B$ exceda um determinado limiar (*).

(*). Ver Anexo B.

Acho bem que tenhamos um campo magnético B tão elevado quanto possível! Se se trabalhar com um B fraco e um I elevado, antes de mais, o rendimento será fraco e, em segundo lugar, por causa da electrólise, obter-se-á uma emanação de gás violenta.



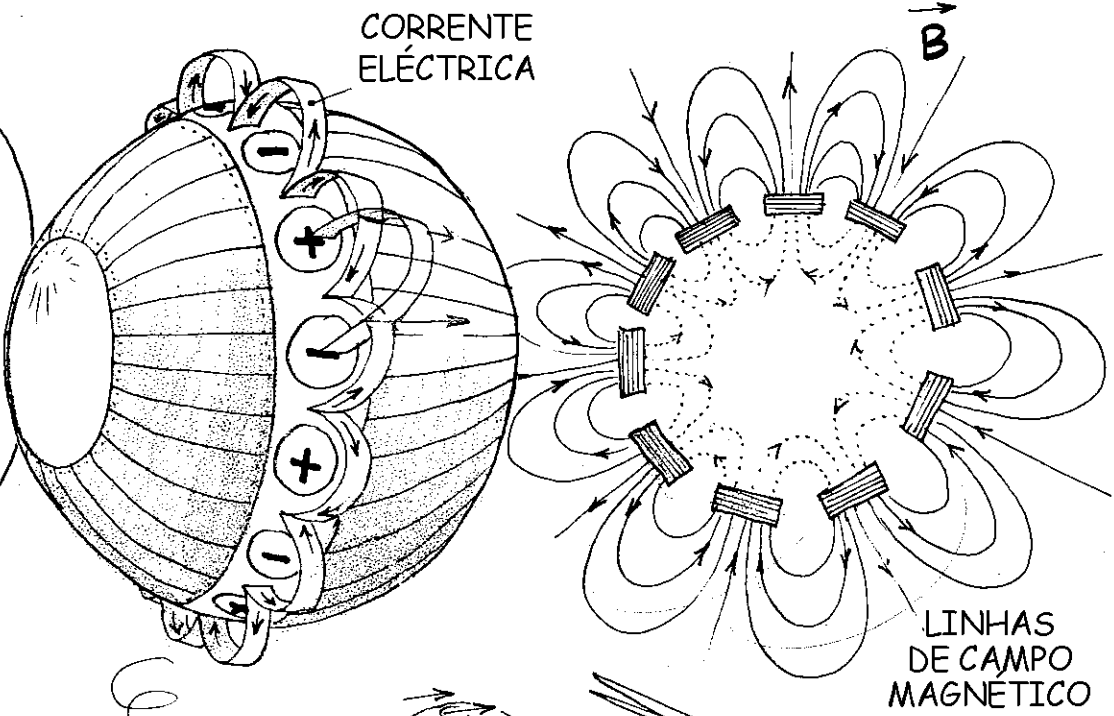
Não acha que isto tudo... como hei-de dizer... esta propulsão electromagnética não será demasiado futurista tendo em conta a tecnologia de hoje em dia?



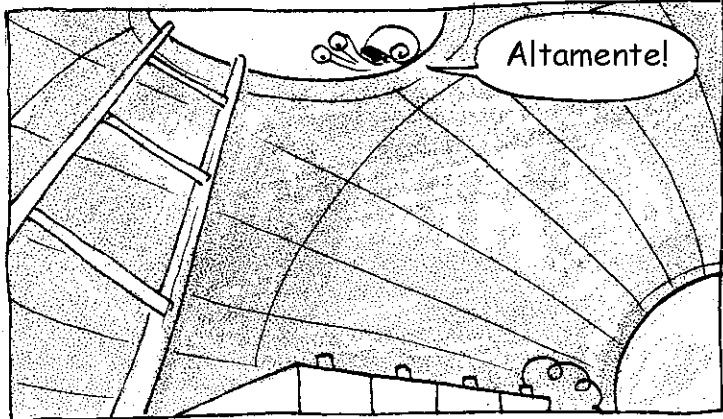
O SUBMARINO SEM HÉLICE



Vês, se aplicares a regra dos três dedos, chegas à conclusão que o aparelho se envolve de um campo de forças de Laplace capazes de o mover.



Uiii.... Não está a pensar subir dentro dessa coisa, pois não?

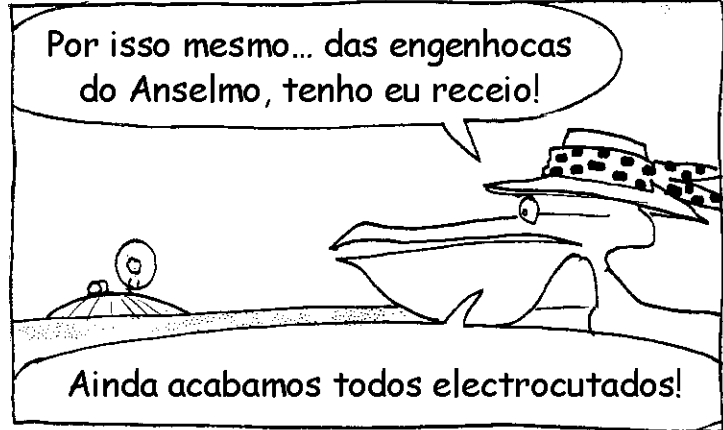


Altamente!



Anda daí, Leão! Não faças essa cara de patinho feio!

Vamos pôr a "HIDRODINA" à prova!



Por isso mesmo... das engenhocas do Anselmo, tenho eu receio!

Ainda acabamos todos electrocutados!



Já não te foi dito que é mera baixa tensão?!

Nada feito... fui!

Não sei qual é a sua opinião,
mas a mim parece-me tudo tão pouco ortodoxo...

A mim
também.

Como fazes
para pilotar isso?

Simple: basta-me jogar
com a intensidade conferida
por cada eléctrodo.

Virar...

... Parar...

... voltar em
marcha-atrás.

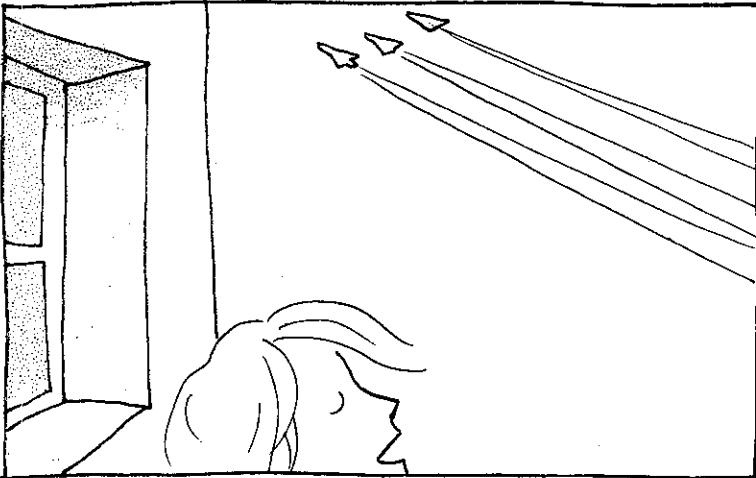
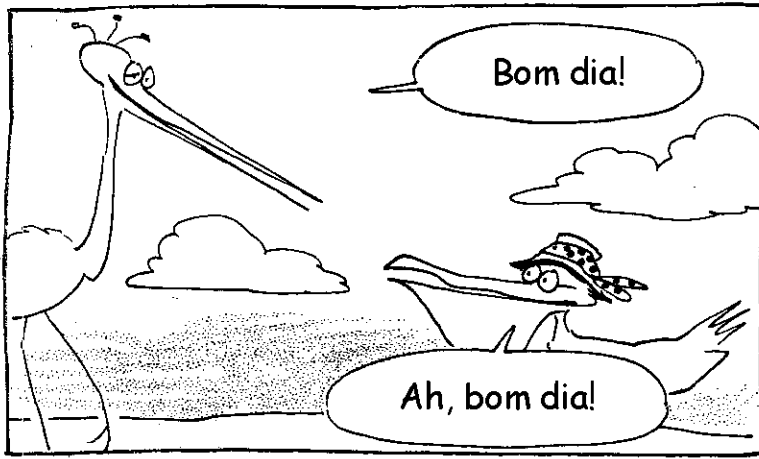
Um submarino MHD consegue ser bastante veloz
e totalmente SILENCIOSO.

Diacho!

Aqui está, meu caro Leão. Quando tivermos ímanes
supercondutores de alto desempenho (*) e geradores eléctricos
de alto rendimento, os navios deixarão de fazer ondas
e os submarinos, esses, farão bolinhas de água.

(*) Um material SUPERCONDUCTOR, resfriado a baixas temperaturas
(alguns graus absolutos) conduz a corrente sem dissipar calor, sem efeito JOULE.

NO DIA SEGUINTE...



FLUXOS SUPERSÓNICOS

- A ONDA DE CHOQUE que partiu os vidros todos é semelhante à ONDA DE PROA que deu cabo do teu pontão.

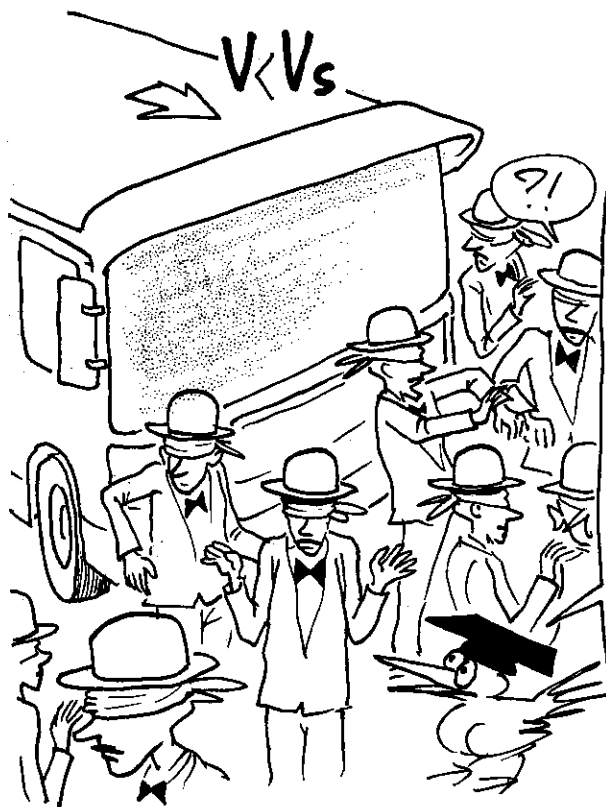
- Estás a querer dizer que... os aviões criam ondas?

- De alguma forma, sim, mas em vez de criarem ondas de superfície, criam ONDAS SONORAS, que se propagam à VELOCIDADE DO SOM V_s (*). Quando a lancha ia a uma velocidade V , mais elevada do que V_s , formavam-se FRENTES

DE ONDA, ao passo que quando um avião voa a uma velocidade V SUPERIOR à velocidade do SOM V_s , cria ONDAS DE CHOQUE.

- Mas como, se não há nenhuma superfície no ar?

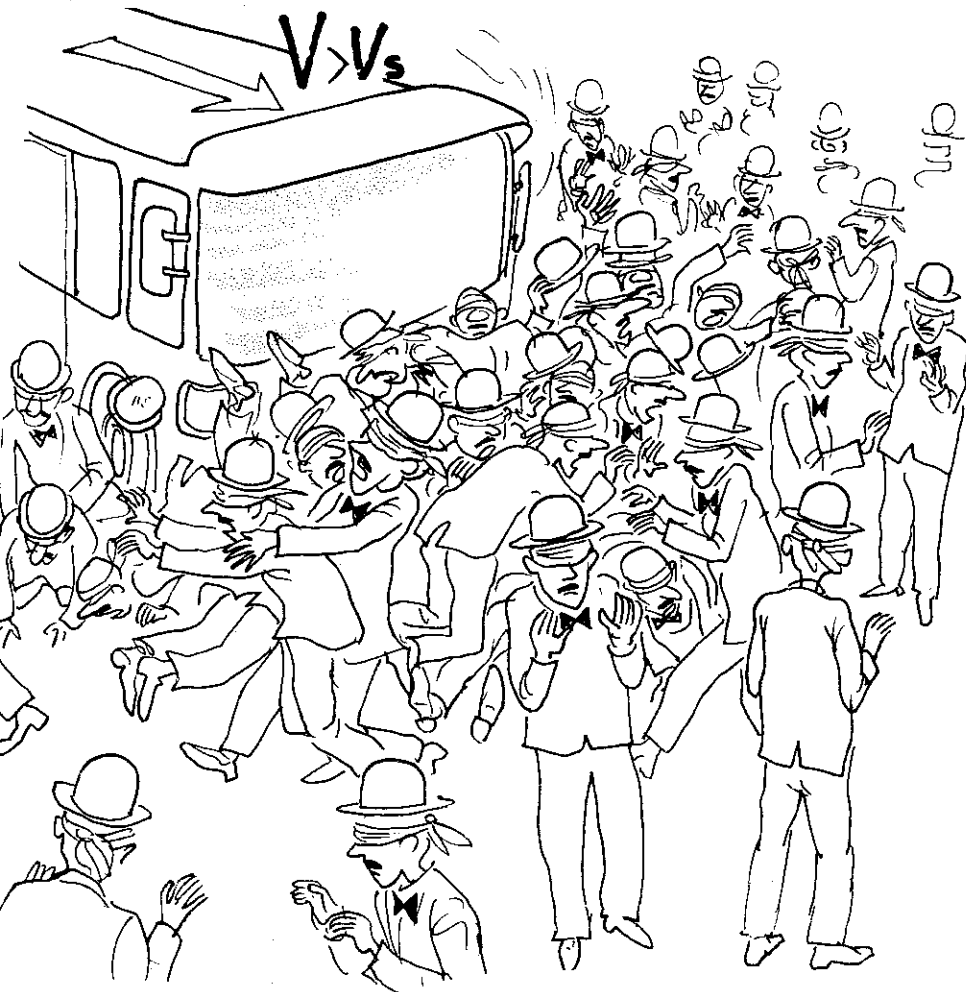
- A DENSIDADE no gás desempenha a mesma função que o nível das águas. As ONDAS DE SUPERFÍCIE tinham tendência a manter um nível constante. As ONDAS SONORAS TENDEM A MANTER UMA DENSIDADE CONSTANTE. As ondas de choque são FRENTES em que a densidade, a pressão e a temperatura são mais elevadas.



Podemos comparar as moléculas com mirões de olhos vendados a deambularem a uma velocidade V_s de forma completamente incoerente, numa praça, indo incessantemente aos encontrões (colisões moleculares). Um objecto a penetrar no gás é o mesmo que este autocarro a circular ao meio da multidão a uma velocidade V . Se esta for INFERIOR a V_s , a informação poderá VOLTAR A MONTANTE, e as personagens, assim que tiverem sido alertadas da chegada do veículo ANTES de estar em cima delas, poderão ABRIR-LHE UM ESPAÇO. Aqui temos uma imagem de um FLUXO SUPERSÓNICO.

(*). Ver "O SONHO DE VOAR", do mesmo autor.

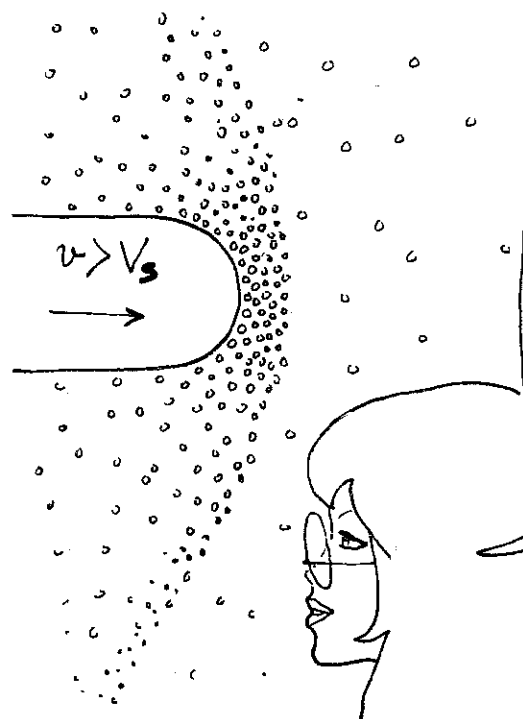
MAS... o que acontece se $V > V_s$?



Os transeuntes, ou seja, as moléculas, deixarão de poder evitar o objecto ANTES de este ir para cima deles, a fim de manter uma DENSIDADE CONSTANTE. O gás terá portanto tendência a ACUMULAR-SE perante o objecto, formando assim uma espécie de borda saliente e de desnível brusco de densidade.



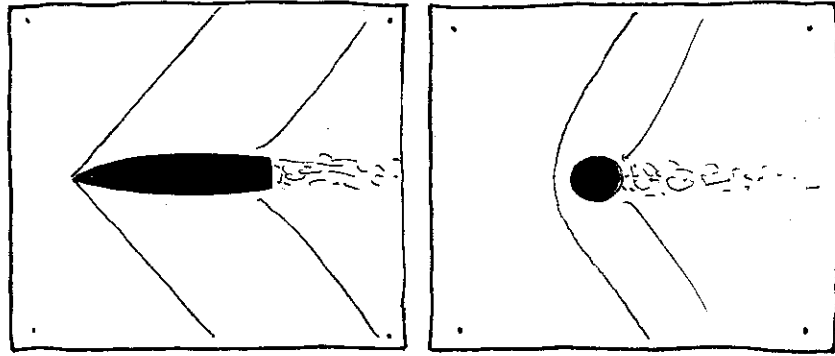
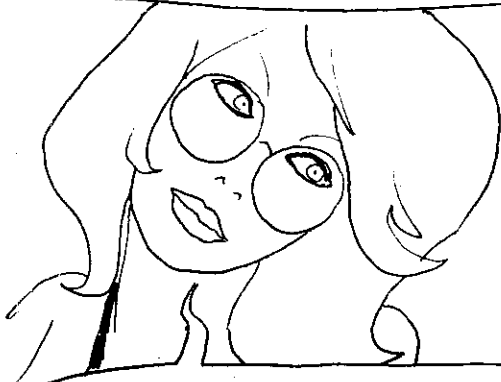
A ONDA DE CHOQUE



Este fenómeno é conhecido como ONDA DE CHOQUE. As ONDAS SONORAS substituem, neste caso, as ONDAS DE SUPERFÍCIE, e acontece o mesmo que para a onda de proa: Formam-se FRENTE DE DENSIDADE, DE PRESSÃO e DE TEMPERATURA inevitáveis. A ONDA DE CHOQUE aparece assim que a velocidade V é SUPERIOR à VELOCIDADE DO SOM V_s .

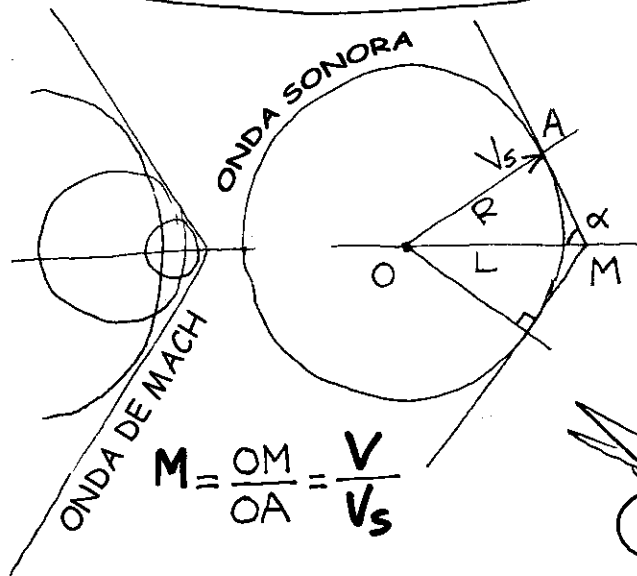
Queres tu dizer que, cada vez que esses malandros da vizinhança se quiserem divertir com as suas manias de velocidade, terei de gramar as despesas dos vidros partidos da casa?!

Só me faltava essa!



Mas olha que encontrarás esse sistema de ondas de choque **FRONTAL** e **POSTERIOR** em tudo quanto é objecto, que se move a uma velocidade supersónica! À esquerda, tens a bala de uma arma e, à direita, uma esfera.

Tudo quanto é objecto, inclusive um grão de areia atirado a uma velocidade $V > V_s$ irá criar um **CHOQUE (*)**. Dá-se o nome de **NÚMERO DE MACH** à relação $M = V/V_s$. Se esse objecto for muito pequenino, então a onda passa a chamar-se **ONDA DE MACH (*)**.



(*) Ver Anexo A.

Por aquilo que estou a ver, os fluxos líquidos de superfície livre são bastante parecidos com os fluxos gasosos supersónicos. Na página 15, fala-se naquilo que andamos a ver sobre os deslocamentos lentos e os deslocamentos rápidos.

Entre as duas grandes guerras mundiais, como não havia computadores, "calculava-se" a forma das ondas de choque com tinas, por analogia hidráulica.

Bolas!
Uma calculadora à base de água?!

De facto, há uma grande semelhança entre as equações matemáticas que descrevem os dois sistemas, e o **NÍVEL DAS ÁGUAS** corresponde à **DENSIDADE** no gás.

OK. Para estudar isso tudo, não há nada como construir um **TÚNEL SUPERSÓNICO!**

Ei, calma aí!

Não me diga que vai construir essa coisa na sua cozinha?! (*)

Nada disso. Isso do túnel é outra conversa...

Requer grandes compressores e muita energia!

E de grandes meios como os dos tão reputados centros de investigação!

(*) Em França, pode não haver petróleo mas não faltam canos de despejo...

A BARREIRA DO SOM

A BARREIRA DO CALOR

Com um túnel supersónico, daria efectivamente para ilustrar uma série de coisas. Em primeiro lugar, a passagem da **BARREIRA DO SOM** ($V=V_s$) vem acompanhada de um aumento da resistência ao avanço, ou melhor, do arrasto, devido ao aparecimento de um **ARRASTO DE ONDA** que vem sobrepor-se ao **ARRASTO POR FRICÇÃO**.

Traduzido por miúdos, isso dá?

SOBREPRESSÃO

DEPRESSÃO

$V > V_s$

No ramo da hidráulica, o aparecimento das frentes de onda modificava a distribuição das pressões sobre o casco, de forma penalizadora. Não deve ser muito diferente na aerodinâmica supersónica.

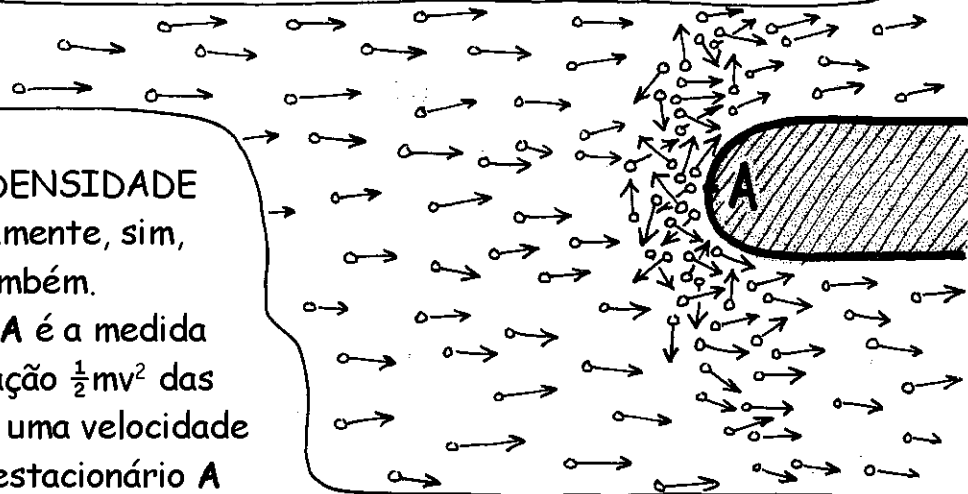
É barulhento, não serve para nada e gasta energia que se farta!

Apesar das suas formas alargadas, que visam reduzir este arrasto, o **CONCORDE** gasta 40% da sua energia a criar ondas de choque.

Se sobrevoássemos uma zona habitada a uma baixa altitude com MACH 5 ou 6, a onda de choque daria cabo dos telhados.

Como a onda de proa fez com o pontão!

Numa ONDA DE CHOQUE, a DENSIDADE e a PRESSÃO crescem bruscamente, sim, mas a TEMPERATURA também. A TEMPERATURA ABSOLUTA é a medida da energia cinética de agitação $\frac{1}{2}mv^2$ das moléculas. Se esse gás "cair" a uma velocidade V sobre um objecto, no ponto estacionário A (onde o gás é totalmente detido), toda essa energia será convertida em energia de agitação térmica; daí, no ponto A , a TEMPERATURA DE PARAGEM variar como o quadrado da velocidade V .



Ai, que os meus ricos sapatinhos estão a queimar!

Pouco sensível abaixo de Mach 2, este fenómeno de aquecimento da ponta dos aviões gera um sério problema conhecido como a **BARREIRA DO CALOR**.

A uma dada velocidade, quanto mais denso for o ar, mais aquecerá a ponta do avião.

O que significa que o voo hipersónico em baixa altitude é impossível!

De qualquer forma, o voo supersónico a baixa altitude, esse sim, é definitivamente possível! Não se poderia pensar em aviões supersónicos que não partissem os vidros?

Para isso, Anselmo, seria preciso máquinas que, a velocidades supersónicas, não criassem ondas de choque.

Pois fique sabendo, meu amigo, que é impossível de todo. Senão, já há muito que se teria feito isso!

Vejam, se o choque se forma, é como o caso da onda de proa: é por não se poder mais actuar sobre as moléculas situadas a montante, com a ajuda das colisões, por ondas sonoras, obrigando-as a ceder a passagem. Por isso, amontoam-se numa espécie de borda saliente chamada ONDA DE CHOQUE.

Logicamente, ao actuar a montante com as forças de Laplace, o problema do choque adquire uma nova perspectiva.

Tiresias, olha só para esta fotografia do fluxo MHD, na página 30, em volta do cilindro. Não te parece haver um efeito de sucção na parte da frente?

Treta...

É verdade, nas experiências hidráulicas, conseguias sugar a água na parte da frente ao ponto de criar uma depressão!

Resta saber até onde se pode estender a analogia, esse é que é o problema!

$V > V_s$

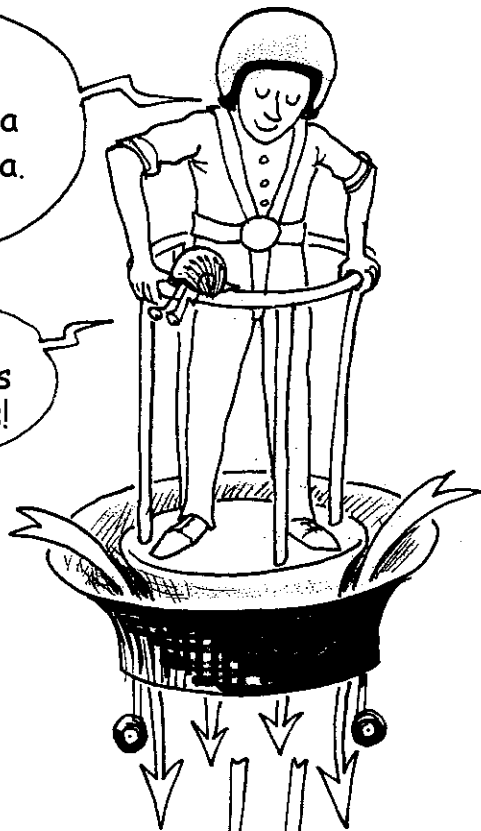
Se a analogia hidráulica dá indicações plausíveis, significa que existem **TRÊS MANEIRAS DE VOAR**.

Quais ?

Para voar, faças o que fizeres, acabas sempre por animar as moléculas de gás com um movimento de cima para baixo.

Primeiro sistema: crio o movimento gasoso com a ajuda do perfil de uma asa.

Asa, mas que asa? Não vejo mais nada senão dois rotores contra-rotativos!



Valha-te Deus!
Um rotor não passa de uma asa que gira!



Já não está aqui quem falou...

Assim, pode-se evidenciar a **VELOCIDADE INDUZIDA**.

Segundo sistema: acelerar um gás de confecção caseira.



E afinal, qual é o terceiro sistema?



A meu ver...
**ASPIRAR O AR QUE ESTÁ
POR CIMA** com a ajuda das
forças de Laplace

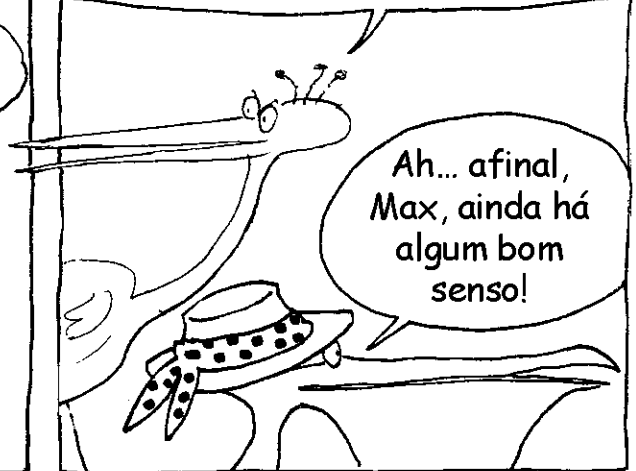
Ouviu o mesmo que eu?



Anselmo e Tiresias... quando estes dois se juntam....

Mas que dupla que estes nos saíram!

E a Sofia na praia, descansadinha da vida!



Ah... afinal, Max, ainda há algum bom senso!

Qual é o problema, compadres?

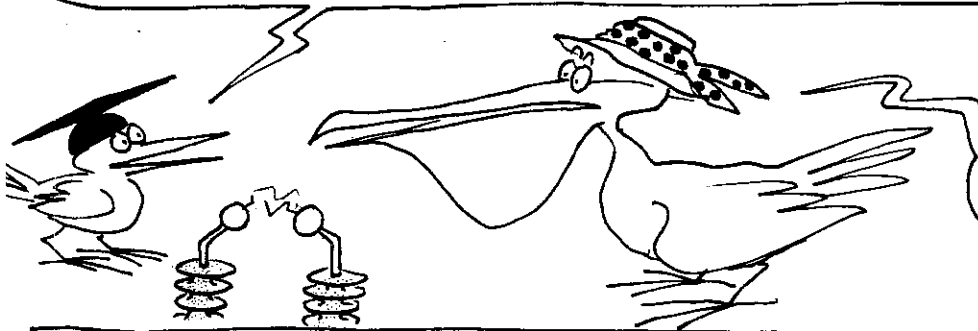
O Anselmo anda numa agora de sei lá o quê... voar com electricidade!

Estava precisamente, há bocadinho, a dizer ao Leão que é impossível, pois o ar não é condutor de electricidade.

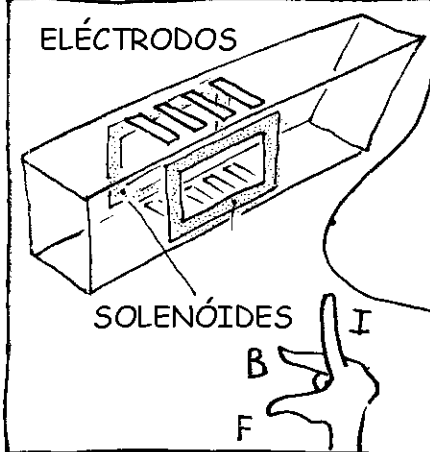


Aliás, é um **ISOLADOR.**

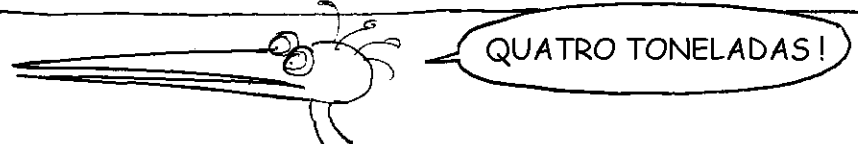
Aguate aí os cavalinhos! Depende do valor do **CAMPO ELÉCTRICO** que aplicar! Ou melhor, depende da relação entre a tensão nos terminais dos eléctrodos e da distância que os separa! Se aplicar três mil volts por milímetro, verá a descarga que isso dá!



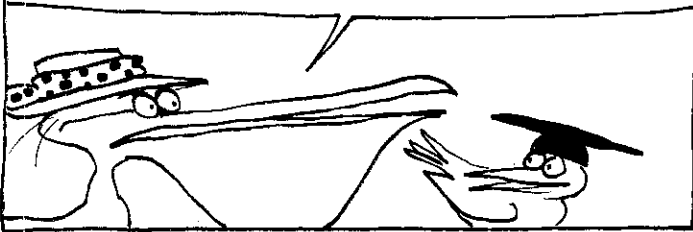
Afinal, é para quando esse **CONCORDE** eléctrico?



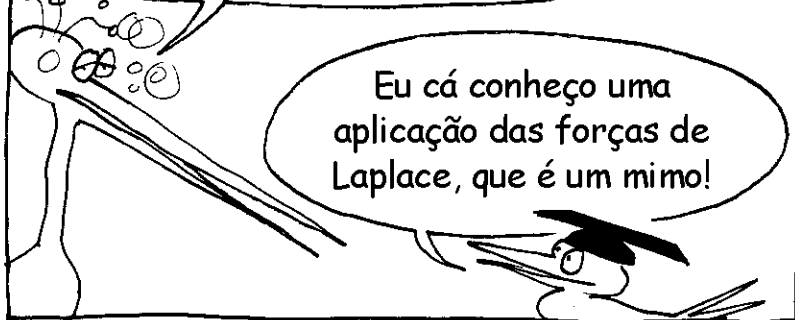
Veamos, com um campo magnético **B** de 4 Teslas (40.000 gauss) (*) e uma densidade de corrente de um ampere por centímetro quadrado (dez mil amperes por metro quadrado), obtém-se uma força de Laplace de 40.000 newtons por metro cúbico, ou seja, quatro toneladas por metro cúbico. Se o motor tiver um volume útil de um metro cúbico, isso perfaz 4 toneladas.



Bolas, não se iluda!
Três mil volts por milímetro,
isso ainda dá um pequeno milhão
de volts por metro!...



Diga-me uma coisa: isso das forças de Laplace é de abanar o capacete, não?



Eu cá conheço uma aplicação das forças de Laplace, que é um mimo!

Ai sim, e qual é?

A trovoada.



A trovoada?

E ele a dar-lhe com a alta tensão...



(*) Ou seja cerca de cem vezes mais elevado do que o do íman de costureira.

Sofia, anda ver depressa!
Com o Anselmo, andamos a inventar umas
coisas espectaculares: como voar
com electricidade!

Meu Deus,
já estou a
caminho!

COMPTES
RENDUS DE
L'ACADEMIE
DES SCIENCES
DE PARIS

Tens noção da complexidade? A bordo, vais precisar de um sistema de refrigeração para os supercondutores, a uma temperatura muito baixa, e um gerador eléctrico com várias centenas de megawatts. Isso vai ser cá um peso dos diabos!

E porque não tentar fazer
voar uma central nuclear,
já agora?

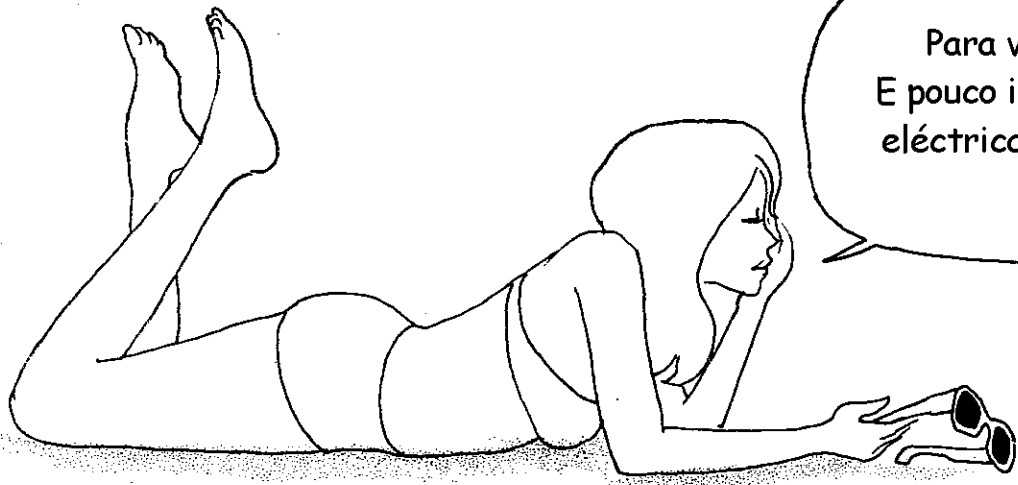
Voar com electricidade, isso é impossível.

Ai sim? Então com o quê que
aquele avião voa, digam lá?

Mas... é diferente,
tem uma hélice...

E painéis solares!

Afinal, o que é um PROPULSOR MHD a não ser
uma espécie de HÉLICE ELECTROMAGNÉTICA?



Para voar, é preciso **ENERGIA**.
E pouco importa a sua forma: química,
eléctrica. O que interessa é que haja
o suficiente.



Olhando bem, voar é uma questão de **RELAÇÃO ENTRE
POTÊNCIA E PESO PARA UMA DADA VELOCIDADE.**

40 km/h
AVIÃO
COM PEDAIS
(ou eléctrico)

10 Watts por quilo

60 km/h
AVIÃO DOS
IRMÃOS WRIGHT
(tecnologia menos elaborada)

100 Watts por quilo

250 km/h
AERONAVE NÃO
TRIPLADA

300 Watts por quilo

700 km/h
CAÇA DA 2ª GUERRA
MUNDIAL

800 Watts por quilo

2700 km/h
CAÇA DA PRÓXIMA
GUERRA MUNDIAL

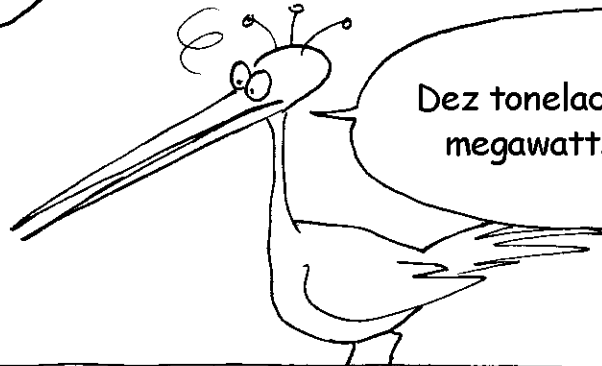
5000 Watts por quilo

**20.000 Watts
por quilo**

A nave espacial!



Vamos lá ver se eu entendi: se as centrais nucleares produzissem um quilowatt de energia eléctrica por quilograma, ganhariam voo espontaneamente?!



Dez toneladas por cada cem megawatts, é impossível!

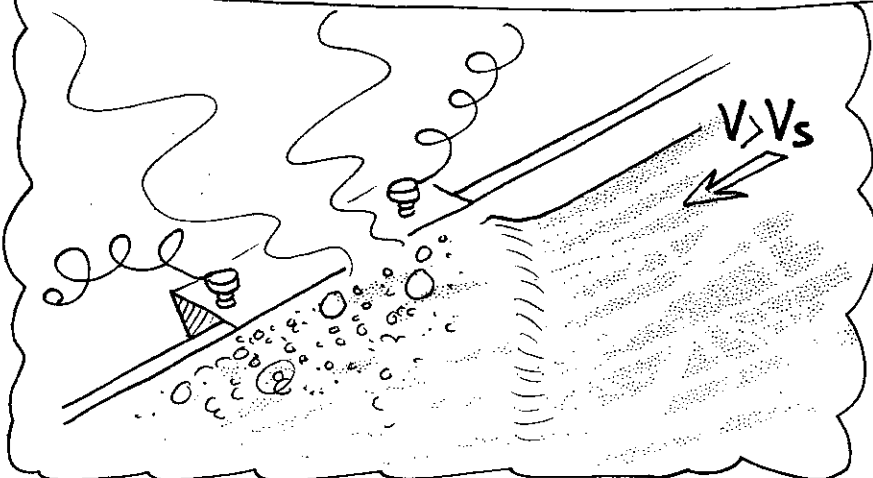
E então, Sofia?



Só mesmo o Anselmo!
Afinal, parece que é possível estender aos gases o que foi elucubrado nos fluxos líquidos de superfície livre: O CRITÉRI DE INTERACÇÃO, O RENDIMENTO MHD. Mas deve haver alguma falha algures, vejamos...

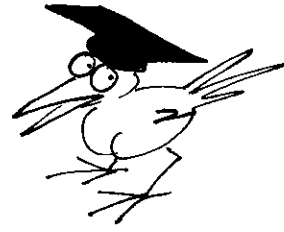
E então?

Na experiência da página 43, um FORNECIMENTO DEMASIADO ELEVADO DE ENERGIA provocava um BLOQUEIO.

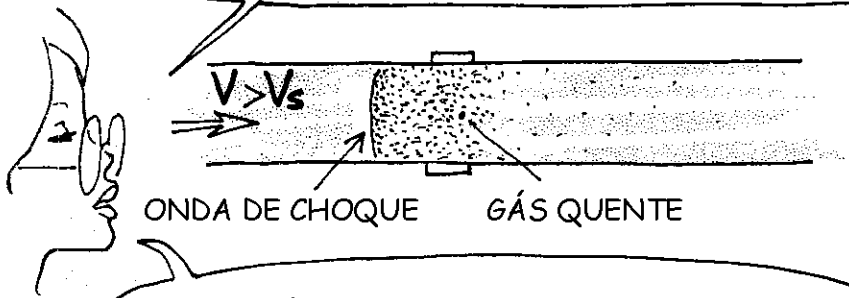


O BLOQUEIO TÉRMICO

Será que um fenómeno análogo, no gás, não poderia contrariar a acção MHD?



De facto, pode-se **BLOQUEAR** um fluxo supersónico de gás com **CALOR** por efeito Joule. Numa descarga eléctrica **PURA** (sem campo magnético), a bola de gás quente comporta-se com um autêntica rolha, formando-se assim uma onda de choque.

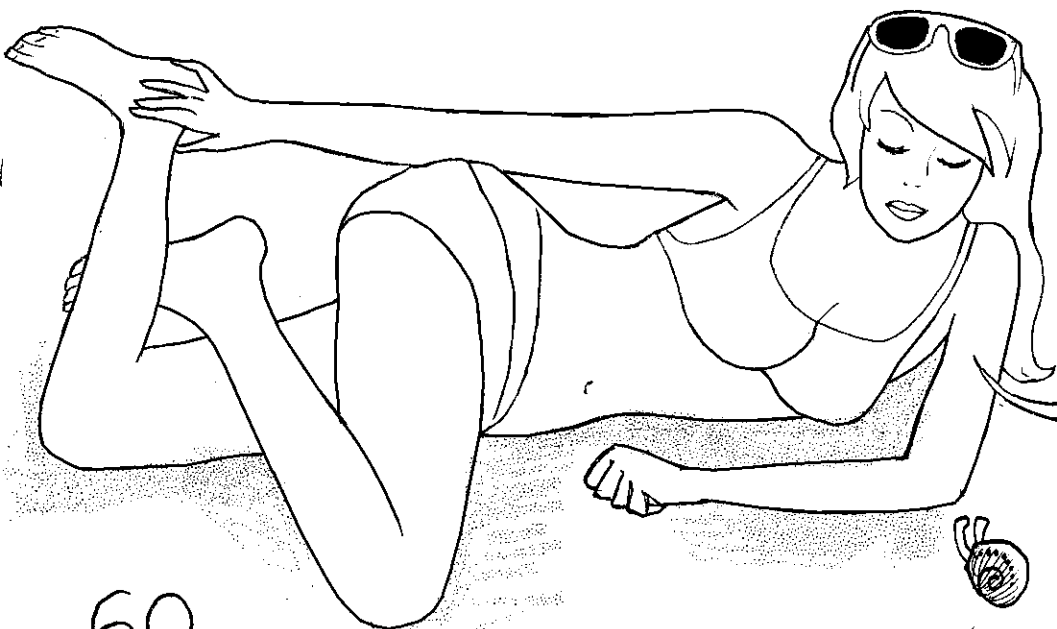


Então, a experiência do Anselmo, sempre deu raia?

É o **BLOQUEIO TÉRMICO**.



Ainda não é certo. Depende da **CONDUTIVIDADE ELÉCTRICA** do ar (daquela que se lhe poderá dar de variadas maneiras). Se for elevada que chegue (*), a emissão de calor no gás será moderada, e não haverá lugar para bloqueios.



Oh, vejam só! O Anselmo...

Não me espanta...

Adormeceu!

O que acha disto tudo?

A partir do momento em que essas "aerodinas" MHD correspondam a uma tecnologia que talvez ainda não teremos daqui a cem anos, já nem sei a que ponto valerá a pena andar com tantas perguntas.

Poderia ser interessante no plano fundamental, não?

Hhmm, sabe como é, isso de plano fundamental...

Isto é que foi um dia e peras!

Dorme, meu sabichão, meu amor.

O SONHO DO ANSELMO

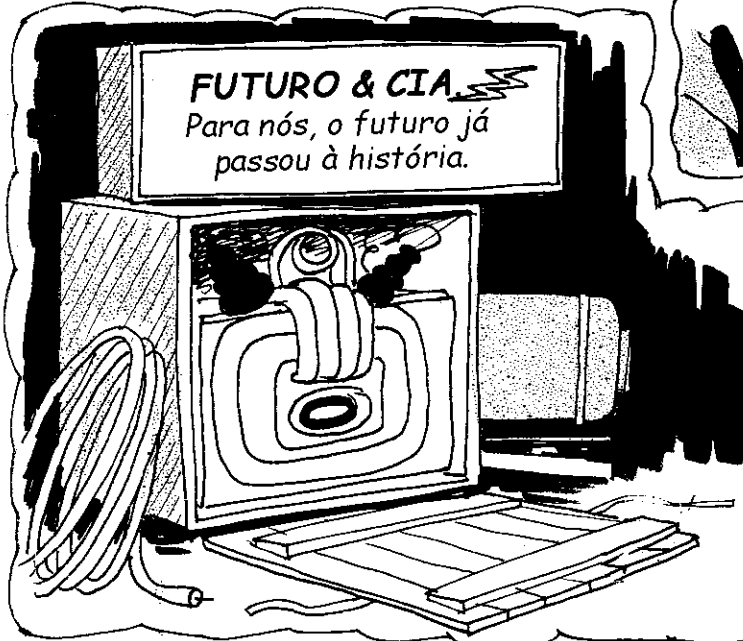


Bem... ah, fui eu sim, confirmo...

Senhor Anselmo?
Foi o senhor quem pediu um gerador eléctrico de duzentos megawatts, uma fonte de micro-ondas de dez megawatts, um cabo de fio supercondutor de um peso total de vinte toneladas, confirma?



Importa-se de assinar?



FUTURO & CIA.
Para nós, o futuro já passou à história.



Ena!

Isso é que é material!
Então, Anselmo, mãos à obra?

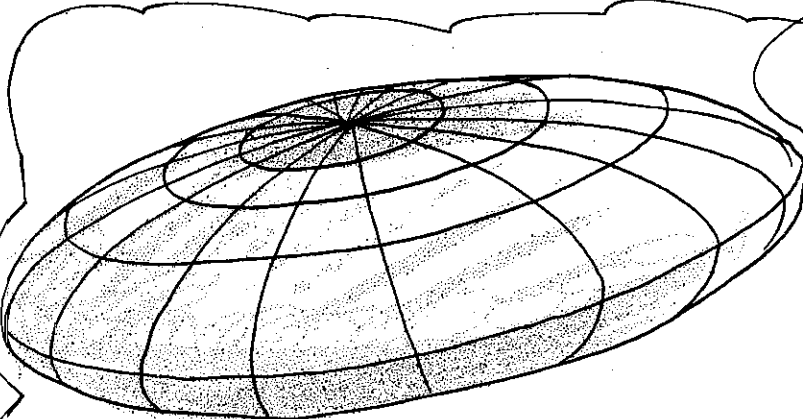


Poça!
O homem tinha cá um camiãõ... viste?



Nunca tinha visto semelhante camiãõ...
Enfim...


Vamos a isso, sim ou não?



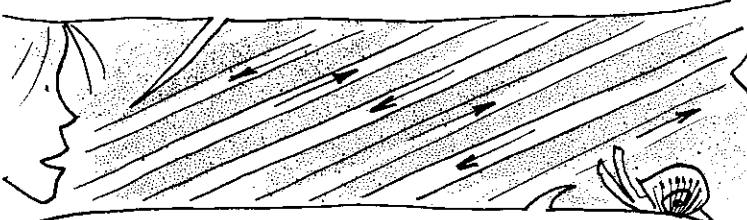
Há algum motivo para estares a fazer a tua "aerodina" assim tão plana?

É para melhor explorar a **DEPRESSÃO** que vou criar acima, e a **SOBREPRESSÃO** que se irá produzir abaixo.

Vamos começar por tratar do **CAMPO MAGNÉTICO**. Com esse fio supercondutor, vou alternar o sentido das correntes, assim.

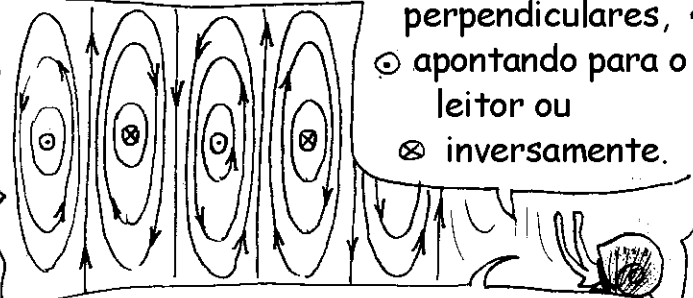


As barras ocas serão resfriadas a uma temperatura muito baixa por circulação de hélio líquido. Os círculos com




Nessas barras paralelas, a corrente inverte-se passando de uma para outra.

⊙ ⊗ ponto e cruz indicam vectores perpendiculares, ⊙ apontando para o leitor ou ⊗ inversamente.

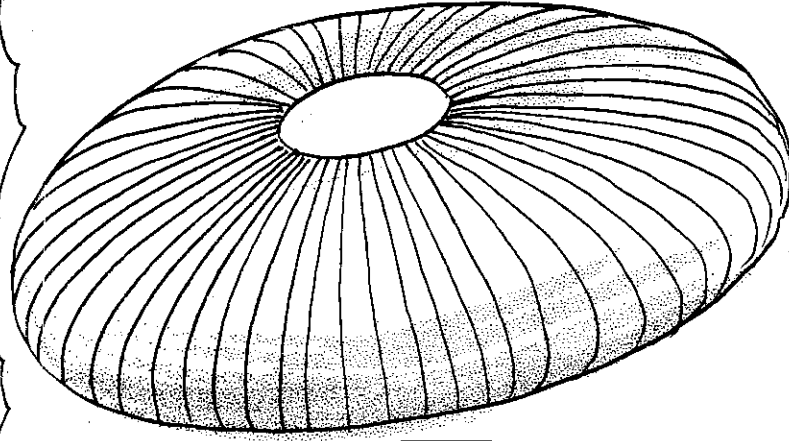


Obtém-se um campo magnético que se inverte a cada d milímetro.



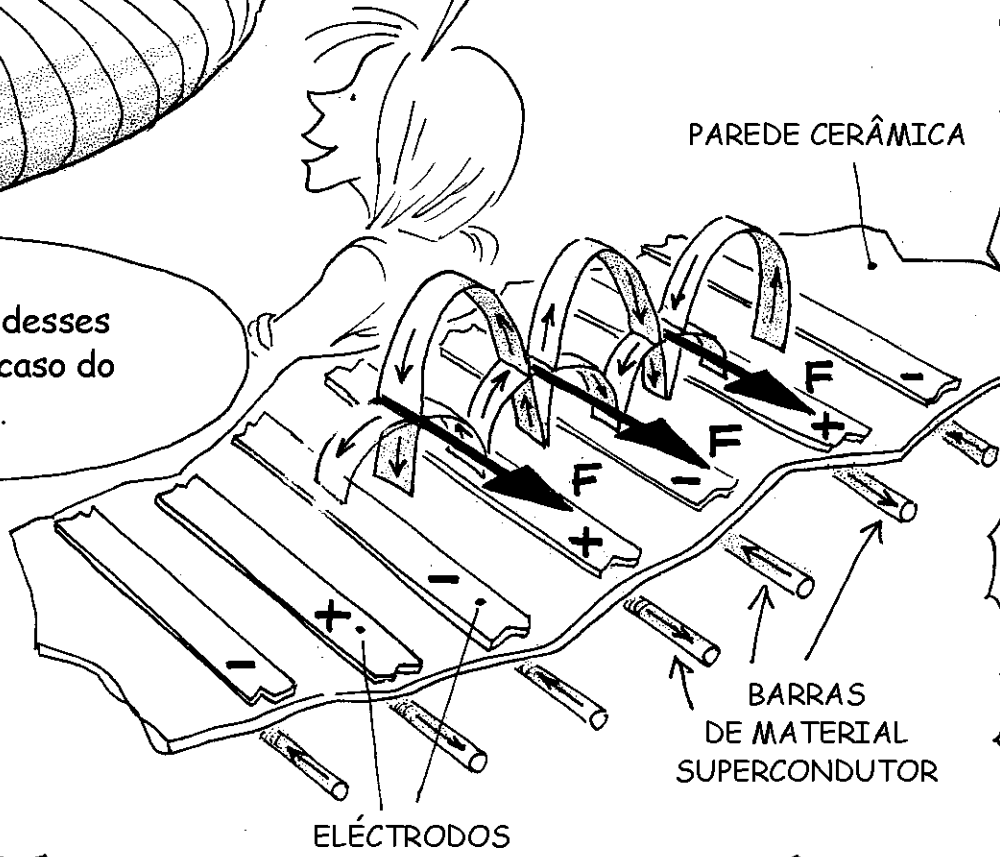
Essas barras vão seguir os meridianos do objecto.

E vou recobri-las com uma placa de cerâmica delegada.



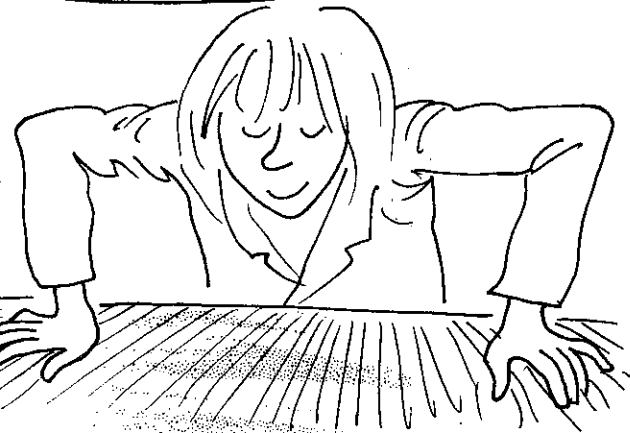
Acima dessa cerâmica, coloco os meus eléctrodos de acordo com a disposição das linhas meridianas.

E alterna as polaridades desses eléctrodos, como naquele caso do acelerador parietal.



Isso vai criar este tipo de CAMPO DE FORÇAS em volta do aparelho.

Posso colocar as minhas barras e os meus eléctrodos muito perto uns dos outros, o que tem múltiplas vantagens.



Primeiro: limita a tensão a aplicar aos eléctrodos.

Segundo: permite limitar o volume em que teremos de criar o campo magnético. Praticamente, a superfície da máquina, multiplicada pelo "passo" dessas barras.

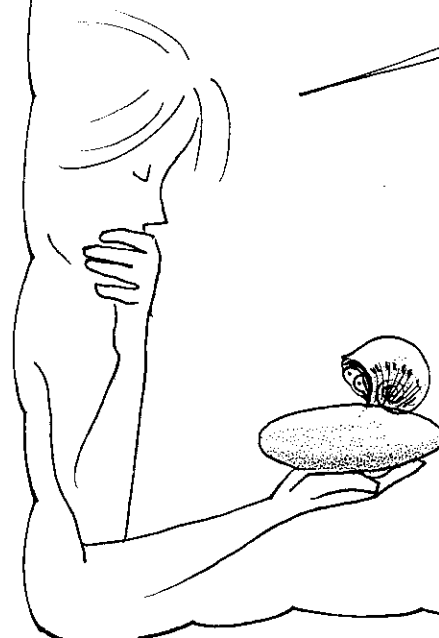
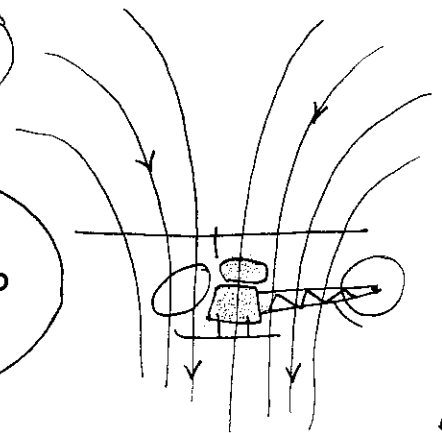
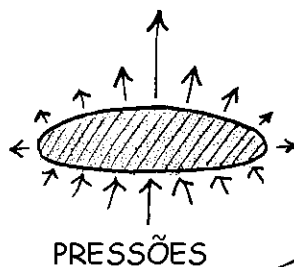
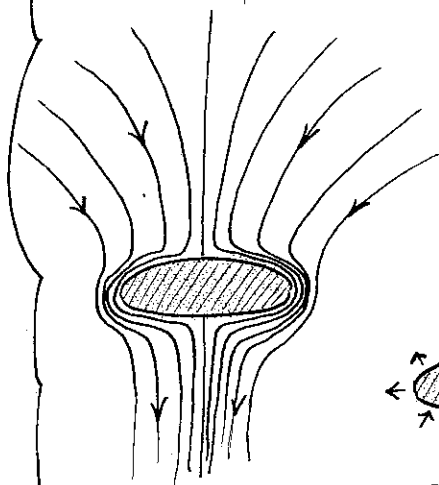
Terceiro: permite actuar sobre uma camada bem delegada, concentrando a ionização, as forças.

E aí teremos o fluxo gasoso resultante.

É como uma espécie de helicóptero electromagnético.

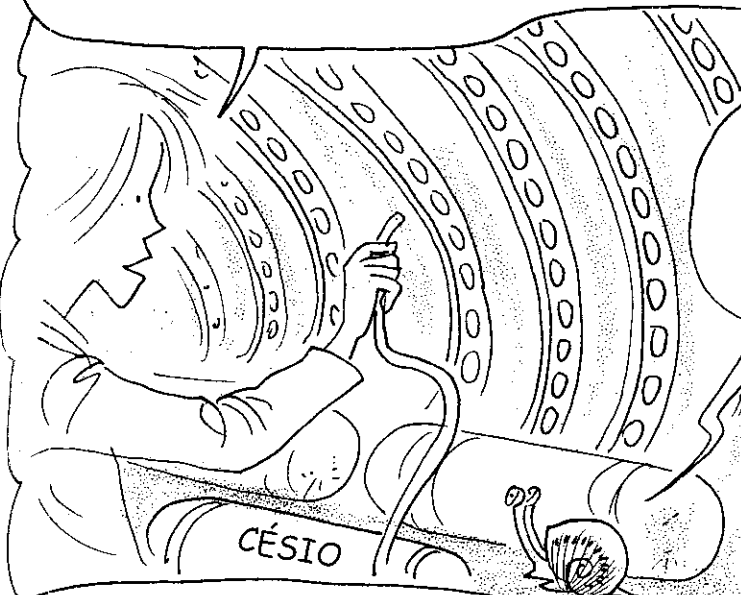
Resta descobrir como criar a IONIZAÇÃO, isto é, ELECTRÕES LIVRES suficientes nessa camada gasosa.

Se colocares os eléctrodos à distância de um milímetro, um do outro, e se aplicares aí uns mil volts, será quanto basta para arrancar os electrões dos átomos e libertá-los.
A corrente passará.

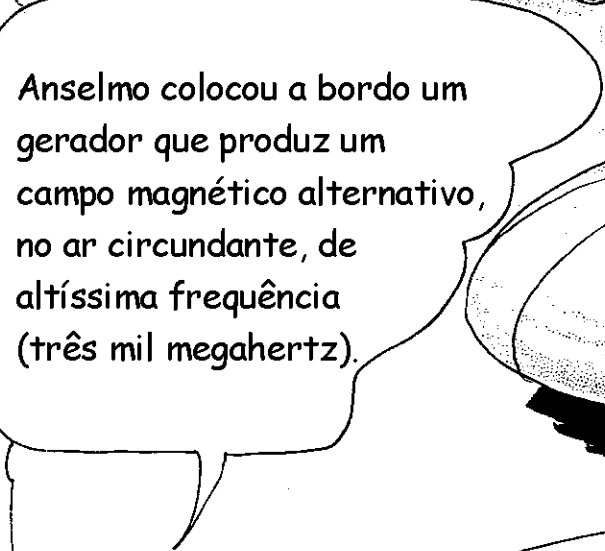


O PROBLEMA DA IONIZAÇÃO

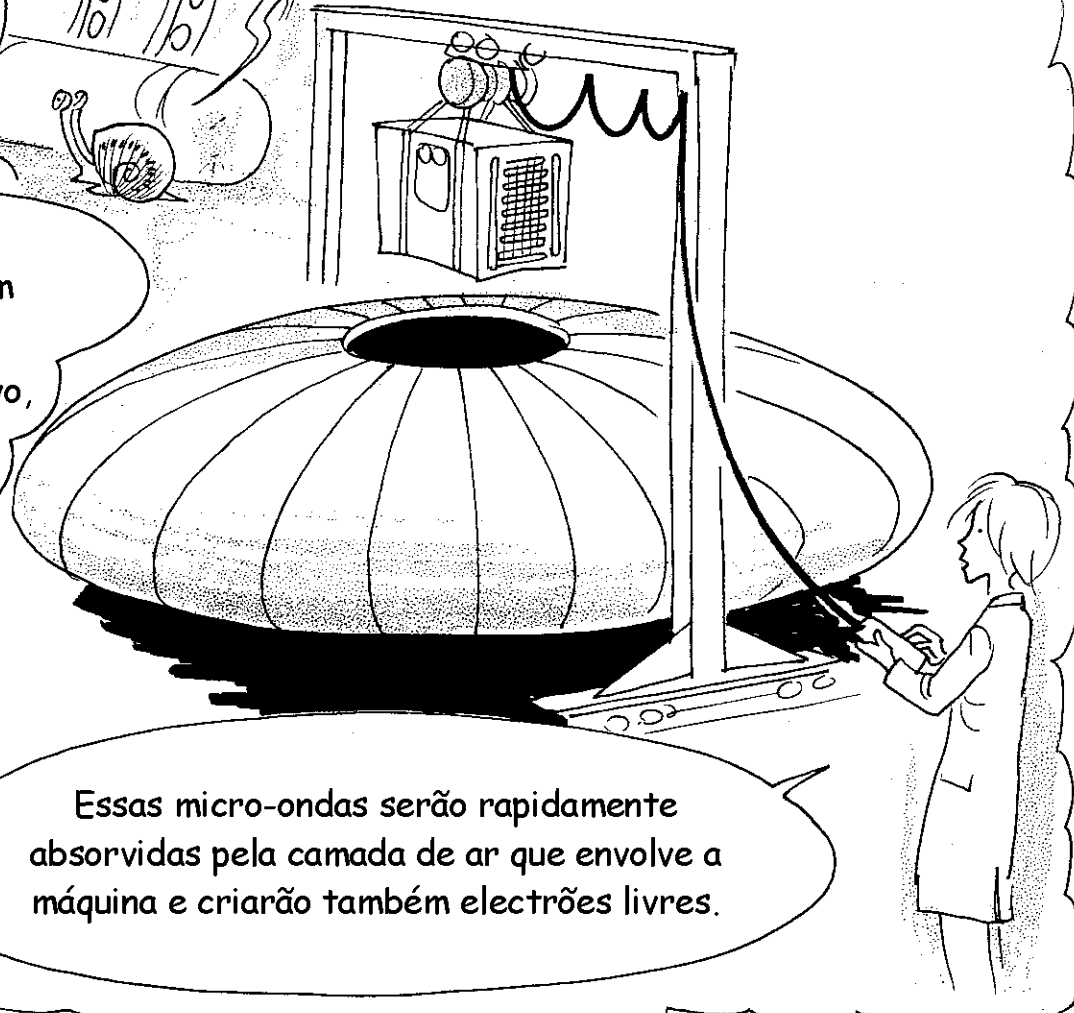
No ar, o que abastece os electrões livres, não é nem o oxigénio nem o azoto, mas sim o monóxido de azoto (NO). Mas preferi enriquecer o ar com uma substância que fornece mais facilmente electrões livres, como é o caso do Césio ou do Sódio.



Por isso estás a abrir POROS na parede de cerâmica para que, durante o voo, sejam emitidas pequenas quantidades de vapor de Césio.



Anselmo colocou a bordo um gerador que produz um campo magnético alternativo, no ar circundante, de altíssima frequência (três mil megahertz).



Essas micro-ondas serão rapidamente absorvidas pela camada de ar que envolve a máquina e criarão também electrões livres.

Camada de
PLASMA

Trajecto de um
elemento de gás

IONIZAÇÃO

DESIONIZAÇÃO COM
EMIÇÃO DE LUZ

Bem, acho que está tudo. Um circuito
interior de televisão vai dar-nos, a partir
de micro-câmaras dispostas sobre a
parede, imagens do exterior.

É para pôr a
trabalhar?

Mas que raio é aquilo?

Ionização!

Mas é luminoso
e avermelhado...

Só me faltava essa!
O Leão e o colega dele estão lá fora...

Que quererão
eles com as
hiperfrequências?!

O melhor é pormo-nos a andar já de seguida!

Já guardei o trem
de aterragem.

Que giro!
Isto pilota-se como
um helicóptero!

!?

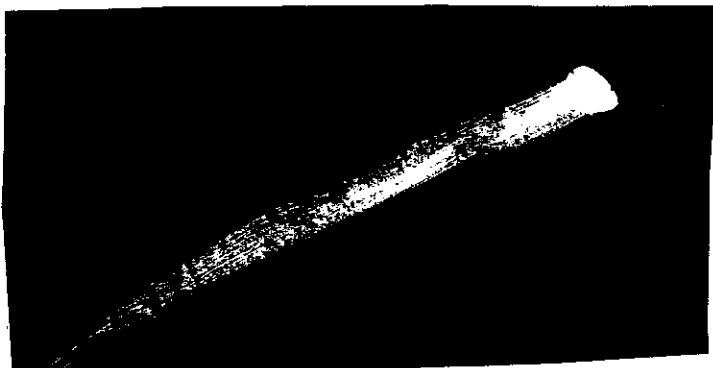
Sofia!

Só que, em vez de actuar sobre
a incidência das pás, modificam-se
as correntes.

Olhe-me para estes dois! Que lhes terá acontecido?
Parece que viram um morto-vivo!


É estranho, é como se tivessem
sofrido alguma comoção...

A AERODINA MHD continua o seu voo deixando atrás dela uma espécie de grande cauda de Césio ardente.



Dá-lhe gás!

Ao ser aumentada a corrente fornecida, o aspecto da máquina voadora é o de uma estrela cadente.



Olha só como estamos a ir rápido! Devemos estar a umas quatro ou cinco vezes a velocidade do som!!!

Olha uma coisa, Anselmo: como controlamos o fluxo gasoso na perfeição, voamos sem turbulência nem onda de choque,

não é?

Bem visto.

Portanto... SEM BARULHO.

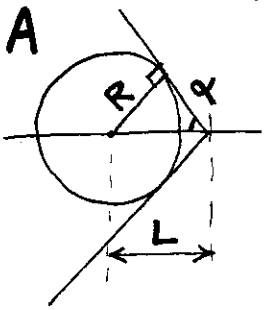
Viu-se a **BARREIRA DO SOM**, depois a **BARREIRA DO CALOR** e, agora, dá-me a sensação que alcançámos...



A BARREIRA DO SILÊNCIO

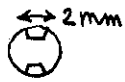
FIM

ANEXOS CIENTÍFICOS



Durante o tempo t , uma onda emitida foi propagada radialmente segundo $R = Vst$, ao passo que o objecto se deslocou em $L = Vt$.
Por isso, $V/V_s = L/R$
 $\sin \alpha = V_s/V = R/L$.

B Actua-se sobre o sistema de onda se a energia recebida pelo elemento de volume que é JBL (trabalho da força de Laplace ao longo do **COMPRIMENTO DE INTERACÇÃO**) for superior à energia cinética $1/2 \rho V^2$. Na água salgada, a electrólise limita J a 1 A/cm^2 (10^4 A/m^2). Ou seja $V = 8 \text{ cm/seg}$.
Se o cilindro tiver $0,8 \text{ mm}$ ($8 \times 10^{-3} \text{ m}$), com um comprimento de interacção igual à largura do eléctrodo: $2 \times 10^{-3} \text{ m}$, e $\rho = 10^3 \text{ Kg/m}^3$.
Se $B = 1 \text{ tesla}$ (10.000 gauss) o **PARÂMETRO DE INTERACÇÃO** é $S = 2JBL / \rho V^2 = 25$. A ONDA DE PROA é aniquilada.



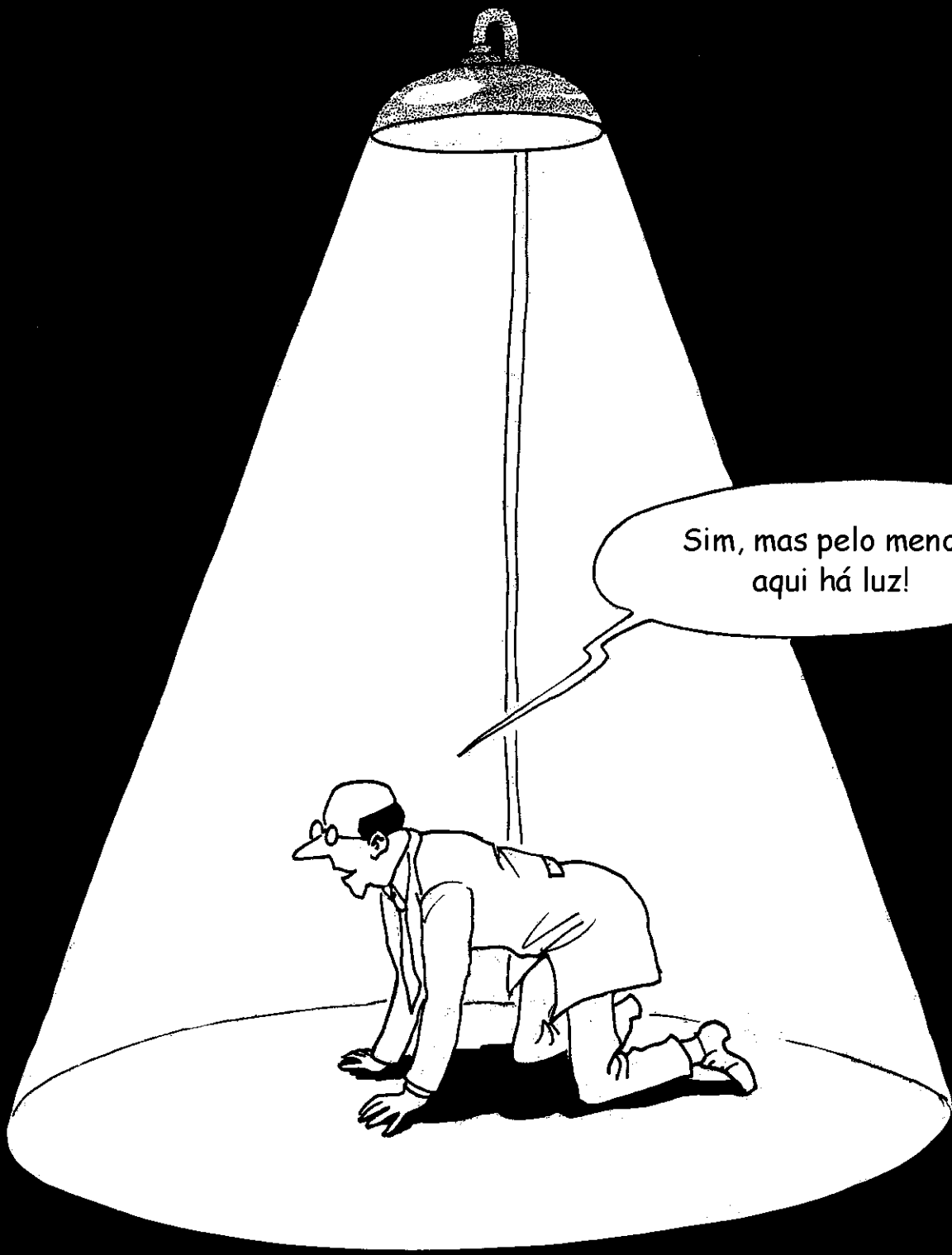
C O barco tem um empurrão de 1 grama, isto é, 10^{-3} Kg ou 10^{-2} newtons . Avança a 0.1 m/seg , o que corresponde a 10^{-3} watts . O gerador fornece 25 volts, 20 amperes, ou seja, 500 watts. O rendimento é portanto $\eta = 10^{-3}/500 = 2 \times 10^{-6}$. O fluído transita no acelerador durante um tempo t . Por isso, a potência propulsiva será JBL/t . Mas L/t é a velocidade V . Por outro lado, a potência dissipada por efeito Joule é J^2/σ em que σ é a condutividade eléctrica, daí o rendimento ser $\eta = JBV / (JBV + J^2/\sigma)$. Com

$\sigma = 10 \text{ mhos/m}$ obtém-se
 $B = 25 \text{ teslas}$
 $V = 20 \text{ m/s}$
 $J = 10^4 \text{ A/m}^2$
 $\eta = 0,33$
O rendimento aumenta com V .

D A sobrepressão no ponto estacionário será, grosso modo, $1/2 \rho V^2$, em que ρ é a massa volumétrica do ar ($1,3 \text{ kg/m}^3$) e V é a velocidade de deslocação do objecto. Para uma superfície frontal equivalente de 1 m^2 , a potência associada ao arrasto de onda seria $1/2 \rho V^3$. Se $V = 600 \text{ m/s}$, $P = 200 \text{ MW}$.
Se $V = 1500 \text{ m/s}$, $P = 2000 \text{ MW}$.

E A potência associada à aceleração MHD é JBV . Com $J = 10^4 \text{ A/m}^2$, $B = 4 \text{ teslas}$, $V = 1000 \text{ m/seg}$, tem-se $JBV = 40 \text{ MW/m}^3$. Se tivermos uma condutividade eléctrica do ar (fora de equilíbrio) que atinja 10 mhos/m , a da água salgada, então o calor produzido por efeito Joule J^2/σ irá corresponder a uma potência de 10 MW/m^3 . É viável. Seria preferível trabalhar com B grande (20 teslas) e aumentar artificialmente a condutividade eléctrica σ (pela sudação de um alcalino através de uma parede porosa ou acção de micro-ondas).





Sim, mas pelo menos,
aqui há luz!

Qual é a sua?
Anda por aí à procura
sabendo que... não há nada?

