ANSELME LANTURLU

Energeticamente Vosso

Jean-Pierre Petit

Traduzido por Sónia da Costa

Saber sem Fronteiras

Association Loi de 1910

Jean-Pierre Petit, Presidente da Associação

Ex-Director de Investigação do CNRS, astrofísico e criador de um novo género: a Banda Desenhada Científica. Criada em 2005 com o seu amigo Gilles d'Agostini, a associação Saber sem Fronteiras visa distribuir e partilhar gratuitamente o saber científico e técnico por todo o mundo. A associação, a qual funciona graças às doações que lhes são feitas, retribui o trabalho feito pelos tradutores com uma remuneração de 150 euros por cada BD traduzida (em 2007) e assume os custos havidos com as taxas das transacções bancárias. Cada vez mais numerosos, os tradutores têm contribuído, dia após dia, para o ampliar dos álbuns traduzidos (em 2007: 200 álbuns podendo ser descarregados gratuitamente em 28 idiomas, entre os quais se destacam o laociano e o ruandês).

O presente ficheiro *pdf* pode ser livremente duplicado e reproduzido, quer na sua totalidade quer parcialmente, utilizado pelos professores nas aulas que leccionam com a única condição de que tal não tenha qualquer intuito lucrativo. Pode integrar as bibliotecas municipais, escolares e universitárias, sob a forma de impressão ou ainda através das redes tipo Intranet.

Por iniciativa própria, o autor decidiu por completar, numa primeira fase, álbuns mais simples (nível 12 anos). Igualmente em fase de elaboração: álbuns "falantes" para pessoas analfabetas e "bilingues" no sentido de aprenderem línguas estrangeiras a partir da sua língua de origem.

A associação está continuamente em busca de novos tradutores cuja língua de trabalho seja a materna, possuindo competências técnicas que os habilite a produzir traduções de qualidade dos álbuns abordados.

Para entrar em contacto com a associação basta consultar a página principal no respectivo sítio de Internet

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

Se desejar fazer uma doação:

A partir do estrangeiro → Número de Identificação Bancária Internacional (IBAN) :

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

e → Código Identificador do Banco (BIC):

BIC
PSSTFRPPMAR

Os estatutos da associação (disponíveis em francês) podem ser consultados no sítio de Internet. A contabilidade está disponível *online* e em tempo real. A associação não retém para si qualquer dinheiro das doações que lhes são feitas, nem sequer para efeitos de pagamento das transferências bancárias, por forma a que os montantes pagos aos tradutores sejam líquidos (pagos na sua íntegra sem quaisquer descontos).

A associação não remunera nenhum dos seus membros, pois os mesmos são benevolentes, assumindo as despesas de funcionamento, mais precisamente da gestão do sítio, as quais não são suportadas pela associação.

Desta forma, podem ter a certeza de que, no quadro deste tipo de "obra humanitária cultural", qualquer que seja o valor que doar, este será *integralmente* destinado a remunerar os tradutores.

Em média, temos vindo a colocar *online* uma dezena de novas traduções por mês.

PRÓLOGO

Era uma vez um mundo onde os homens desconheciam o fogo. Coziam os alimentos expondo-os ao sol.

Ao anoitecer, voltavam para as suas cavernas feitas de pedras robustas, as quais armazenavam o calor do sol.

Por isso, concebi um sistema para puxar este plataforma carregado de pedras quentes, no interior da caverna, noite após noite.

E, durante o dia, volto a subir a minha carga.

Estás a armazenar **ENERGIA POTENCIAL**.

Já ajuda mas porquê que tem sempre de sermos nós a aguentar com o **TRABALHO**?

E agora, o que estás a fazer, Anselmo?

Estou a aperfeiçoar o meu método de **ARMAZENAMENTO DA ENERGIA**.

E pronto !

Queres tu dizer que armazenaste energia no **INTERIOR** desta caixa?

?

O sistema que eu inventei representa um armazenamento de **ENERGIA INTERNA**

?..

Uma energia que eu posso **TRANSPORTAR** e **REUTILIZAR** à vontade.

AAAAAHHH

CLAP!

A ENERGIA QUÍMICA

Sofia! Já sei!
Há **ENERGIA** nesta **PÓLVORA NEGRA** que acabei de inventar.

Vamos poder utilizá-la para cozer os alimentos e para nos aquecermos !

Vais ver...

Sinceramente, até pode ser uma boa invenção mas não é lá muito cómoda de utilizar.

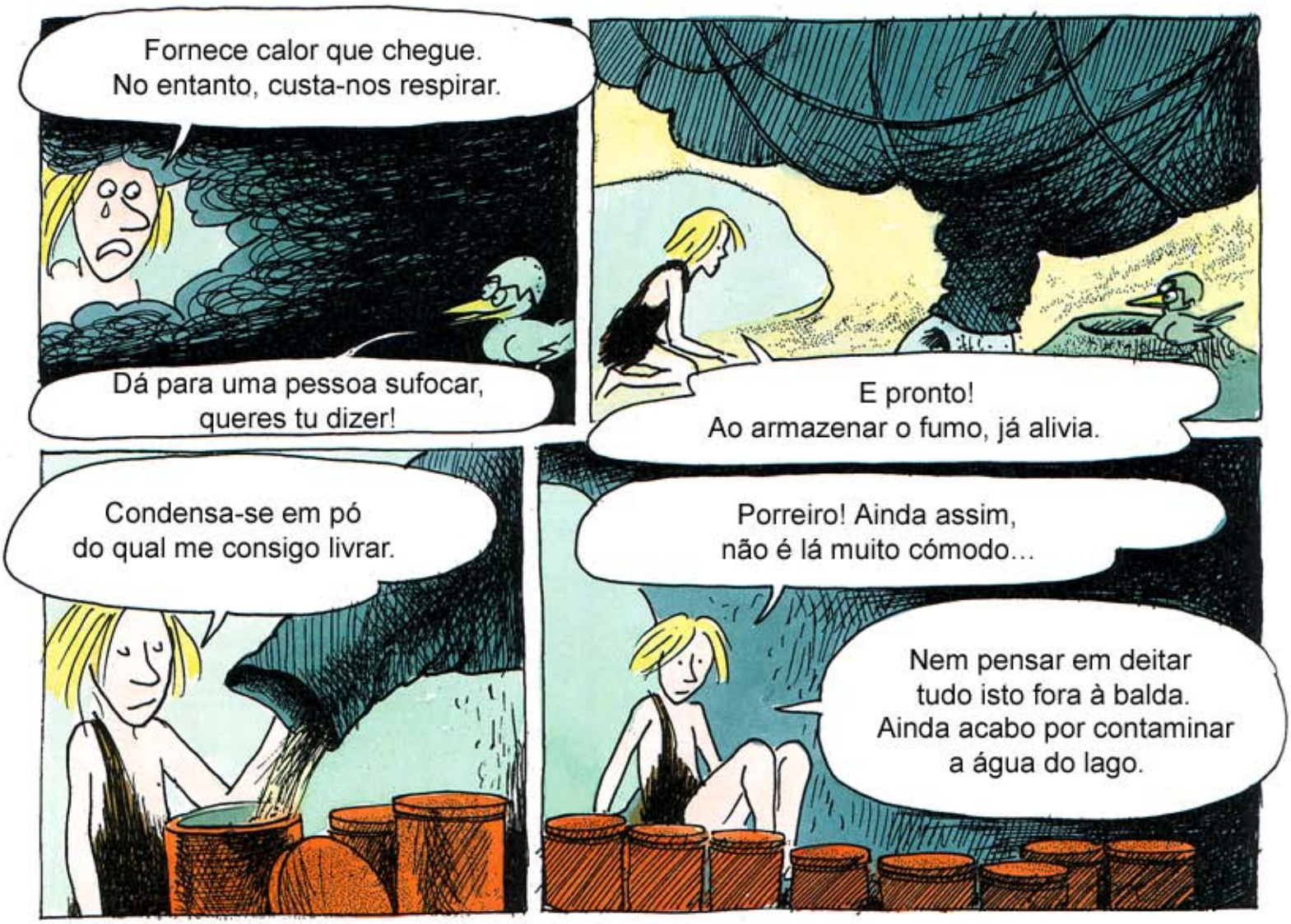
Então fica sem efeito?

E se misturássemos essa pólvora com areia?

Funciona!!!
A areia acalma esta mistura cuja energia se liberta mais devagarinho!

O calor que se solta já pode ser controlado.

Já não vamos mais morrer de frio neste Inverno...



A ENERGIA NUCLEAR

...caixas com diabretes lá dentro !?

Reza a legenda que, uma vez, houve **ENERGIA** que foi fechada nos **NÚCLEOS** de alguns **ÁTOMOS** como o **URÂNIO**. Esses átomos terão sido fabricados nos sois, nas respectivas fornalhas infernais acabando por ser ejectados e engaiolados na massa da Terra aquando da sua formação.

Mas esses átomos não são caixas lá muito sólidas. E, de vezes em quando, solta-se uma tampa.

CLOP!

CLOP!

E os diabretes **ENERGIA** são libertados.

Segundo a legenda, no **FINAL DOS TEMPOS**, todos os diabretes terão saído das suas caixas e o Universo deixará de ter energia deste género.

E despejar-se-á como um balão.

Mas isso ainda vai levar o seu tempo, muito tempo...

Bem, ao menos isso!

E há que louvar os deuses por se terem precavido. Foram eles que nos guardaram essa energia toda.

E durante quanto tempo é que os diabretes ficam nas caixas? Durante quanto tempo esses **NÚCLEOS** preservam a **ENERGIA** que possuem?

Ó filho, depende das caixas, depende dos núcleos dos átomos.

PERIODO DE UM ELEMENTO RADIOACTIVO

Se pegarmos num conjunto de caixas com diabretes dentro das mesmas, passado um certo tempo **T**, designado **MEIA-VIDA** ou **PERÍODO**, **METADE** das caixas terão libertado o diabrete que havia dentro delas. Num lapso de tempo idêntico, as restantes caixas, ou seja, a outra metade, abrir-se-ão elas também. E por aí fora. Essa meia-vida pode variar bastante: mil milhões de anos ou fracções de segundos.

E se não fossem todas estas caixas com o diabrete que as carrega, todos estes núcleos cheios de energia, no coração da Terra, bem que teríamos muito mais frio durante o Inverno.

Seria bom se eu conseguisse achar todos esses átomos carregados de energia.

Bastar-me-ia juntar energia suficiente dentro de uma garrafa para ter aquecimento durante todo o Inverno!

Cuidado Anselmo, pois os impulsos da **ENERGIA NUCLEAR** são infinitamente mais potentes do que os da **ENERGIA QUÍMICA**. Umas **CENTENAS DE MILHARES DE VEZES MAIS POTENTES**.

Ora os diabretes que emitem os núcleos radioactivos surgem com muita violência.

NÚCLEO

Ora vamos lá ver se aquilo que diz o senhor Alberto sempre é verdade. Os fechos destas caixas deslizam progressivamente. Portanto, abrem-se sucessivamente.

Vou colocar as caixas umas ao lado das outras.

Muito bem. Esgotado o tempo de meia-vida, metade das caixas estão vazias.

CLOP! CLOP! CLOP! CLOP! CLOP! CLOP!

Ei !

O senhor Alberto sempre tinha razão.

Esgotado o segundo lapso de tempo, idêntico, a outra metade, isto é, as caixas que faltavam, também ejectaram o diabrete que havia dentro delas.

Feitas as contas, ¾ das caixas esvaziaram-se..

CLOP! CLOP! CLOP!

E por aí fora.

Conclusão: a coisa abranda com o tempo. O ritmo de abertura das caixas tem tendência a diminuir.

A Terra devia ser bem mais radioactiva no início.

Depois, lá acabou por acalmar.

CONVERSÃO DA ENERGIA

Mas... o que é feito do **CALOR** nesta história toda?

E se puséssemos isto numa marmita?

Vamos a isso...

Funciona! A **ENERGIA** emitida por estes **ÁTOMOS RADIOACTIVOS** é absorvida pela água e **CONVERTIDA EM CALOR.**

Sim, mas essa **RADIOACTIVIDADE NATURAL** não emana **ENERGIA** por aí fora.

Por isso, é preciso uma grande quantidade de matéria radioactiva que dê para uma pessoa se aquecer.

AS DIFERENTES ESPÉCIES DE DIABRETES

Concretamente, só existe uma espécie de diabretes. A primeira coisa que os núcleos podem emitir é a **RADIAÇÃO X** ou γ . Assim tipo uma luz invisível.

Calor, aí vamos nós!

Podem ser absorvidos, por exemplo, por uma barreira de chumbo suficientemente espessa. Assim, a energia deles é convertida em calor.

Há outros tipos de diabretes. São aqueles que têm uma **CARGA ELÉCTRICA**.

E andam depressa ?

Depende da **ENERGIA** deles. Porém, podem atingir uma velocidade de dezenas de milhares de quilómetros por segundo.

A uma velocidade dessas, até devem conseguir passar através de tudo o que lhes aparecer pela frente...

!...

Aí é que te enganas! Fazem ricochete sobre um **CAMPO MAGNÉTICO**.

Da mesma forma, as partículas carregadas que o Sol (Vento solar) emite são reflectidas no campo terrestre (*)

A Terra é portanto **PROTEGIDA** pelo seu campo magnético.

Ora nem mais. Se a terra não possuísse essa barreira magnética natural, as partículas carregadas emitidas pelo Sol originariam grandes estragos nos tecidos vivos.

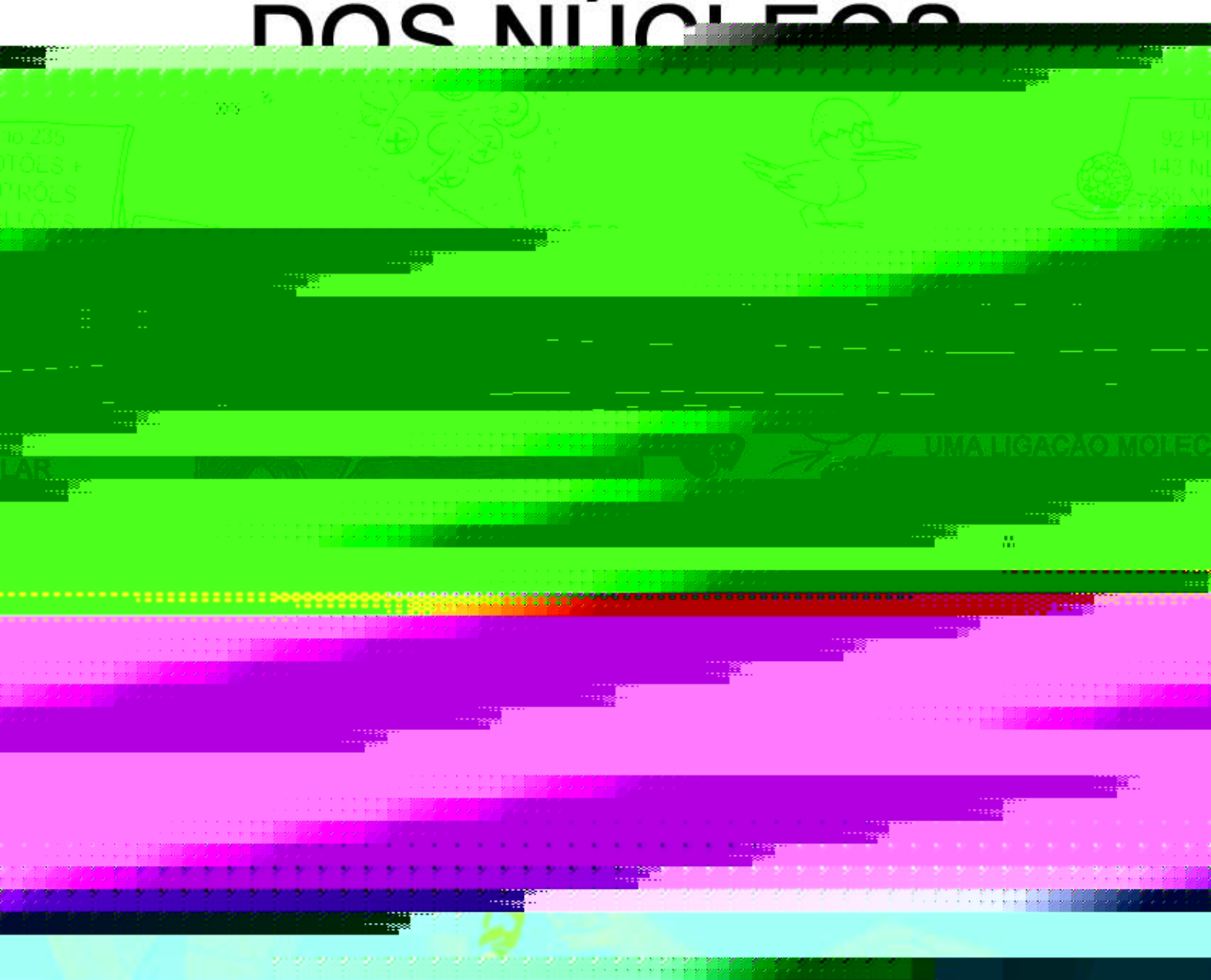
(*) Para a Terra, os pólos geográficos e magnéticos estão em posições inversas.

A terceira espécie de diabretes é a pior delas todas: **OS NEUTRÕES**. Estes também resvalam a velocidades podendo chegar aos 20 000 km/s. Como não trazem **CARGA ELÉCTRICA**, não podem ser travados por uma barreira magnética.

Todos estes diabretes podem fazer estragos irreversíveis nos tecidos vivos. Há que se proteger dos mesmos!

Os neutrões e as partículas carregadas electricamente têm uma massa e transportam uma energia cinética $\frac{1}{2} m V^2$ que pode ser absorvida por um sólido, um líquido ou um gás, e convertida em calor. Mas eu bem que gostaria de saber um pouco mais acerca destes núcleos.

ESTABILIDADE DOS NÚCLEOS

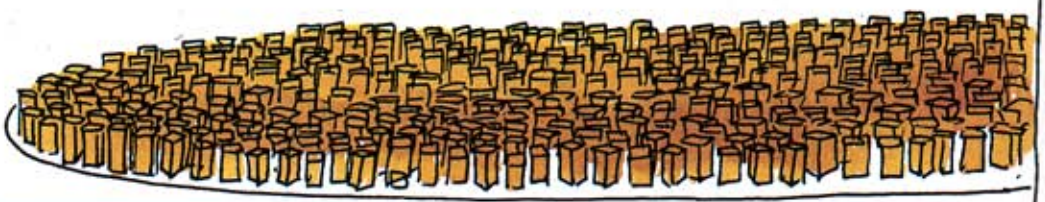


Esta é que é uma reacção de **FISSÃO**. O encontro com um neutrão destabilizou este núcleo de Plutónio que explode. O resultado dessa reacção traduz-se pela remissão de 2 neutrões (*)

Vou estudar isso de perto.

Anselmo reuniu uma grande quantidade de caixas com diabretes lá dentro no interior de um círculo de raio R.

Urânio 235 ou Plutónio 239



Lá estão os diabretes **ENERGIA** a saírem das suas caixas.

È tudo uma questão de **NEUTRÕES**

Olha, isto por exemplo !

Este diabrete, ao percutir uma caixa vizinha, desencadeou o mecanismo de rebentação desta assim com a libertação do neutrão-diabrete que ela continha.

(*) Esta imagem é esquemática. O que acontece é que o neutrão incidente começa por ser absorvido pelo núcleo físsil (o U235 vira U236 e o Pu 239 vira Pu 240. São novos objectos, bastantes instáveis, que se quebram quase de imediato.)

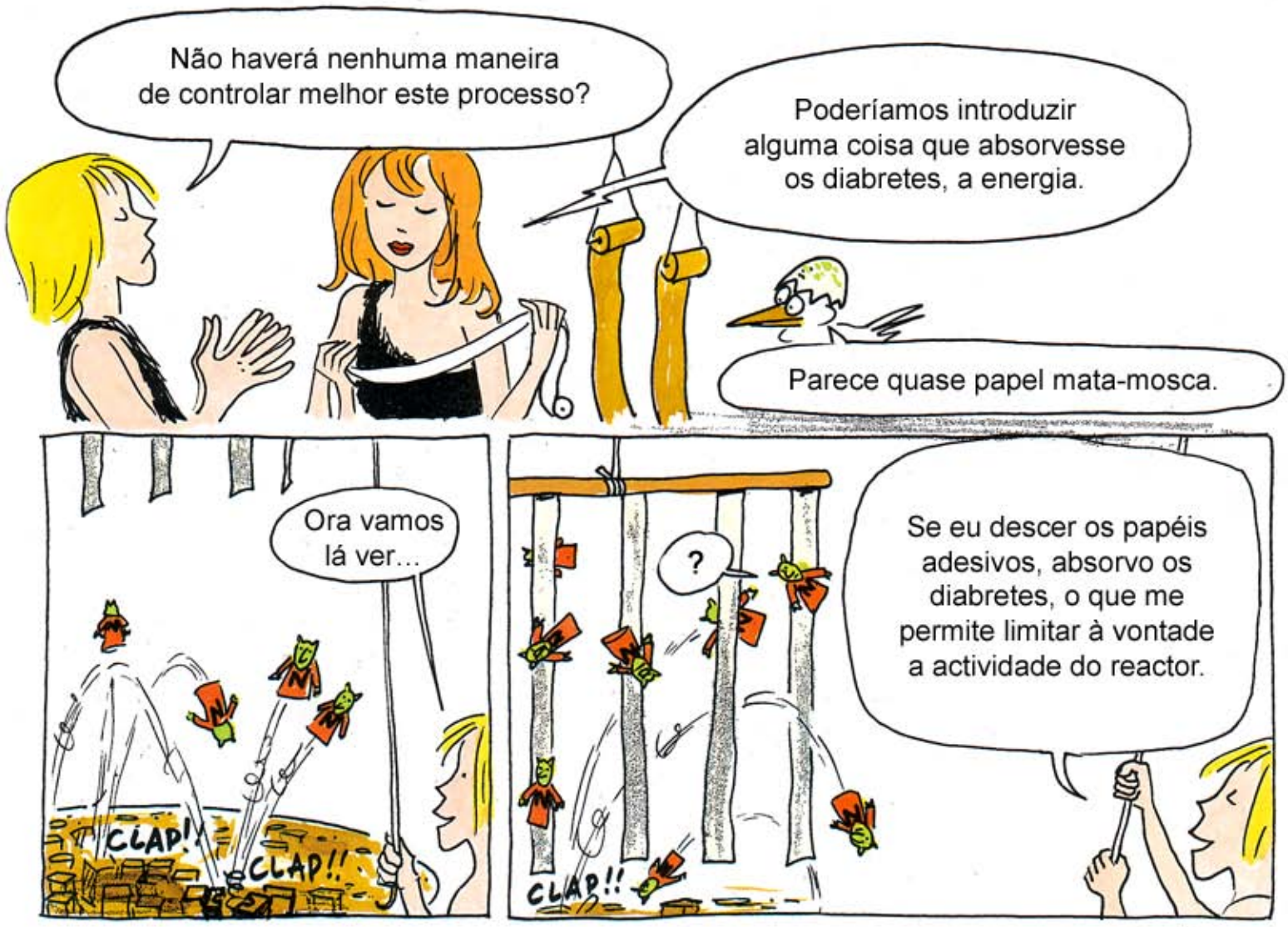
REACÇÕES EM CADEIA

Os dois diabretes desencadeiam, por sua vez, a abertura de duas outras caixas!

Teríamos obtido uma **BOMBA**.
Exacto, Anselmo, com o mesmo resplandecer de dez mil sois!
Foi por ter contemplado esta coisa que fiquei cego.

De facto, entre a fraca taxa de emissão da **RADIOACTIVIDADE NATURAL** e a **REACÇÃO EM CADEIA**, é possível achar um meio-termo. Se se jogar com esta **CONCENTRAÇÃO** embora os detalhes sejam bastante pontiagudos, pode-se fixar a quantidade de diabretes que são emitidos por segundo, isto é, o fluxo de energia emanada.

O REACTOR NUCLEAR

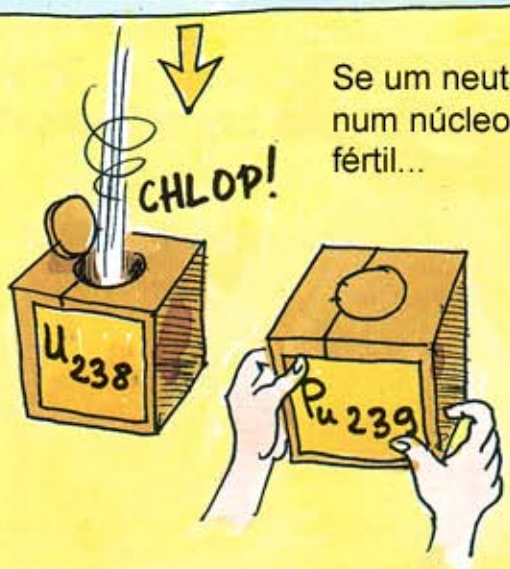


E se desceres um pouco as tuas bandas adesivas, chegas até a parar praticamente o teu reactor.
Todos os diabretes vão sendo capturados. Já não há praticamente mais nenhuma reacção em cadeia.
Resta a emissão de energia "normal", natural deste corpo radioactivo, o qual é consideravelmente mais fraco.
CLAP!
Ora bem. Para fazer um **REACTOR NUCLEAR** basta reagrupar núcleos pesados como estes que cheguem: **URÂNIO 235** ou **PLUTÓNIO 239**. Depois, lá se controlará a actividade do reactor com um corpo que absorva os diabretes, os quais são, neste caso, os neutrões de **FISSÃO**.
Concretamente, os minerais de Urânio contêm 0.7% de Urânio 235 (FÍSSIL). O resto é Urânio 238, que já não é.
E utilizaremos **CÁDMIO** para absorver os **NEUTRÕES**.
Ao que parece, não existe Plutónio 239 na natureza. Então como é possível pensar em usá-lo sequer num reactor?
Pois é... tens razão...

MATERIAL FÉRTIL

O Urânio 238 pode ser, também ele, considerado um agrupamento de dois elementos. Ainda resta um lugar para um neutrão.

Se um neutrão se hospedar num núcleo de Urânio 238, fértil...



...converter-se-á em Plutónio 239, o qual é **FÍSSIL**.

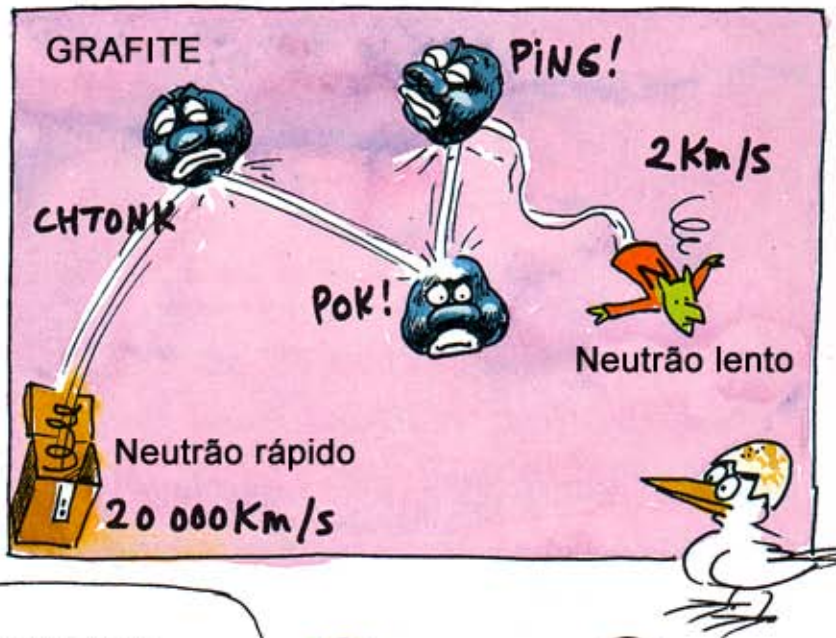
Por outras palavras, quando um reactor de Urânio trabalha, contém uma mistura de material **FÍSSIL** e de material **FÉRTIL**. Converte uma determinada quantidade de material **FÉRTIL** em material **FÍSSIL**

Uma determinada quantidade? Isto é?

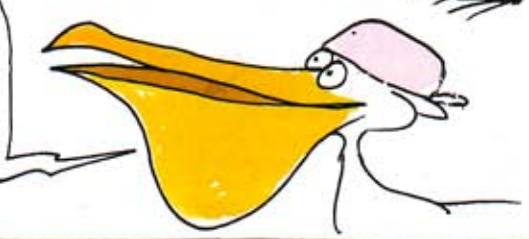
Tudo depende da maneira como se fizer trabalhar o reactor. Inicialmente, os **NEUTRÕES DE FISSÃO** são emitidos para todas as direcções, a **20,000** quilómetros por segundo.

REACTORES DE NEUTRÕES LENTOS

Com o **CÁDMIO** consigo absorver os neutrões e regular assim o nível de actividade (ou pará-lo mesmo). Mas com **GRAFITE** ou **ÁGUA PESADA**, posso **ABRANDAR** os neutrões sem os absorver. São os chamados **MODERADORES**



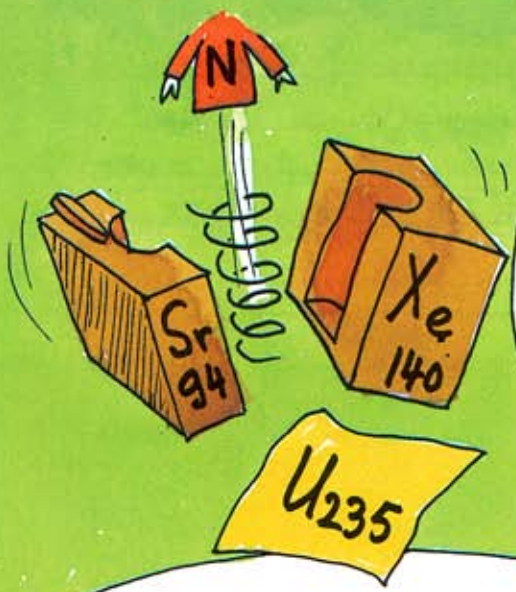
Desta forma, pode-se descer a **VELOCIDADE DE AGITAÇÃO TÉRMICA** dos neutrões para 2 Km/s. Este gás de neutrão, frio, está à temperatura geral do reactor.



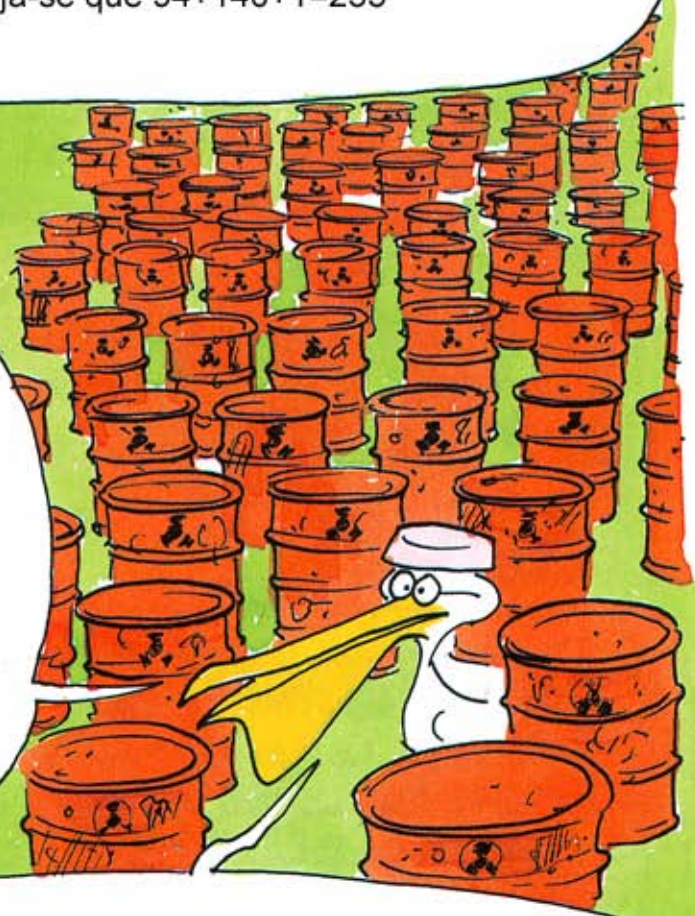
É sempre feito um pouco de Pu239 embora bem menos do que num reactor de neutrões rápidos.

Não há nenhuma fronteira clara entre esses dois tipos de reactores. O que há são reactores de neutrões "mornos", a meio-caminho entre um e outro.

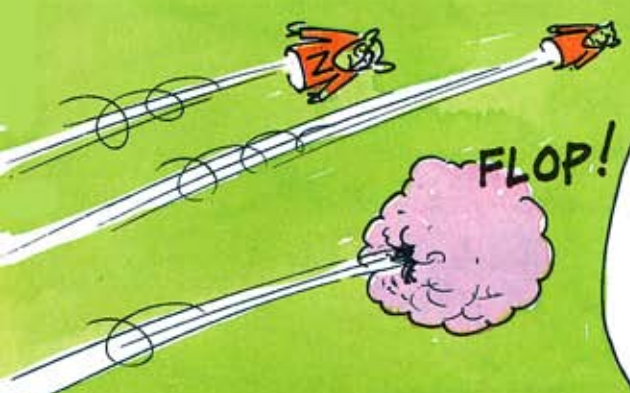
LIXO RADIOACTIVO
RADIOACTIVIDADE INDUZIDA



Os núcleos de **U235** e de **Pu239** podem-se partir em dois bocados de imensas maneiras diferentes. Eis aqui um exemplo em que o Urânio 235 é fragmentado em Estrôncio 94 e em Xénon 140. Veja-se que 94+140+1=235



Tudo isto é muito chato.
São muitos os **PRODUTOS DE FISSÃO** a terem uma vida difícil e que ficarão radioactivos durante muito tempo.
O **ESTRÔNCIO** fixa-se nos ossos e o **IODO** na Tiróide. O Plutónio também é muito perigoso. Tudo isto provoca **CANCROS** e **LEUCEMIAS**.



Os neutrões de fissão também podem ser absorvidos por átomos pacíficos, constituindo a estrutura do reactor, transformando-os em perigos instáveis, radioactivos também eles, que acabarão por alargar a massa dos detritos.

RADIOELEMENTOS À MEDIDA

Sendo assim, um reactor produz detritos instáveis, radioactivos, de períodos variados.

Nada disso. São núcleos susceptíveis de perderem massa ao emitirem núcleos de hélio, electrões ou anti-electrões (*)

Queres dizer que se trata de núcleos susceptíveis de se fragmentarem também eles?

Olha, lá vai o Anselmo a levar o lixo.

CLAP!

É possível fabricar radioelementos com períodos variados, núcleos radioactivos "à medida", ao colocar determinados elementos no reactor e submetendo-os ao bombardeamento dos diabretes. Obtém-se assim uma radioactividade qualificada como sendo **ARTIFICIAL**.

I'm a poor lonesome scientist

Ga 68

Gálio 68. PERÍODO: 1 HORA

(*) Radioactividades "alfa" ou "beta".

Os **RADIOELEMENTOS ARTIFICIAIS** foram descobertos na década de 30 por **FREDERIC** e **IRENE JOLIOT-CURIE**, levando assim à descoberta da **FISSÃO**, anos mais tarde.

Reparem!
O Anselmo sumiu, mas dá para o **LOCALIZAR** por causa dos diabretes que são emitidos pela sua carga.

Ir 113 Ir 113

IRÍDIO 113 : PERÍODO 4 DIAS

CLAP!

Tive uma ideia!
Se detectarmos esta emissão de partículas, se utilizarmos uma **RADIOACTIVIDADE ARTIFICIAL**, vamos poder seguir o **RASTO** dos núcleos.

Até podemos fixar núcleos, isótopos radioactivos, em moléculas biológicas (**MARCAÇÃO**), o que vai permitir de seguir a migração deles nos tecidos.

CLAP!

Alto! Está aqui alguém perigoso e instável.

Existe uma multidão de aplicações pacíficas da radioactividade artificial. Pode-se, por exemplo, estudar a migração do adubo no solo ao incluir nos fosfatos um isótopo radioactivo do fósforo.

A FÓS

AS BOMBAS A

A física nuclear fez com que a Ciência dos Fogos de Artifício progredisse consideravelmente. Se reunirmos brutalmente duas massas de material físsil (U235 ou Pu239) com ajuda de um explosivo, criamos as condições críticas e provocamos uma intensa reacção em cadeia assim como efeitos de carácter estético autêntico.
Vejamos. Se eu juntar estas duas massas, obtenho **MASSA CRÍTICA**.
A
É emitida uma grande quantidade de diabretes de todas as espécies e os detritos radioactivos são arrastados para uma atmosfera elevada pela ascendência que se deve à intensa emanação de calor. Assim, até os vizinhos ficam a ganhar!
Se desejar juntar-se ao clube dos **FELIZES PIROTÉCNICOS**, deverá ter um material físsil em estado puro (100% **U235** or **Pu239**). Há duas soluções possíveis: ou refinando Urânio natural ou dirigindo-se ao reactor mais próximo do seu domicílio, recolhendo p Pu239 produzido após cada ciclo de funcionamento.
Já vai, já vai !...

A FUSÃO

Diz-me uma coisa: o sol é um planeta que deve conter muito Urânio. É por isso que é assim tão quente?

Não, Anselmo. Não tem nada que ver. Nas **REACÇÕES QUÍMICAS** parte-se de uma mistura de substâncias, como é o caso do **HIDROGÉNIO** e do **OXIGÉNIO**.

Então, mas.... Não se passa nada ?!

É porque a temperatura não é elevada que chegue.

Vamos lá aquecer esta mistura.

PAF!

E isso dá o quê?

H_2O, água.

Sendo assim, há reacções que emanam muita energia sem produzir substância tóxica.

Se um dia forem utilizados aviões voadores com esta mistura hidrogénio-oxigénio (armazenados em estado líquido), não deixarão mais nada no caminho senão... nuvens!

Talvez também possamos fazer "queimar" misturas de núcleos.

À condição de as levar a uma temperatura bastante alta.

DEUTÉRIO

TRÍTIO

HÉLIO

É possível fazer reagir **DEUTÉRIO** com **TRITIO**, que são duas espécies de **HIDROGÉNIO PESADO** (o núcleo do hidrogénio leve é constituído por um único protão P). Os núcleos desses **ISÓTOPOS** só se distinguem pela sua quantidade de neutrões. A mistura Deutério-Trítio tende a dar Hélio.

GRANDE BAILE ENDIABRADO

Aqui temos um elemento de gás de **HIDROGÉNIO PESADO**, metade **DEUTÉRIO**, metade **TRÍTIO**. A uma temperatura normal, os **ELECTRÕES** giram à volta dos núcleos e asseguram ligações moleculares (ligando os núcleos aos pares).

Molécula de Deuterio

Molécula de Trítio

Depois, o ritmo do baile torna-se realmente endiabrado. As moléculas despedaçam-se (dissociação) e as abelhas-electrões orbitam em torno de um único núcleo.

Pfff...

POR VOLTA DOS TRÊS MIL GRAUS :

Não há meios de orbitar à volta destes núcleos. Estão sempre a mexer.

Também digo! Que inferno! Por mim, desisto...

O gás quente transforma-se então num caldo de núcleos e de electrões livres, um **PLASMA QUENTE**.

Aquece, Ambrósio, aquece!

Acima dos **150 MILHÕES DE GRAUS (TEMPERATURA DE IGNIÇÃO)** algo acontece.

Sabem uma coisa? Seria melhor se fizéssemos isso a quatro.

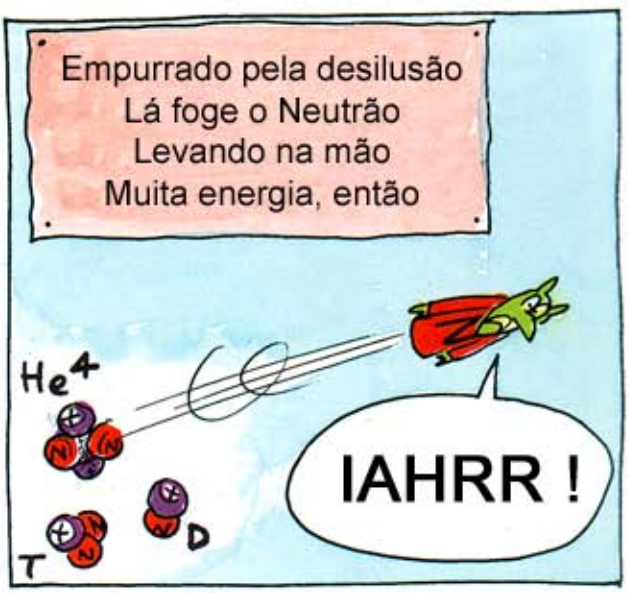
Andam empolgados...

Acha mesmo?

Hhmm... não me cheira.

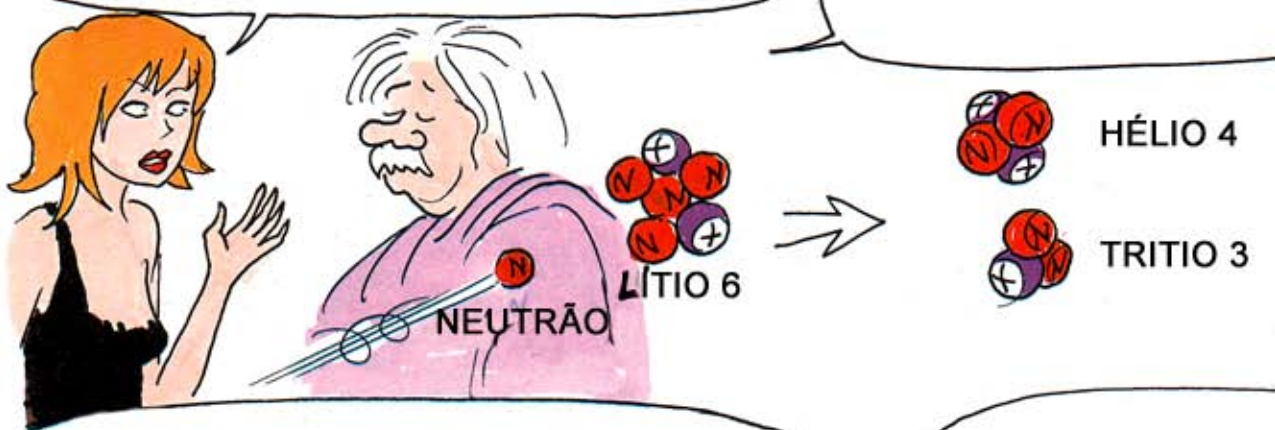
Esperem! 2+3=5, e o hélio tem 4 nucleões, certo?

Sim, a uma temperatura destas, seria mais **ESTÁVEL**.



Nesse caso, a **FUSÃO** consegue poluir tanto quanto a **FISSÃO** porque esses neutrões de fusão vão transformar os átomos vizinhos transformando-os em átomos radioactivos.

Mas tudo se faz para absorver estes neutrões com Lítio 6 para dar Hélio 4 e Trítio 3.

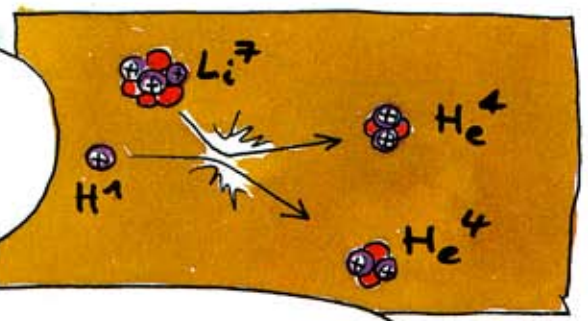


Por outras palavras, o envelope de Lítio 6 comporta-se como um material "fértil". É suposto essa reacção fornecer "carburante de fusão", trítio 3.

Sim, um reactor de fusão tem um laço com o sobregenerador. E ainda bem, pois o Trítio, instável (*), não existe no seu estado natural.

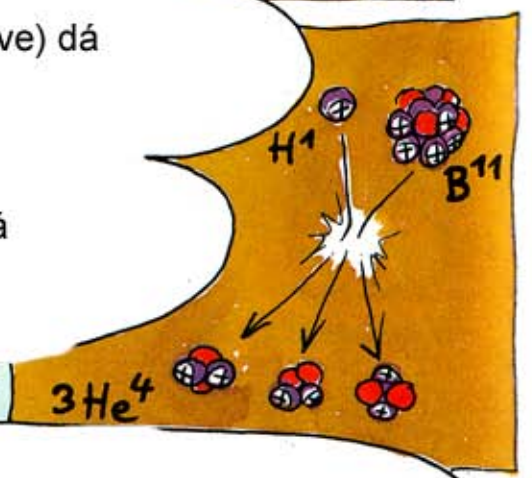
(*) A sua meia-vida só dura 12 anos.

No entanto, estou a ver que existem montes de reacções de fusão, de reestruturações de núcleos, que não dão neutrões livres.



Lítio 7 + Hidrogénio 1 (leve) dá
2 Hélio 4
(7 + 1 = 2 x 4)

Boro 11 + Hidrogénio 1 dá
3 Hélio 4
(11 + 1 = 3 x 4)



A primeira tem uma temperatura de ignição de 500 milhões de graus. A segunda, por sua vez, consegue chegar ao milhar de milhão de graus!...

Hmm...pois é claro... Concretamente, como é feita a fusão de núcleos?

No coração do Sol, isso acontece devagarinho, a uma temperatura que não passa dos 15 milhões de graus.

Correcto. Para se obter "Fogo" nuclear, é preciso 150 milhões de graus para que as reacções se produzam. Num período de tempo na ordem de um segundo, digamos assim.

È o que se está a tentar fazer com as máquinas chamadas **TOKAMAKS**.

E funciona?

Ainda não... está a dar que fazer...

Vá lá, nada de desmoralizar!

Hmm, Edward Teller fez a fusão a criar uma nova bomba. Nós não queríamos nada disso. Mas lá fizemos. Teller teve uma ideia (*). Ele tinha sempre excelentes ideias. Quando a bomba A explode, começa por cuspir durante as primeiras milésimas de segundo uma grande quantidade de raios X. Teller sugeriu que se reflectissem esses raios com algo tipo um espelho, e que se os focalizasse sobre um alvo feito a partir de uma mistura Deutério-Trítio.

(*) Edward teller, pesquisador em Los Alamos durante a guerra, serviu de modelo para o Doutor AmorLouco no filme '*How I stopped worrying and learned to love the bomb*'.

Teller chegou mesmo a construir o espelho em Urânio 238

Porquê Urânio 238?

Ora pensa lá. A bomba H explode. Os neutrões de fusão atacam o material **FÉRTIL U238** e transformam-no em **Pu239**, o qual passa logo à fissão.

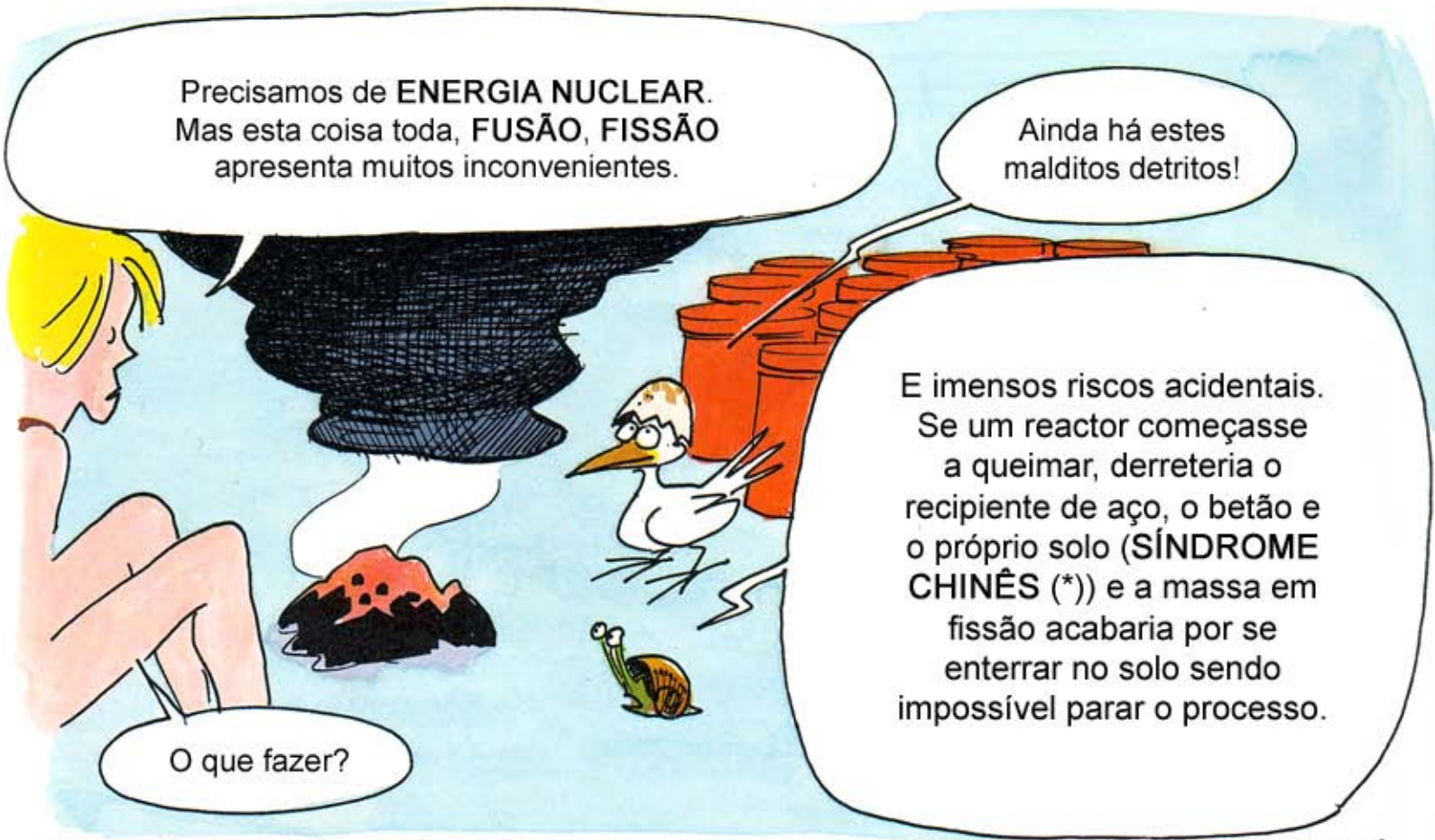
Estamos a falar da terrível bomba **FISSÃO-FUSÃO-FISSÃO**

A FUSÃO POR ENERGIA DIRIGIDA

Está-se a tentar realizar a **FUSÃO** localizando numa mistura **DEUTÉRIO-TRíTIO** (no seu estado líquido) todas as formas de **ENERGIA**: radiações, oriundas de **LASERS** super potentes, partículas diversas: electrões, núcleos oriundos dos aceleradores. A **POTÊNCIA** aqui é fenomenal. Para acender este lume **TERMONUCLEAR**, é preciso (durante umas mil milésimas de segundo) concentrar uma potência equivalente à de um espelho solar com a mesma superfície da França, sobre uma esfera de menos de 1 mm de diâmetro!

A **POTÊNCIA INSTANTÂNEA** é enorme mas a **ENERGIA** global continua modesta: esta "acendalha" nuclear equivale a duzentos gramas de pólvora.

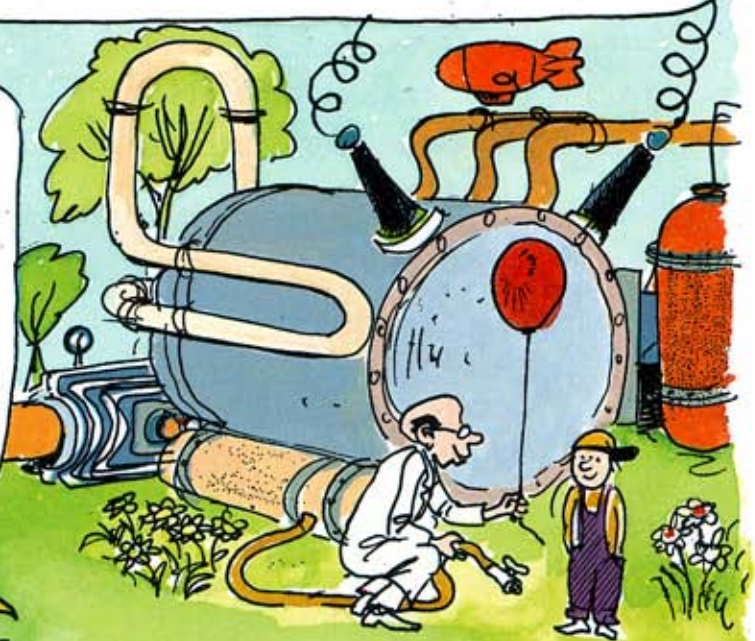
EPÍLOGO



(*) Imagem que se deve aos atomistas, segundo a qual o reactor, ao atravessar a Terra de uma ponta à outra, reapareceria... na China!...

Na teoria, nas reacções de fusão, onde não há intervenção de neutrões no seu estado livre, pode-se **CONFINAR** esses **PLASMAS DE FUSÃO** através de dispositivos magnéticos poderosos (as partículas carregadas "fogem" das regiões dominadas por campos magnéticos intensos).

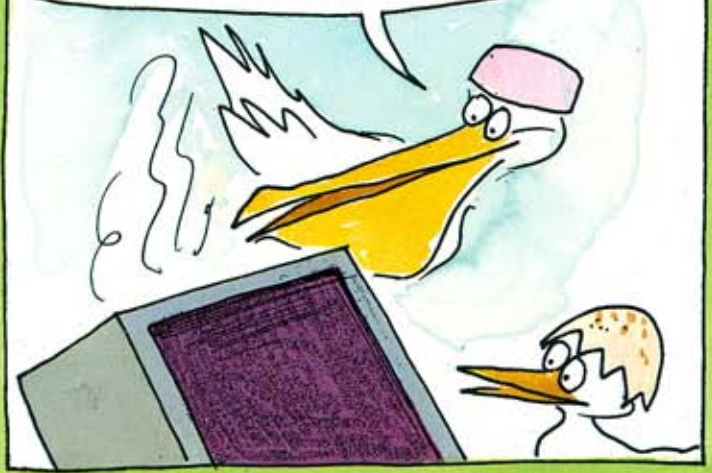
A **IDADE DE OURO**!
A central de fusão, não poluidora (lítio-hidrogénio ou boro-hidrogénio).
Único produto de reacção: hélio com o qual até se encheria balões para as crianças!



Não me faça rir; isso é pura ilusão!

No entanto, existem frigideiras catalíticas que permitem fazer fogo **EM CASA**, com as janelas fechadas e sem usar chaminé!...

É verdade. Isso dá vapor de água e gás carbónico, podendo ser inalados, à condição de ser em quantidades moderadas.



Seria possível haver um **CATALISADOR DE FUSÃO** que permitisse operar a uma temperatura razoavelmente baixa?

Já há um que é conhecido: o Carbono.

Pois é. Por falar nisso, como é que o Sol consegue fazer para funcionar por fusão, sabendo que a sua caldeira central não passa dos **15 MILHÕES** de graus, ou seja, a uma temperatura **DEZ VEZES MAIS FRACA QUE A TEMPERATURA DE IGNIÇÃO**, que é de **150 MILHÕES DE GRAUS**?

O Carbono serve de catalisador. Intervém nas etapas mais complexas, como é o caso da reacção e acaba por ser regenerado. Começa no Carbono 12 mais Hidrogénio 1, o que dá Azoto 13. Depois, esse Azoto 13 é transformado em Azoto 15 e, finalmente: Azoto 15 + Hidrogénio 1 -> Carbono 12 + Hélio 4 (ciclo de Bethe).

Mas essa reacção é demasiado **LENTA** (menos para o Sol, que tem todo o tempo do mundo).

OS MUÕES

Podemos criar, numa mistura gasosa fria, reacções químicas complexas bombardeando as moléculas com os electrões de uma simples descarga eléctrica.

Por exemplo:
$2CH_4$ (metano) + (descarga eléctrica) dá C_2H_2 (acetileno) + $3H_2$

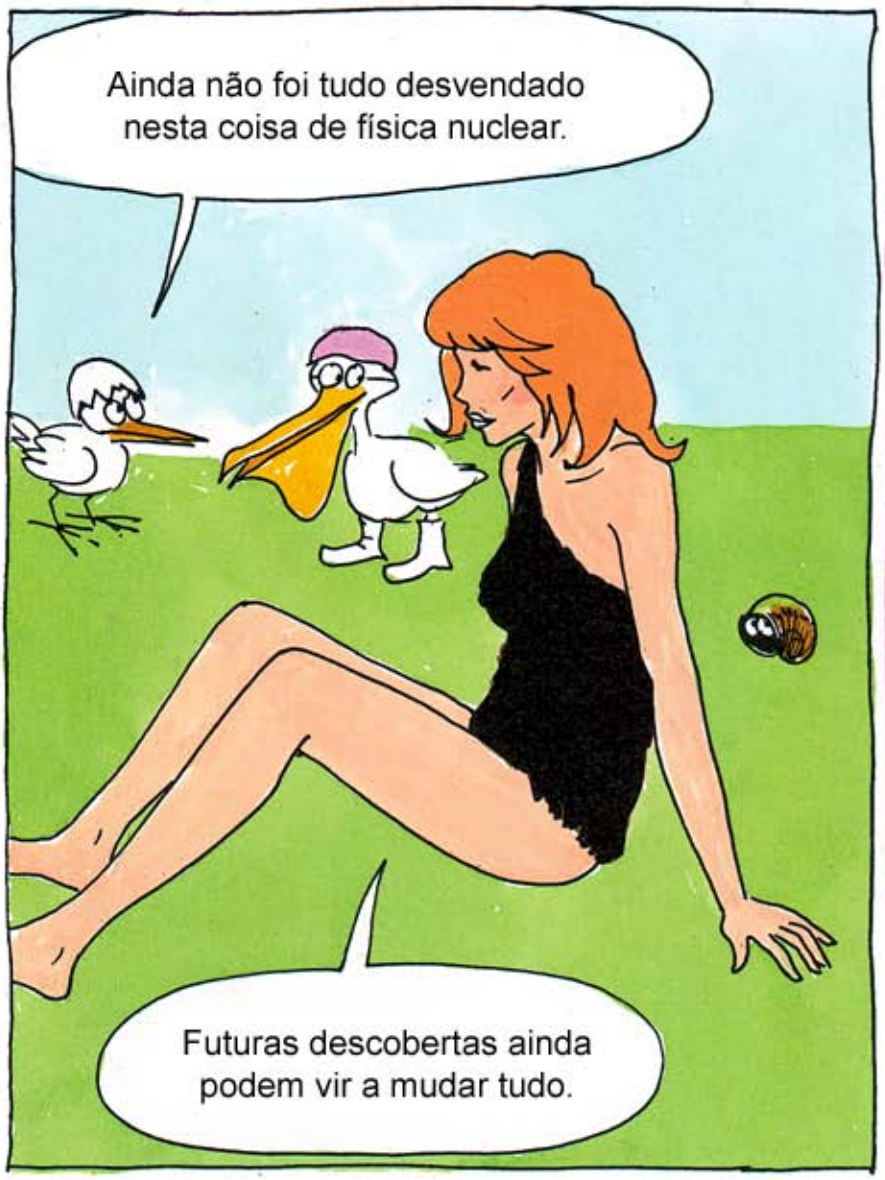
Numa molécula, pode-se substituir os electrões por **MUÕES**, que são partículas parecidas com enormes electrões e que aproximam os núcleos uns dos outros.

Então e que tal bombardear uma mistura de Fusão "morna" com Muões?

Funciona?

NO PROBLEM SIR.
Sabemos criar muões num acelerador.
Quando percutem núcleos de deutério e de trítio,
dá origem a hélio. Portanto, há fusão.
Mas, entre esta experiência de microfísica
com base em algumas partículas e uma fusão
industrial explorável, ainda há muito que fazer!!!...

Também se pode jogar com os **SPINS** dos núcleos. Ou seja, fazer com seja uma valsa em vez um tango, o que vai aumentar a eficácia das colisões.


Ainda não foi tudo desvendado nesta coisa de física nuclear.
Futuras descobertas ainda podem vir a mudar tudo.

Esta história toda ainda agora começou. Não achas, Anselmo?...

O nuclear é **SIMULTANEAMENTE** uma esperança imensa e uma ameaça terrível.

Sim, diz lá....

Bem dizia eu
que inventar o **FOGO**
tinha sido um erro grave...

FIM