

Faculdade de Educação
Universidade de São Paulo

Módulo Inovador

Também tem cultura nos aceleradores de partículas.

Julho/2008

Profº Maurício Pietrocolla

Alunos
Alda Salles nº 4878125
Graciella Watanabe nº 5451375
Paulo Roberto Aragão Souza nº 5385660

Índice

1. Apresentação	4
2. Aula 1 e 2: Introdução ao tema: Quanto você daria para nós?	5
2.1 Tema e objetivo	5
2.2 Metodologia	5
2.3 Proposta	6
3. Aula 3: A História do átomo	6
3.1 Tema e Objetivo	6
3.2 Metodologia	6
3.4 Material	7
3.5 Proposta	7
4. Aula 4: As partículas elementares	7
4.1 Tema e objetivo	7
4.2 Metodologia	7
4.3 Bibliografia indicada para o professor	7
5. Aula 5: Aceleradores de partículas: entendendo o universo físico	8
5.1 Tema e objetivo	8
5.2 Metodologia	8
6. Aula 6 e 7: Também tem cultura nos aceleradores de partículas.	9
6.1 Tema e objetivo	9
6.2 Metodologia	9
7. Finalizando	10
Anexo 1	11
Anexo 2	11
Anexo 3	12
A.3.1 Texto: Bomba atômica	12
Anexo 4	16
A.4.1 Texto: Energia Nuclear	16
Anexo 5	19
A.5.1 Texto: Radiação na conservação de alimentos	19
Anexo 6	20
A.6.1 Texto: Radioterapia	20
Anexo 7	22
A.7.1 Texto: Astrofísica	22
Anexo 8	23

<i>Anexo 9</i>	24
<i>Anexo 10</i>	25
<i>Anexo 11</i>	27
<i>Anexo 12</i>	27
A.12.1 Texto: Medicina Nuclear	28
A.12.2 Texto: Fome no Mundo	36

" Um gênio criativo não pode ser treinado. Não existem escolas para criatividade. Um gênio é precisamente um homem que desafia todas as escolas e regras, que se desvia dos caminhos tradicionais da rotina e abre novos caminhos através de terras inacessíveis antes. Um gênio é sempre um professor, nunca um aluno; ele é sempre feito por si mesmo."
(Ludwig von Mises)

1. Apresentação

Os aceleradores de partículas são máquinas gigantescas que servem como aparato para o desenvolvimento da física nuclear. Neste módulo, pretendemos desmistificar a ciência nuclear como uma invenção associada à bombas de destruição e radiação maléfica ao homem.

Buscamos assim interar o aluno sobre o começo de funcionamento do acelerador LHC na fronteira da Suíça com a França, um projeto de engenharia de proporções gigantescas, onde há um investimento financeiro sobremodo elevado.

Procuraremos demonstrar mais especificamente, o funcionamento dessas máquinas e através de conhecimentos físicos proporcionado pela mesma a possibilidade de se chegar a respostas sobre as questões da física ainda não respondidas.

Este módulo de ensino se divide em 7 aulas onde o aluno irá aprender mais sobre a física de nuclear e o funcionamento de um acelerador de partículas.

Nessas aulas serão abordados as contribuições que os estudos no campo da física nuclear tem proporcionado para o avanço tecnológico em diversas áreas da sociedade.

1º História do átomo: nesta atividade os alunos irão aprender um pouco sobre a história da concepção atômica a matéria.

2º Aceleradores: os alunos irão discutir o funcionamento de um acelerador de partículas e conhecer mais profundamente o acelerador Pelletron da Usp e o LHC do CERN.

3º Aspectos físicos: será abordado os tipos de pesquisas relacionadas com física nuclear e suas aplicações.

4º Física de partículas: os alunos irão conhecer as partículas elementares.

5º Colisões nos aceleradores: nesta atividade os alunos irão descobrir como acelerar partículas e como são retirados os dados das colisões.

6º Finalizando: discussão sobre a importância das pesquisas em física nuclear.

Este módulo inovador se sustenta em duas frentes do conhecimento intelectual do aluno.

O primeiro é o conhecimento científico, onde buscamos inserir novos tópicos da física moderna para o entendimento do mundo que o cerca.

O segundo é o que denominamos de conhecimento de extensão cultural, onde procuramos encaminhar novas questões ainda não pensadas por estes alunos, possibilitando a reflexão sobre os temas abordados.

Baseados nas questões acima discutidas, o que se pretende até o final deste módulo é que o aluno consiga responder de maneira embasada à duas questões:

1º questão: Como se faz pesquisas para responder questões como: Como surgiu o Universo?

2º questão: Por quê se investir milhões em máquinas de acelerar partículas?

Buscando elementos históricos e físicos baseados nas pesquisas em física nuclear, este módulo tenta descaracterizar o ciência física como provedora do conhecimento específico mas também como uma parte característica do aprendizado cultural do indivíduo.

2. Aula 1 e 2: Introdução ao tema: Quanto você daria para nós?

2.1 Tema e objetivo

Nesta aula será abordado os temas que serão discutidos durante as próximas atividades. O aluno discutirá o valor da ciência para a sociedade e quais os fatores que permeiam o conhecimento produzido pelos cientistas do mundo atual.

2.2 Metodologia

O professor irá dividir os alunos em aproximadamente seis grupos de cinco ou seis alunos. Um grupo será a agência financiadora dos projetos que serão apresentados pelos outros grupos. O professor deverá orientar os alunos do grupo AF (agência financiadora) a analisarem os critérios que deverão ser respeitados pelos outros grupos além dos que já existem pré-determinados (anexo 1). Os outros cinco grupos irão receber os temas que defenderão e os critérios de defesa (anexo 2) assim como um texto de subsídio para o assunto que será abordado (anexos 3, 4, 5, 6 e 7). Ao final, os alunos farão suas apresentações à agência e através de notas de 1 até 5, receberão o veredicto. Os alunos da agência deverão discursar sobre os critérios de todos os grupos e analisar os motivos pelos quais optaram pelo grupo vencedor.

2.3 Proposta

Nesta aula o que se pretende é que o aluno possa criar um pensamento mais crítico sobre assuntos relacionados à física nuclear e os impactos sociais neles atrelados. O intuito principal das discussões que serão encaminhadas pelo professor deverão servir de apoio para o desenrolar das próximas aulas, onde os temas que surgirem desta atividade inicial seja respondidos ou mais aprofundados durante o curso.

Aula 1	Descrição	Duração
	Apresentação do professor da atividade e a divisão dos grupos	10 min
Atividade 1	Seleção dos critérios pelo grupo AF e a leitura dos textos pelos demais grupos	15 min
	Apresentação dos critérios para seleção do financiamento pelo grupo AF e preparação das apresentações pelos grupos	25 min
Aula 2	Descrição	Duração
	Apresentação dos projetos pelos grupos (± 5 minutos por grupo)	25 min
Atividade 1	Avaliação da banca julgadora (grupo AF)	5 min
	Discussão final sobre os projetos, o papel da física nuclear na sociedade e os fatores que permeiam o processo do conhecimento científico. O professor deverá ser mediador da discussão. (Texto de apoio ao professor.pdf)	20 min

3. Aula 3: A História do átomo

3.1 Tema e Objetivo

Nesta aula, focando a discussão na Aula 1 e 2, propomos a familiarização do conceito nuclear do átomo. Onde será abordado o progresso do conhecimento sobre a matéria e a concepção do átomo nos diferentes períodos da história. Este bloco se baseia na história da ciência e busca conscientizar o aluno de que o processo de construção do conhecimento se dá através de discussões e é desenvolvido ao longo de muitos anos.

3.2 Metodologia

O professor proporá uma discussão sobre o átomo baseado em uma atividade (anexo 8) da constituição da matéria (Texto de apoio ao professor.pdf). Em seguida ele irá fazer uma breve apresentação sobre a história da concepção atômica até a visão dos dias atuais (Históriadaciência.ppt). Baseados na apresentação os alunos deverão juntos fazer um mural da linha do tempo com os principais nomes da ciência de partículas. Neste momento o professor deverá cooperar respondendo perguntas e chamando atenção para os acontecimentos históricos vinculados ao processo de desenvolvimento da ciência.

3.4 Material

Papel pardo, cola, tesoura, figuras dos cientistas (anexo 9) e lápis de cor.

3.5 Proposta

Contextualizar para o aluno as discussões de vários cientista de diferentes épocas sobre a constituição da matéria até a atual concepção atômica vigente nos dias atuais.

Aula 3	Descrição	Duração
Atividade 2	Os alunos irão escrever sobre sua visão da matéria .	5 min
	O professor irá discutir sobre o átomo	10 min
Atividade 3	O professor apresenta a história da ciência.	10 min
	Os alunos montam o mural baseados na apresentação. O professor acaba a aula com a seguinte pergunta: A história acaba no átomo?	25 min

4. Aula 4: As partículas elementares

4.1 Tema e objetivo

Este módulo visa introduzir a física de partículas para os alunos. Apoiado pela discussão da Aula 3, os alunos irão descobrir que além dos constituinte do átomo: elétron, próton e nêutron, há o que chamamos de partículas elementares.

4.2 Metodologia

Nesta aula, o aluno irá conhecer as partículas elementares através de uma apresentação (particulaselementares.ppt) feita pelo professor. Baseado nesta apresentação, os alunos irão junto com o professor descobrir os traços das partículas e a criação de sua anti-partícula em uma câmara de bolhas (anexo10). O professor deverá começar a atividade comentando sucintamente sobre o processo de detecção de partículas (Texto de apoio ao professor.pdf).

4.3 Bibliografia indicada para o professor

“O discreto charme das partículas elementares” – Maria Cristina Batoni Abdalla

Site: <http://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/index.html>

Aula 4	Descrição	Duração
Atividade 5	O professor irá introduzir a questão: A história acaba no átomo?	10 min
Atividade 6	O professor fará a apresentação sobre as partículas elementares	10 min
	O professor irá discutir o texto sobre os métodos possíveis para detecção de partículas (Texto de apoio ao professor.pdf).	10 min
	Os alunos procuram junto com o professor as trajetórias das anti-partículas e o professor encerra com uma discussão sobre outras máquinas que são tornam possível a detecção de partículas sub-atômicas.	20 min

5. Aula 5: Aceleradores de partículas: entendendo o universo físico

5.1 Tema e objetivo

Nesta aula o aluno conhecerá o funcionamento de um acelerador de partículas e as pesquisas nele relacionado. Conhecerá o acelerador Pelletron da Usp e o LHC- Larger Hadron Collider do CERN. Abordaremos também os impactos sociais atrelados aos aceleradores e discutiremos a física como instituição social.

5.2 Metodologia

O professor apresentará uma breve história sobre os aceleradores de partículas (aceleradoresdepartículas.ppt) e os alunos irão discutir em grupos quais os benefícios e malefícios para a sociedade de se colidirem partículas (textosobreosaceleradoresdepartículas.pdf), utilizando como guia o um questionário (anexo 11).

Aula 5	Descrição	Duração
Atividade 7	Apresentação em power point sobre os aceleradores de partículas	10 min
	Divisão dos grupos (aproximadamente 5 grupos de 6 alunos)	5 min
	Leitura do texto sobre aceleradores de partículas e responder ao questionário	15 min
	Apresentação das respostas para toda a sala e a discussão com o professor sobre a importância de um acelerador de partículas.	20 min

6. Aula 6 e 7: Também tem cultura nos aceleradores de partículas.

6.1 Tema e objetivo

Nestas duas últimas aulas os alunos finalizarão o assunto sobre aceleradores e partículas elementares elaborando um fórum. Baseados nos conteúdos do curso, os alunos desenvolverão argumentos para defender ou repudiar as pesquisas e o investimento utilizado nos aceleradores de partículas.

6.2 Metodologia

O professor irá dividir a sala em dois grupos: os que são a favor dos investimentos em aceleradores de partículas e o que consideram o investimento como sendo um desserviço à sociedade.

Com base no texto (anexo 12) que serão distribuídos para os alunos AC-SIM (acelerador de partículas, sim!) e os alunos AC-NÃO (acelerador de partículas, não!), eles deverão montar uma defesa com argumentos favoráveis e uma acusação com argumentos desfavoráveis. O professor será o juiz desta discussão.

Os argumentos deverão se valer de princípios físicos e sociais intrincados ao conhecimento adquirido durante as aulas e o professor deverá subsidiar os alunos com idéias e provocações, permitindo uma discussão rica e culturalmente intrincada aos dias atuais.

Aula 6	Descrição	Duração
	O professor irá dividir dois grupos: AC-SIM e AC-NÃO	5 min
Atividade 8	Os alunos irão ler os texto e separar os argumentos para defesa ou acusação. O professor deverá ajudar os alunos com questionamentos que achar relevante.	25 min
	Os alunos irão fazer uma pré-apresentação em separado para o professor.	10 min
	O professor irá dar sua opinião e ajudá-los com dicas para a apresentação final	10 min
Aula 7	Descrição	Duração
	A apresentação final será feita pelos grupos (cada grupo tem 10 minutos para explanação)	20 min
Atividade 8	O professor fará perguntas e instigará os grupos a discutirem sobre os argumentos utilizados pelo grupo contrário	10 min
	O veredicto será dado pelo professor e o mesmo finalizará com uma discussão sobre o papel da ciência nos dias atuais e deixará a seguinte pergunta: Até onde a ciência poderá chegar, para o bem ou para o mal?	20 min

7. Finalizando

O que esperamos com este módulo é que o aluno entenda a importância do conhecimento físico para os dias atuais.

Também procuramos fazer com que ele saiba da importância de uma discussão embasada e que é primordial obter subsídios para manter uma opinião livre de qualquer interesse externo.

Este módulo inovador buscou através do conhecimento específico conscientizar o aluno de que a Física hoje é mais que uma disciplina escolar e passou a fazer parte do mundo que o cerca. Decorar fórmulas já não é mais suficiente para lhe garantir um cidadão dos tempos modernos, saber física é estar em conformidade com os temas atuais e ter uma visão crítica sobre as tecnologias do mundo atual.

Para nós, Física é cultura pois à partir dela podemos estar inseridos na sociedade e também modificarmos o mundo em que vivemos. Mas isso só é possível quando temos uma visão científica do mundo, mesmo que não seja uma visão especializada.

Saber Física é saber sobre o mundo e saber sobre o mundo é ter cultura.

Anexo 1

Os critérios da agência financiadora para subsidiar os projetos serão:

1. Qual a ajuda para a sociedade?
2. O país irá se beneficiar de que maneira?
3. O projeto visa melhorar o mundo em que vivemos? Como?
4. Qual o impacto ambiental do seu projeto?
5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

Avaliação dos grupos

Critério	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 2

Qual seu tema?

Você deverá respeitar alguns critérios da agência financiadora para apresentar seu projeto. Segue abaixo as normas que deverão ser seguidas:

1. Qual a ajuda para a sociedade?
2. O país irá se beneficiar de que maneira?
3. O projeto visa melhorar o mundo em que vivemos? Como?
4. Qual o impacto ambiental do seu projeto?
5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

Anexo 3

Grupo 1: Bomba atômica

Parabéns, você se formou em física por uma grande universidade do país. Agora irá montar junto com seus amigos de turma um projeto que visa a construção de uma bomba atômica para defesa do Brasil. Para convencer a agência financiadora, leia abaixo um texto sobre bombas de destruição em massa e convença os avaliadores que está é uma excelente estratégia de defesa do país.

A.3.1 Texto: Bomba atômica

Memórias dos filhos do clarão: Um flash de luz, um monumental flash de luz, e depois um estrondo, eis, em resumo, o que é a explosão de uma bomba atômica.

Roberto Pompeu de Toledo, do Japão – Veja/1995

O prédio mais famoso de Hiroshima é inútil como um guarda-chuva sem o pano que o recobre. Pelo teto a chuva e o sol têm livre acesso. As janelas são como olhos furados. As paredes protegem o Nada contra o Coisa Alguma. O prédio mais famoso de Hiroshima, cidade japonesa conhecida internacionalmente por abrigar a fábrica de carros Mazda e, nacionalmente, pelo time Carpas de beisebol, é absurdo como uma casa feita para não morar, um casaco para não agasalhar, uma comida para não comer.

Hiroshima, como se sabe, é conhecida por uma terceira circunstância, além dos Mazda e do Carpas: foi a primeira cidade do mundo, e ainda é uma das duas únicas, a sofrer um ataque atômico. A bomba que então ninguém sabia do que era, e que os jornais japoneses nos dias seguintes chamariam de "bomba especial", explodiu sobre Hiroshima no dia 6 de agosto de 1945, às 8h15 da manhã. Está fazendo cinquenta anos. Três dias depois, outra cidade japonesa, Nagasaki, teve a mesma sorte. As cifras não são nem poderiam ser precisas, mas aceita-se em geral a soma de 140.000 mortos em Hiroshima e 70.000 em Nagasaki.

Um flash de luz, um monumental flash de luz, e depois um estrondo, eis, em resumo, o que é a explosão de uma bomba atômica. O jovem policial militar Takashi Morita descera havia cinco minutos de um bonde, em Hiroshima, e caminhava pela rua, naquela manhã, quando sentiu um calor nas costas. Foi jogado longe, acredita que uns 10 metros, e perdeu o quepe. Que será que acontecera? O Exército mantinha ali perto uma fábrica de pólvora, e ele pensou: "A fábrica deve ter explodido". O menino Noboru Shigemichi, de 10 anos, estava na escola. O prédio desabou. Ele ficou soterrado entre os escombros, e achou que ia morrer. Pensou: "Como é que um homem morre? Em que ordem acontecem as coisas?"

A senhora Fumiko Furuya, de 23 anos, estava sozinha em casa, deitada na cama, e de repente notou - coisa extraordinária - que o "shoji" de seu quarto, a divisória de papel que os japoneses usam para separar ambientes internos, estava pegando fogo. Pensou: "Preciso apagar esse fogo", e foi à cozinha apanhar um balde com água. Os cinquenta anos de Hiroshima marcam também os cinquenta anos da era atômica no mundo. Esta nasce no momento mesmo em que explode sobre a cidade aquela bomba de formato cilíndrico, medindo 3 metros de comprimento por 70 centímetros de diâmetro, pesando 4 toneladas e apelidada de "Little Boy". Então temos que, na casa da senhora Fumiko, no momento zero da era atômica, uma pessoa tenta contornar o novo problema tendo como arma um balde d'água. Foi inútil. Quando ela voltou ao quarto, o shoji tinha virado cinza.

A senhora Fumiko Furuya é hoje uma viúva sem filhos, vivendo sozinha numa casa modesta em Hiroshima. Noboru Shigemichi, que estava na escola e se pôs a cogitar como é que um homem morre, também vive ainda em Hiroshima, onde é um comerciante de bairro. Takashi Morita, o policial militar que achou que o depósito de pólvora tinha explodido, mora em São Paulo desde a década de 50. Possui um armazém, o Sukiyaki, na Avenida Jabaquara, vizinho à estação Saúde do metrô, e ali passa os dias no caixa. Vai-se voltar a falar deles, nas páginas seguintes. Esta reportagem será entremeada dos testemunhos prestados ao enviado de VEJA pelos sobreviventes da bomba atômica, os chamados "hibakushas". Neles, eles reconstituem como viveram aquele dia em que, como escreveu um pacifista americano, o pastor George Marshall, voltou-se às "terríveis condições primitivas do obscuro passado em que a humanidade ainda lutava para erguer-se da brutalidade de suas origens".

Os hibakushas, palavra japonesa que significa "expostos à bomba", conheceram o famoso e inútil prédio de Hiroshima quando o teto e as paredes protegiam contra o sol e a chuva e as portas e janelas abriam e fechavam. Ou seja, quando era útil. Tratava-se de um edifício da prefeitura, destinado a exposições comerciais. Projetado pelo arquiteto checo Jan Letzel e inaugurado em 1915, o edifício de três andares tinha como traço mais

característico a cúpula arredondada, ou domo. Na verdade, ainda tem. Pois o prédio bem ou mal continua de pé, e continua encimado por seu domo, ainda que estropiado como um guarda-chuva do qual só sobrassem as varetas.

O antigo palácio das exposições foi um dos cinco ou seis prédios que, por terem estruturas mais sólidas, de alguma forma sobraram, na região central de Hiroshima. Todas as pessoas que estavam dentro morreram, mas o esqueleto do prédio se manteve, e resolveu-se preservá-lo tal qual ficou. Hoje é conhecido como o Domo de Hiroshima, ou o Domo da Bomba Atômica, e é o símbolo maior da cidade.

Desde o início da II Guerra desenvolviam-se, nos Estados Unidos e na Europa, pesquisas destinadas a desenvolver a fabulosa bomba que se poderia obter a partir da fissão do átomo. No caso dos Estados Unidos, considera-se que foi decisiva, para a implementação de um projeto oficial, uma carta do físico Albert Einstein ao presidente Franklin Roosevelt alertando que, se os EUA não corressem, os alemães desenvolveriam antes a nova arma. Em 1942 foi implantado o Projeto Manhattan, no qual, cercada de sigilo, trabalhou a fina flor dos físicos domiciliados nos Estados Unidos. Três anos mais tarde, no dia 16 de julho de 1945, foi realizado com sucesso, no Deserto de Alamogordo, Estado do Novo México, o primeiro teste nuclear do mundo.

Menos de um mês depois, o agora presidente Harry Truman deu o sinal verde para que a nova bomba fosse jogada de verdade. O alvo eram os japoneses, que, três meses depois da rendição alemã, continuavam a resistir no Pacífico. O mundo ficou assustado e perplexo com a novidade. A manchete do jornal Asahi Shimbun, no dia 8, foi: "Hiroshima atingida por um novo tipo de bomba". O desconcerto do Japão oficial e informado não era menor do que o de Fumiko, com o balde na mão.

Hiroshima é um curioso caso de cidade. Ônibus repletos de turistas não param de chegar. Sucedem-se os grupos que, em marcha batida, seguem os guias de bandeirinha na mão. Os escolares comparecem às centenas. É uma cidade de intensa peregrinação turística, em resumo, mas um tipo diferente de turismo, em que o que se reverencia não é a arte, como em Veneza ou Florença, nem uma metrópole audaz, como em Nova York, nem a História, nem o berço de uma religião ou uma antiga civilização. O que se reverencia é um ataque aéreo de tipo especial e um morticínio.

Ou melhor: o que se reverencia é a paz. É com esse argumento que a prefeitura da cidade e o governo japonês fazem a promoção de Hiroshima. Tudo é "da paz", na cidade - Parque da Paz, Museu da Paz, Avenida da Paz. O Parque da Paz ocupa bem o centro da cidade, e dentro dele está o Museu da Paz, ambas obras de Kenzo Tange, um Oscar Niemeyer japonês - o arquiteto que assina os projetos mais marcantes do Japão contemporâneo. Entre as alamedas e árvores do parque sucedem-se os monumentos menores. Há uma Pira da Paz, que só será apagada quando as armas nucleares forem extintas no mundo. Há também uma homenagem à menina Sadako Sasaki, que morreu em 1955 de leucemia, conseqüência da radiação atômica.

Há no Japão a crença de que o grou, a ave pernalta parente das garças, vive 1 000 anos, e que a pessoa que conseguir fazer 1 000 grous de papel garantirá a longevidade. A menina que morreu de leucemia só teria chegado aos 900. De todo o Japão, as escolas mandam a Hiroshima, para suprir o trabalho que a menina deixou incompleto, grouzinhos em origami - a arte japonesa de moldar o papel. No centro do parque fica o

cenotáfio, o túmulo vazio que simboliza a sepultura de todas as vítimas. Sobre ele, uma inscrição afirma: "Que todas as almas aqui descansem em paz, pois nós não repetiremos o mal".

O Museu da Paz tem mantido uma média de 1,4 ou 1,5 milhão de visitantes por ano. Ele é tão importante para Hiroshima quanto o Louvre para Paris ou o Prado para Madri mas, ao contrário destes, não tem belezas, só horrores. São fotos de vítimas e de destroços, objetos calcinados, a maquete da cidade como era e como ficou. O conjunto todo, parque e museu da paz, foi feito para comover. Comove? Sim, mas ao mesmo tempo algo incomoda. E não é o permanente clima de quermesse, de grupos de turistas que podem ser tão festivos quanto num balneário no Mediterrâneo. Afinal, é da natureza humana rir e fazer barulho em velório.

Incomoda que a celebração armada em Hiroshima tenha transformado o lançamento da bomba quase num acidente natural. Há poucas referências a quem jogou a bomba. Alguém mais distraído pode até sair com a impressão de que ela caiu sozinha. Leia-se de novo a inscrição no cenotáfio: "Que todas as almas aqui descansem em paz, pois nós não repetiremos o mal". Nós? Nós quem? E mal? Não é crime, ato tresloucado - é "mal", um conceito teológico, tal se o castigo tivesse vindo de Jeová, como no caso de Sodoma e Gomorra.

Numa manhã de maio, um dos origamis no monumento à menina que morreu de leucemia vinha de uma escola de Kobe, e era acompanhado de uma mensagem dizendo que, se Kobe sofreu muito com o terremoto que a devastou no início do ano, pelo menos tratou-se de um desastre natural, enquanto Hiroshima foi vítima de falha humana. O máximo a que se chega é isso: falha humana, produto das "paixões humanas", das "imperfeições humanas". Todos viram culpados, todos nós, a "humanidade". Não se politiza a questão. O que equivale a dizer que fica faltando algo para colocá-la devidamente na História. Por quê?

Responde Shunichi Matsubayashi, um dos diretores dos Arquivos Municipais de Hiroshima, entidade que entre outras atribuições supervisiona o museu: "Inculpar alguém pelo que aconteceu nunca foi a intenção dos expositores, e creio que isso corresponda à propensão do povo, que é muito budista e, como tal, em vez da ira, prefere uma posição mais construtiva". Há outras explicações. Uma é a amizade que, no pós-guerra, uniu os Estados Unidos e o Japão. Outra são os cadáveres que o Japão tem escondidos no armário - os atos de agressão e crueldade que cometeu durante a guerra, e que poderiam vir à tona no contra fluxo de uma atitude mais assertiva com relação à bomba atômica. Fica-se na conversa de "falha humana" e de promoção da "paz", como se a paz fosse um valor abstrato, apolítico, independente do projeto das nações e do desejo de suas lideranças. Tudo somado, sente-se algo de mal resolvido, nos ares de Hiroshima.

Muito longe de vilões, os americanos são modelos para os japoneses, inclusive os das novíssimas gerações. Numa manhã de maio um grupo de escolares de Kochi, cidade situada em Shikoku, uma das quatro ilhas principais que constituem o Japão, tirava fotografia em frente do cenotáfio. Lia-se nos blusões dos meninos: "Georgetown University", "Dunlop Racing Sport", "Duke University", "Mickey Mouse". Os adolescentes japoneses são tão adoradores dos signos americanos quanto os brasileiros, ou mais.

A operação destinada a arrasar a cidade teve início à zero hora do dia 6 de agosto de 1945, quando um pequeno grupo de militares americanos, entre os quais o coronel-aviador Paul Tibbetts, se reuniu na base onde serviam, em Tinian, nas Ilhas Marianas, Pacífico Sul. Os militares receberam um "briefing" sobre a missão de que estavam incumbidos. Seguiu-se um ofício religioso, comum antes das missões difíceis, em que o capelão militar William Downey pediu: "Que os homens que voam esta noite estejam sob a Tua proteção, e que retornem sãos e salvos". às 2h45, o coronel Tibbetts decolou a bordo de um bombardeiro B-29, por ele batizado com o nome de sua mãe, Enola Gay. Junto decolaram dois aviões de observação. O Enola Gay levava "Little Boy".

Tudo se passou da melhor forma possível, ao amanhecer daquele dia. Fazia um belo dia de verão, em Hiroshima. Céu de brigadeiro. Os americanos queriam ter certeza de que a bomba atingiria o alvo e surtiria os efeitos desejados, por isso dependiam crucialmente do bom tempo. Ao liberar sua carga, a partir de uma altitude de 9 000 metros, às 8h15, a tripulação de quatro homens que viajava no Enola Gay podia ter certeza de que a missão fora bem cumprida.

Hiroshima é uma cidade cheia de rios e de pontes. Bem no centro, numa das extremidades de onde hoje se encontra o Parque da Paz, fica uma ponte em forma de "T", a Ponte Aioi. Afirma-se que o "T", muito marcante visto de cima, serviu de alvo para o Enola Gay. A bomba explodiu no ar, a 580 metros de altitude. O ponto que fica bem abaixo, em terra, é chamado de hipocentro, e essa noção é fundamental em tudo o que se refere a Hiroshima: calcula-se se uma pessoa morreu ou não, que tipo de morte, se tal construção foi destruída total ou parcialmente, com base na distância respectiva do hipocentro.

A Ponte Aioi fica a dois quarteirões do hipocentro. O Domo fica a 160 metros. Já o hipocentro fica num lugar mais prosaico, onde é hoje um hospital, numa rua estreita. Nas vizinhanças há três estacionamentos verticais. Em frente do hospital, há uma barraca que vende "bento" - a refeição rápida dos japoneses, acondicionada numa bandeja de papelão. Ao lado da barraca há uma máquina de vender refrigerantes. Está escrito nela: "Enjoy Coca Cola".

Anexo 4

Parabéns, vocês acabaram de ser contratados por uma grande empresa de reatores nucleares. Agora terão que começar a trabalhar e desenvolver uma excelente apresentação para convencer o grupo da agência financiadora de que o projeto merece receber dinheiro. Caso não conveçam, perderão o emprego. Para tanto, terão que desenvolver um projeto que busca trazer mais energia para o país.

A.4.1 Texto: Energia Nuclear

Construção de Angra 3, que vai custar US\$ 3,7 bilhões, deve ficar pronta em 2013

Publicada em 25/06/2007 às 21h18m

Reuters, O Globo

BRASÍLIA - O Conselho Nacional de Política Energética aprovou nesta segunda-feira a construção da usina nuclear Angra 3, projeto polêmico suspenso há 21 anos e que deve custar aproximadamente US\$ 3,7 bilhões (cerca de R\$ 7 bilhões).

A previsão é de que Angra 3 fique pronta em 2013, caso não surjam muitos problemas relacionados a licenças ambientais e financiamento do projeto.

A aprovação contou com nove votos a favor e apenas um contrário: o do Ministério do Meio Ambiente, que defendia uma discussão mais ampla da energia nuclear pela sociedade.

A usina integrará o complexo de usinas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAEA), local onde também estão instaladas Angra 1 e Angra 2, e sinaliza uma potencial retomada do uso da tecnologia atômica na matriz energética brasileira.

A decisão ainda precisa ser ratificada pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, que já se declarou favorável à opção nuclear para geração de eletricidade como fonte auxiliar na matriz energética brasileira, fortemente sustentada nas hidrelétricas.

Para que a obra seja retomada é necessário um decreto regulamentando a comercialização da energia produzida por Angra 3 pela Eletronuclear. Todas as distribuidoras terão que adquirir a energia comprada pela usina nuclear. O decreto também trará alguns parâmetros para estabelecer a tarifa.

“ Para a ministra Marina Silva, seria melhor investir em outras fontes que não trazem o risco da energia nuclear”

Na votação do Conselho, a ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, foi substituída pelo ministro interino, Nelson Hubner, já que participava em um encontro da Câmara Americana de Comércio, no Rio de Janeiro.

Em entrevista à Agência Brasil, a ministra justificou a sua posição, afirmando que o alto investimento não deve ser destinado a uma fonte energética que não se sabe o que fazer com os resíduos que produz. Para ela, é melhor investir em outras fontes que, segundo ela, não trazem o "risco da energia nuclear".

Durante a reunião do CNEP, foi discutida também a questão dos rejeitos das usinas. Segundo Hubner, a proposta é colocar em depósitos intermediários. Atualmente, o lixo de Angra 1 e 2 é depositado em uma espécie de piscina na área das próprias usinas.

Grupos ambientalistas fazem forte oposição ao projeto, principalmente devido justamente ao aumento do volume de resíduos atômicos que precisará ser posteriormente estocado em algum local seguro no país por um longo período.

Ativistas do Greenpeace protestaram do lado de fora da reunião do CNPE nesta segunda-feira. Um dos slogans que usaram foi o "Angra 3, 2, 1 ... governo, não ative essa bomba".

O Brasil comprou algumas partes de seu planejado terceiro reator nuclear há mais de 20 anos, por estimados US\$ 800 milhões, mas congelou o projeto devido à falta de fundos.

A empresa alemã que forneceu os equipamentos na época foi comprada posteriormente pela francesa Areva, que informara antes estar otimista com os prospectos para a retomada e prevê início das obras ainda este ano.

Defensores do projeto no governo federal dizem que o país vai necessitar de toda a energia que puder gerar, incluindo a nuclear, para que um ritmo de crescimento ao redor de 5% ao ano possa ser mantido.

O Conselho Nacional de Política Energética é formado por representantes de vários ministérios, incluindo o do Meio Ambiente, de Marina Silva, forte opositora da energia nuclear.

Mas apesar da oposição de ambientalistas, a eletricidade gerada por reatores nucleares está retomando apelo em vários países no mundo, devido ao fato de não gerar emissões de gases que compõem o efeito estufa, e pelo estímulo indireto dos altos preços do petróleo e do gás utilizados em termelétricas.

Os dois reatores já em operação em Angra geram cerca de 2 mil megawatts, ou cerca de 3% da eletricidade do Brasil. O novo projeto vai gerar cerca de 1,35 mil megawatts.

Angra 3 pode ser apenas o início da retomada do programa nuclear brasileiro. Um estudo do governo indica a possibilidade de construção de entre quatro e oito novas usinas nucleares até 2030.

Apesar de o Brasil possuir tecnologia nuclear desde a década de 1980, pouco de sua geração de energia é oriunda desse setor. O país tem apenas dois dos 437 (há mais 30 em construção) reatores nucleares ativos atualmente, que correspondem a 16% da eletricidade mundial a cada ano.

A notícia da retomada das obras foi elogiada por entidades como a Associação Brasileira das Indústrias de Base (Abdib) e a Federação das Indústrias do Estado do Rio. A Abdib prevê que a obra injetará mais de R\$ 3 bilhões de encomendas entre os fornecedores de bens e serviços.

Já a Firjan classificou o empreendimento como 'absolutamente necessário', na medida em que representa o avanço do Brasil em uma área importante de geração de energia e traz benefícios econômicos para o país e, principalmente, para o Estado do Rio de Janeiro.

Anexo 5

Vocês fazem parte de uma ONG que ajuda crianças desnutritas no nordeste do Brasil. Para a conservação dos alimentos, vocês precisam desenvolver uma tecnologia de irradiação de alimentos para que estes cheguem em bom estado para as crianças que estão passando fome. Desenvolva uma apresentação para convencer a agência de que seu projeto mereça ser financiado.

A.5.1 Texto: Radiação na conservação de alimentos

CNEN divulga uso da radiação como forma de aumentar oferta de alimentos

Fonte: Agência Brasil

5 de Agosto de 2003. Publicado por Equipe EcoViagem

O uso da radiação na conservação de alimentos foi um dos temas apresentados pela CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, em Recife (PE), na 11ª Expo Ciência, evento que ocorreu paralelamente à 55ª Reunião da SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

A técnica, já usada comercialmente em cinco irradiadores no país, pode ser uma das principais contribuições da instituição ao programa de combate à fome do governo federal, o Fome Zero.

Pequenas doses de radiação nos alimentos já embalados podem aumentar sensivelmente sua durabilidade e, conseqüentemente, reduzir o desperdício. A técnica é aplicável tanto para alimentos de origem vegetal como animal.

A CNEN mostrou ainda, na exposição tecnológica, como são os procedimentos de segurança adotados no uso de radiação e a aplicação nuclear na área médica. Técnica de preservação alimentar mundialmente usada, a irradiação permite que se eliminem bactérias, fungos e outros microorganismos, sem interferir no sabor, no valor nutritivo e nas demais características do alimento. Outros benefícios são o retardo da maturação e a redução da transmissão de doenças.

“Um mamão maduro, por exemplo, teria no máximo uma semana para ser consumido antes de tornar-se impróprio. Irradiado, pode ter suas características originais conservadas por um tempo maior, aproximadamente duas a três vezes o natural”, explicam os técnicos.

A radiação é um método de preservação aprovado pela agência das Nações Unidas (ONU) para a Agricultura e Alimentação (FAO) e usado por mais de 50 países em cerca de 40 tipos de alimentos, como grãos, especiarias, carnes, peixes, ovos, frutas e legumes.

Dos cinco irradiadores de alimentos usados comercialmente no Brasil, três estão em São Paulo, um no Rio de Janeiro e outro em Belo Horizonte. Este último pertence ao CDTN

- Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear, vinculado à CNEN. A maior demanda é pela irradiação de condimentos, frutas secas e plantas medicinais.

Até o final do ano, um sexto irradiador estará em operação em São Paulo, no IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, outra unidade da CNEN. O equipamento será usado em pesquisas e também na irradiação de alimentos em escala comercial. Há a alternativa de usar tecnologia nuclear também nas lavouras, para aumentar a oferta de alimentos.

O uso de equipamentos chamados radio-traçadores permite entender melhor o processo de fertilização das culturas plantadas, interferindo positivamente no seu crescimento e produtividade.

É possível ainda dimensionar reservas de águas subterrâneas, para uso mais racional na irrigação. Outra aplicação é no controle de pragas. A irradiação torna os insetos estéreis, o que diminui sua proliferação.

Anexo 6

Vocês trabalham como pesquisadores em um grande hospital público e precisam desenvolver máquinas que possibilitem o tratamento de câncer em crianças. Para isto, necessitam de financiamento pela agência. Faça um apresentação capaz de convencê-los de que seu projeto merece ser financiado.

A.6.1 Texto: Radioterapia

Câncer infantil é a segunda doença que mais causa mortalidade infantil

Um assunto que vem ganhando muito destaque em congressos e palestras de pediatria é o câncer infantil - A doença é a segunda maior causa de mortalidade em crianças a partir de um ano de idade, ficando atrás apenas das causas externas. Segundo estimativa do Instituto Nacional do Câncer (INCA), este ano, surgirão 9.890 novos casos de câncer em crianças e adolescentes até 18 anos.

Hoje em dia, cerca de 70% das crianças que sofrem de algum tipo de câncer são curadas. A presidente da Sociedade de Pediatria do Rio de Janeiro, Fátima Coutinho, explica que realmente o índice de cura é alto, mas é preciso que os pediatras estejam atentos para o diagnóstico.

“Muitos cânceres na infância se assemelham, no início, com outras doenças. Desta forma, se o médico demorar a pensar na hipótese de câncer, pode dificultar o sucesso no tratamento”, esclarece.

A médica deixa claro que os sintomas e tratamentos nas crianças não são iguais aos dos adultos. “Apesar de parecer, a criança não é um adulto pequeno. São bem diferentes os procedimentos. Alguns sintomas raros em adultos são comuns em crianças”, alerta.

Qualquer sintoma que persista nos pequenos merece atenção, segundo a pediatra. “Febre prolongada, anemia resistente e artrite são algumas delas”, cita Dr^a Fátima.

O INCA alerta que as neoplasias mais frequentes na infância são as leucemias (glóbulos brancos), tumores do sistema nervoso central e linfomas (sistema linfático). Também atingem as crianças neuroblastoma (tumor de gânglios simpáticos), tumor de Wilms (tumor renal), retinoblastoma (tumor da retina do olho), tumor germinativo (tumor das células que vão dar origem às gônadas), osteossarcoma (tumor ósseo) e sarcomas (tumores de partes moles).

“Diferentemente de nos adultos, o câncer na criança geralmente afeta as células do sistema sangüíneo e os tecidos de sustentação, enquanto que naqueles afeta as células do epitélio, que recobre os diferentes órgãos (câncer de mama, câncer de pulmão). Doenças malignas da infância, por serem predominantemente de natureza embrionária, são constituídas de células indiferenciadas, porém respondem, em geral, melhor aos métodos terapêuticos atuais”, diferencia o INCA em seu site.

Prevenção

A pediatra Fátima informa que não há medidas para prevenção do câncer infantil, mas orienta que hábitos saudáveis podem ajudar. “De uma forma geral, qualquer doença crônica ou câncer precisa de uma predisposição genética. Mas alimentação inadequada e exposição a fatores de risco, como fumaça de cigarro e muita poluição, podem acelerar o desenvolvimento da doença”, afirma.

Atenção a sinais de tumores da infância*

- Nas leucemias, pela invasão da medula óssea por células anormais, a criança se torna suscetível a infecções, fica pálida, tem sangramento e sente dor óssea.
- No retinoblastoma, um sinal importante de manifestação é o chamado "reflexo do olho do gato", embranquecimento da pupila quando exposta à luz. Pode se apresentar, também, através de fotofobia ou estrabismo. Geralmente acomete crianças antes dos três anos de idade.
- Algumas vezes, os pais notam uma massa no abdome, podendo tratar-se nesse caso, também, de um tumor de Wilms ou neuroblastoma.
- Tumores sólidos podem se manifestar pela formação de massa, podendo ser visível e causar dor nos membros; sintoma, por exemplo, freqüente no osteossarcoma (tumor no osso em crescimento), mais comum em adolescentes.
- Tumor do sistema nervoso central tem como sintomas dor de cabeça, vômitos, alterações motoras, alterações cognitivas e paralisia de nervos.

Autor: Agência Unipress Internacional/Gabriela Jaya

Anexo 7

Parabéns, vocês acabaram de ser aceitos em um grande grupo de pesquisa de Astrofísica. O pessoal está animado, mas precisa de dinheiro para continuar o projeto sobre o nascimento de estrelas. Faça uma apresentação e convença a agencia financiadora de que seu projeto vale o dinheiro investido.

A.7.1 Texto: Astrofísica

Berços de estrelas

MARCELO GLEISER

COLUNISTA DA FOLHA

Talvez alguns leitores lembrem-se ainda de uma imagem histórica produzida pelo Telescópio Espacial Hubble no início de 2002 mostrando as "Colunas da Criação", uma região perto da Nebulosa da Águia onde estrelas estavam "nascendo": gigantescas colunas de gases incandescentes pareciam ascender como cogumelos em explosões atômicas, marcando a incrível violência e beleza do fenômeno. A região, fotografada opticamente (dentro do espectro da luz visível) pelo Hubble, tinha uma extensão aproximada de 1,5 ano-luz, a distância percorrida pela luz em um ano e meio, cerca de 15 trilhões de quilômetros. Como comparação, a distância do Sol a Plutão é 250 vezes menor.

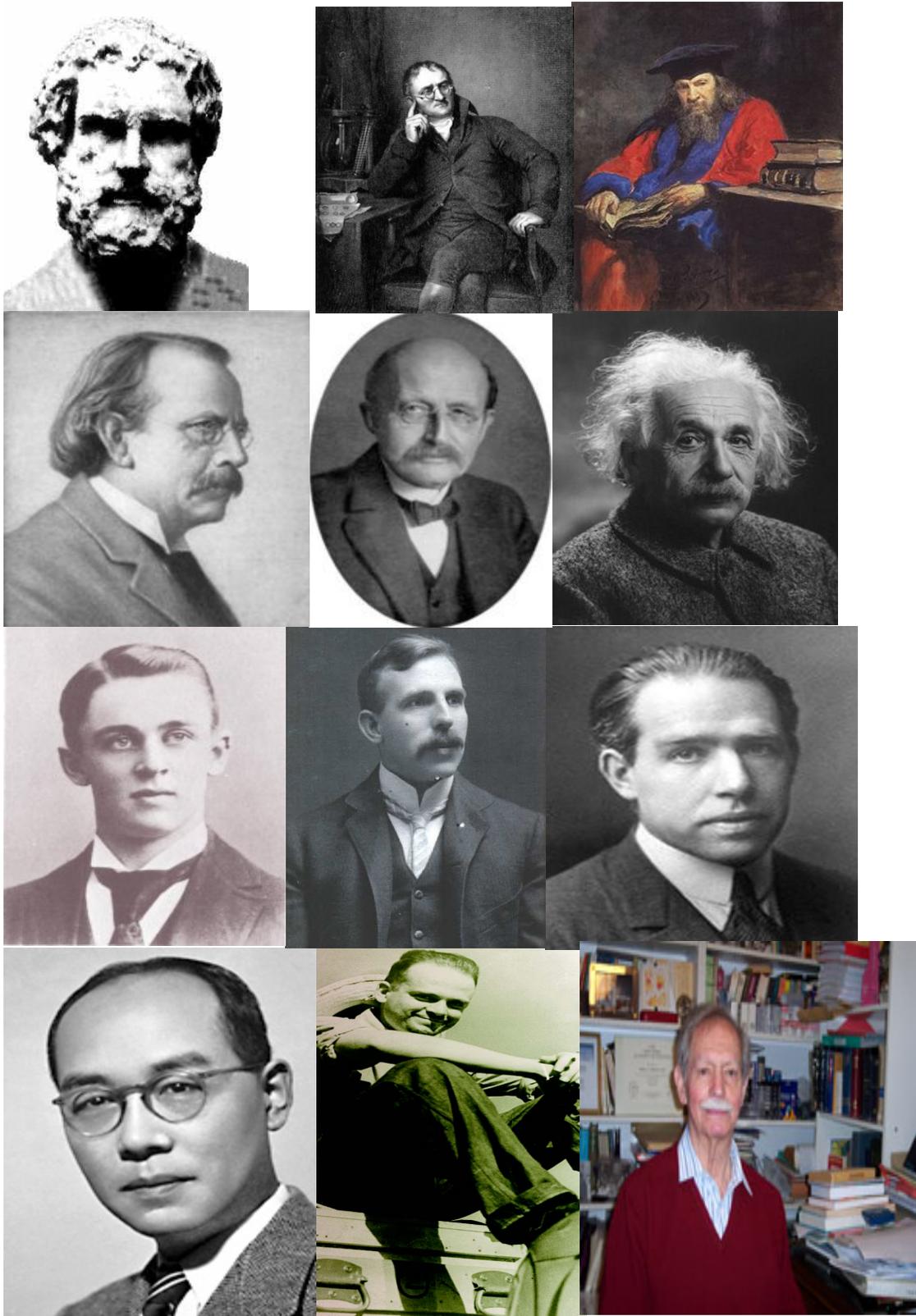
Carl Sagan escreveu que temos a sorte de ser a geração que está explorando os planetas pela primeira vez, estudando sua estrutura, seus detalhes, enviando sondas robotizadas. Os que hoje têm em torno de 40 anos ou mais tiveram de mudar sua concepção completamente: planetas passaram de simples esferas distantes com alguns detalhes interessantes (a cor alaranjada de Marte, o "olho" de Júpiter, os anéis de Saturno) a mundos completos, com montanhas, vulcões, vales, crateras, atmosferas variadas, talvez até, no caso da lua de Júpiter, Europa, oceanos subterrâneos. Descobrimos até outros mundos, planetas girando em torno de outras estrelas a muitos anos-luz daqui.

Ao que disse Sagan, podemos adicionar que temos, também, a sorte de ser os primeiros a ver estrelas nascerem, de acompanhar o processo complementar de criação e destruição que marca a evolução cósmica.

No dia 9 de novembro, outra missão da Nasa, o Telescópio Espacial Spitzer, revelou uma imagem ainda mais espetacular do que a do Hubble: outro berçário de estrelas, agora na constelação de Cassiopéia, a 7.000 anos-luz da Terra, com uma extensão de 15 anos-luz, ou seja, 10 vezes maior do que a imagem revelada pelo Hubble em 2002. Literalmente centenas de proto-estrelas, estrelas-bebê, podem ser vistas por trás de uma nuvem de gás e poeira avermelhada. A grande vantagem do Spitzer sobre o Hubble é que ele é um telescópio infravermelho, ou seja, capaz de detectar radiação infravermelha que atravessa a poeira existente nas regiões de formação de estrelas. É como se estivéssemos num campo coberto de flores belíssimas que, devido à uma neblina espessa, permanecessem invisíveis aos nossos olhos. "Ver" no infravermelho significa poder ver através da neblina, ver as flores cobrindo o chão.

O mecanismo de nascimento de estrelas ilustra a complementaridade entre criação e

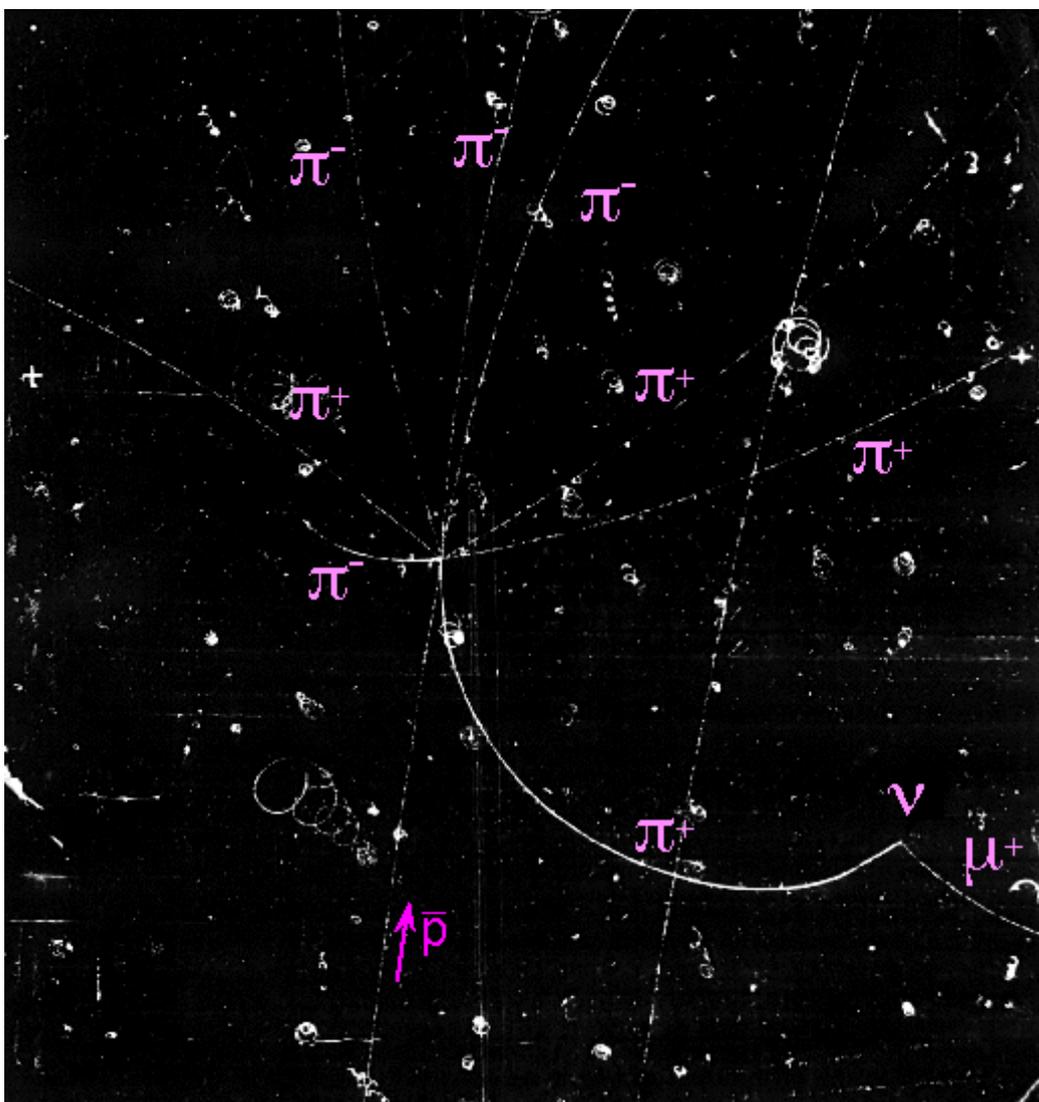
Anexo 9



Anexo 10

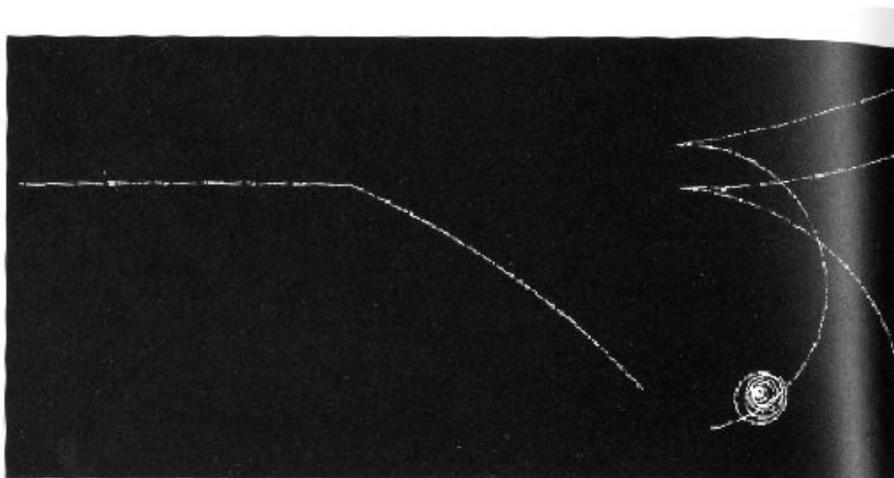
Gabarito: Câmara de bolhas

Esta é uma fotografia real de uma câmara de bolhas de um antipróton (entrando na parte de baixo da foto) colidindo com um próton (em repouso) e aniquilando-se. Oito píons foram produzidos nessa aniquilação. Um decaiu em um $+e$ um $+e$ um ν . As trajetórias dos píons positivos e negativos curvam-se de formas opostas no campo magnético. (<http://www.aventuradasparticulas.ift.unesp.br/frames.html>)



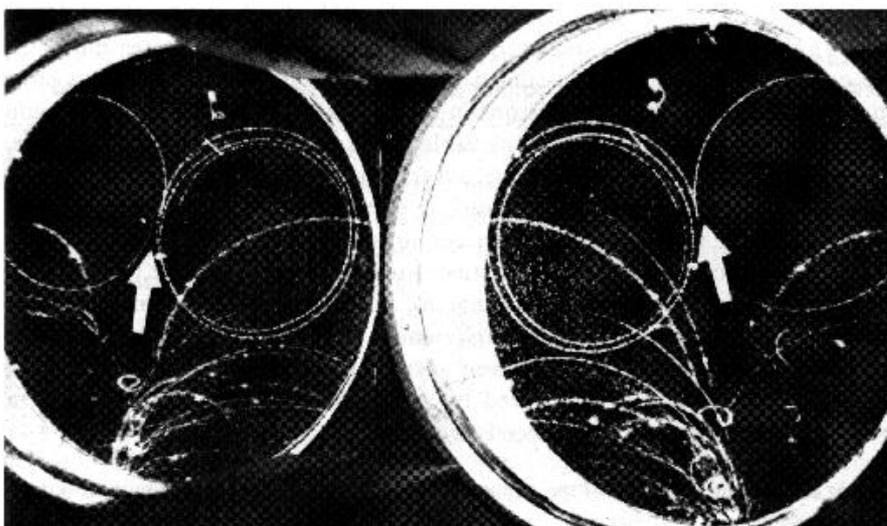
A fotografia abaixo mostra a criação de dois pares elétron-pósitron (os traços em V) por fótons interagindo numa câmara de bolhas.

(<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://plato.if.usp.br/~fma0374d/aula9/img124.jpg&imgrefurl=http://plato.if.usp.br/~fma0374d/aula9/node7.html&h=329&w=520&sz=24&hl=pt-BR&start=6&um=1&tbnid=fvQ7Zp8wdG6vzM:&tbnh=83&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dcamara%2Bde%2Bbolhas%2B%26um%3D1%26hl%3Dpt-BR%26sa%3DN>)



Fotografia mostrando a criação de um par pósitron-elétron.

(<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.dfn.if.usp.br/pagina-dfn/divulgacao/abc/antimateria/fig24.jpg&imgrefurl=http://www.dfn.if.usp.br/pagina-dfn/divulgacao/abc/antimateria/antimateria.html&h=305&w=513&sz=42&hl=pt-BR&start=2&um=1&tbnid=fkyrJblc4RCMJM:&tbnh=78&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dcamara%2Bde%2Bbolhas%2B%26um%3D1%26hl%3Dpt-BR%26sa%3DN>)



Anexo 11

Questionário sobre aceleradores de partículas.

Você já viu a apresentação do seu professor e leu o texto sobre os aceleradores de partículas. Discuta com seus amigos e responda as questões abaixo em grupo. Dê sua opinião embasado no que já foi discutido até agora sobre a física nuclear e os aceleradores de partículas.

1. Na sua opinião, o que faz um físico nuclear? O que ele estuda?

2. Para que serve um acelerador de partículas para a sociedade no geral?

3. Quais as pesquisas que você acha que são feitas em um acelerador de partículas?

4. Você acha que é justo investir tanto dinheiro na construção de uma grande máquina como está, enquanto tanta gente passa fome no mundo todo?

Anexo 12

Grupo AC-SIM

Você deverá criar uma defesa sobre os aceleradores de partículas. Para isto, deverá ler os textos anexos e analisar os principais motivos pelos quais os governantes devem investir nas pesquisas relacionados aos aceleradores. Bom trabalhador!

A.12.1 Texto: Medicina Nuclear

O que é Medicina Nuclear?

A Medicina nuclear é uma especialidade médica que utiliza técnicas seguras e indolores para formar imagens do corpo e tratar doenças. A medicina nuclear é única por revelar dados sobre a anatomia e a função dos órgãos, ao contrário da radiologia, que tipicamente mostra apenas estrutura anatômica dos órgãos. É uma maneira de coletar informações de diagnóstico médico que, de outra forma, não estariam disponíveis, requereriam cirurgia ou necessitariam de exames de diagnóstico mais caros.

Os exames de medicina nuclear freqüentemente podem detectar precocemente anormalidades na função ou estrutura de um órgão no seu corpo. Esta detecção precoce possibilita que algumas enfermidades sejam tratadas nos estágios iniciais, quando existe uma melhor chance de prognóstico bem sucedido e recuperação do paciente.

Em que casos é indicado o exame de Medicina Nuclear?

Os exames de medicina nuclear são benéficos para estudar danos fisiológicos a seu coração, restrição do fluxo sanguíneo ao cérebro, além do funcionamento de outros órgãos como a tireóide, rins, fígado e pulmões. Também tem usos terapêuticos valiosos como o tratamento do hipertireoidismo e alívio da dor para certos tipos de câncer dos ossos.

Em geral, existe quase uma centena de diferentes exames de medicina nuclear hoje disponíveis, incluindo estudos cerebrais, diagnóstico e tratamento de tumores, avaliação das condições dos pulmões e coração, análise funcional dos rins e de todos os sistemas dos principais órgãos do corpo.

Como se Realiza um Exame de Medicina Nuclear?

Os exames de medicina nuclear são seguros e indolores. Uma pequena quantidade de material radioativo é absorvida pelo corpo via injeção, oral ou inalação. Estas substâncias radioativas são misturadas a um produto farmacêutico especializado que tem como alvo os órgãos, ossos ou tecidos específicos de seu corpo. A quantidade de material radioativo usado é medida especificamente para garantir os resultados mais precisos dos exames, limitando, ao mesmo tempo, a quantidade de exposição à radiação. Após dado o material radioativo, uma câmera especial é utilizada para tirar fotografias de seu corpo. A câmera (normalmente chamada de gama-câmara, ou um equipamento ainda mais sofisticado chamado de PET Scanner) possui detectores especiais que podem captar a imagem dos materiais radioativos localizados dentro de seu corpo. A imagem, gravada em filme ou em um computador, é, então, avaliada por seu médico.

Brasileiros no LHC tentam confirmar previsão de Lattes

Publicidade

RAFAEL GARCIA

Enviado especial da Folha de S.Paulo a Genebra

Quem passa pela estrada que liga Genebra (Suíça) a Cessy (França), não vê neste começo de primavera muita coisa além de vacas, plantações e os cumes brancos das montanhas. Com as estações de esqui desativadas, o clima é de calma na fronteira. Mas isso só na superfície. Num túnel a cem metros de profundidade, um exército de cientistas e engenheiros trabalha a todo vapor agora para construir nada menos do que "a máquina mais poderosa do mundo", com data de inauguração prevista para junho.

A estrutura colossal produzida sob liderança do CERN (Organização Européia de Pesquisa Nuclear) é o acelerador de partículas LHC (Grande Colisor de Hádrons, na

sigla em inglês), responsável por experimentos que investigarão várias das questões que mais atormentam os físicos hoje.

Para colocar a máquina em operação, será preciso resfriar algumas de suas peças a uma temperatura muito menor que a do inverno suíço: -271C , o que tornará o interior do LHC o lugar mais frio do Universo.

Esvaziando o formigueiro

A Folha visitou na semana passada três dos quatro detectores de partículas subterrâneos do acelerador. Foi uma das últimas chances de ver o LHC por dentro: nos próximos dias, as enormes cavernas repletas de passarelas por onde hoje técnicos e cientistas sobem e descem como se estivessem em um formigueiro se tornarão laboratórios-fantasmas, comandados remotamente e repletos de radiação letal. Partes do túnel de 27 km de circunferência já estão sendo fechadas para resfriamento --as bombas de hélio e argônio líquidos já estão funcionando.

Rafael Garcia/Folha Imagem

Estudante de física Diego Figueiredo, 23, no detector CMS; pesquisadores esperam encontrar o centauro previsto por Lattes

O Brasil, apesar de não ser país-membro do CERN, tem cientistas e estudantes contribuindo em quase todos os detectores do LHC. Um deles, de valor especial para o país, pode ajudar a explicar um fenômeno descoberto pelo físico curitibano César Lattes (1924-2005).

O LHC vai usar ímãs supercondutores hiperfrios para acelerar núcleos de átomos e fazê-los se chocarem entre si (daí o nome da máquina: núcleos são compostos de prótons e nêutrons, partículas da classe dos hádrons).

O choque produz uma quantidade grande de energia, que então dá origem a uma série de partículas. Algumas são bastante triviais, como os elétrons. Outras não existem soltas em meio à matéria ordinária.

Uma dessas partículas, prevista em teoria, é o chamado bóson de Higgs. Sua existência pode explicar por que a matéria possui massa.

Partícula mitológica

Vários físicos brasileiros, no entanto, estão em busca de outro fenômeno. Na caverna onde está o detector CMS (Solenóide Compacto de Múons), eles esperam encontrar um "centauro" --um ser quase tão mitológico quanto o meio-homem meio-cavalo dos gregos.

Centauro foi o nome dado por Lattes a estranhos jatos de partículas que ele detectara em montanhas da Bolívia em 1975 usando placas de um filme especial. Neste caso, as partículas incomuns não vinham de um acelerador, mas da colisão de raios cósmicos, a radiação de alta energia que chove do espaço sobre a atmosfera terrestre.

Como o centauro é um evento registrado poucas vezes na natureza e nenhuma em laboratório, um grupo de físicos que inclui gregos, brasileiros e russos quer tentar usar a energia do LHC para provar que ele existe e não é um mito --e talvez explicar de onde ele vem.

Usando dois sub-detectores batizados de Castors, idealizados pelo grupo do físico grego Apostolos Panagiotou, físicos esperam extrair informação sobre a natureza dos centauros das colisões entre prótons. "Sem a evidência de um experimento em aceleradores", diz o grego, fica difícil convencer outros físicos de que o fenômeno é relevante.

O problema é que só um dos Castors, que ficam dentro do CMS, deve ficar pronto neste ano. Um outro, que dobraria a probabilidade de detecção dos centauros, ainda depende de financiamento. "Isso poderia ser uma possibilidade do Brasil, se nós conseguíssemos um financiamento adequado", diz o físico Alberto Santoro, da UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro). O brasileiro, que há dois anos tenta articular patrocínio para a construção do aparelho, diz que seu custo seria da ordem de US\$ 500 mil.

Pensando no custo-benefício científico, não é tão caro, comparado ao valor total estimado do LHC: US\$ 8 bilhões. A missão brasileira que levou um astronauta ao espaço em 2006 gastou US\$ 10 milhões e os experimentos feitos por ele não lidavam com ciência de ponta.

Sem dinheiro para o detector, o Brasil provavelmente não poderá apitar nos projetos que darão prestígio aos eventuais primeiros "criadores" de um centauro. Mesmo assim, Santoro tem contribuído para melhorar a qualidade do Castor. Seu aluno de doutorado Dilson Damião, por exemplo, participa dos testes de calibragem do primeiro detector, que entrará em operação até o fim do ano.

Pizza

Em princípio seria um trabalho relativamente simples, porque existe uma aparelhagem criada para isso, mas Damião está tendo de criar uma estratégia nova para a calibragem. "Depois que o detector está todo construído, você não tem mais espaço físico para fazer esse tipo de medida."

O que seria algo trivial virou um desafio tecnológico, que tem de ser superado para que um centauro dê as caras.

Outros alunos de Santoro trabalham diretamente na montagem de uma parte do detector ainda não instalada. É o caso de um pesquisador incumbido de recortar peças de um papel e de uma lâmina especiais usadas pelo Castor. "Você deve imaginar que aqui no CERN tudo é feito no método mais automatizado", diz. "Não é a opção neste momento. Eu estou cortando na mão todos eles com um rolinho de cortar pizza", conforma-se.

O que são aceleradores de partículas e porque são importantes?

Um acelerador de partículas é um aparelho que produz "feixes" de átomos, elétrons, moléculas ou algumas partículas mais exóticas, como antiprótons, pósitrons ou mésons, com velocidades altas, geralmente superiores a 1/1000 da velocidade da luz c . Para que sejam atingidas estas velocidades, que em alguns casos chegam quase na velocidade da

luz, as partículas sofrem a ação de forças eletromagnéticas, com arranjos que diferem bastante entre os diversos tipos de aceleradores.

Um "feixe" de partículas ocorre quando as trajetórias dessas partículas são razoavelmente paralelas e distam menos de 1 centímetro umas das outras. (A palavra "feixe" quer dizer em geral um conjunto de objetos paralelos colocados perto um do outro, como numa vassoura de gravetos onde eles são amarrados por uma corda, vindo daí a palavra "faxina".) Um feixe é caracterizado então pela partícula que o forma, pela sua energia cinética E_c (ou velocidade v) e pelo número de partículas por unidade de tempo N . Se a carga das partículas for q , há uma relação simples entre a corrente elétrica total do feixe, I , e o fluxo N : $I = Nq$.

Mas porque alguém aceleraria partículas? A primeira razão é que precisamos conhecê-las melhor e um dos meios de fazer isso é colidi-las em altas velocidades com outras partículas (átomos, fótons, elétrons, moléculas, etc.) ou com sólidos. A segunda razão é que podemos usar essas colisões para conhecer melhor os "alvos", por exemplo obtendo a composição química de objetos sólidos. Há também numerosas aplicações tecnológicas e médicas. A Microeletrônica, por exemplo, não existiria sem aceleradores, chamados "implantadores" porque colocam átomos, geralmente de boro e de fósforo, dentro de um cristal de silício. (Antes de aceleradores começarem a ser empregados nos anos 60 já eram fabricadas válvulas, diodos e transistores - mas sem aceleradores os tamanhos de qualquer circuito eletrônico seriam milhões de vezes maiores que hoje.) Num outro exemplo, a erroneamente chamada Medicina Nuclear usa aceleradores para produzir radioisótopos usados em terapias ou em diagnósticos, para produzir raios-X ou para irradiação de tumores com elétrons ultra-rápidos (energia cinética de 20 MeV, equivale a velocidade $0,9997c$).

Uma questão preliminar é a das unidades. Em geral nos referimos às energias cinéticas em eV ou seus múltiplos keV (1000 eV), MeV (1000 keV), GeV (1000 MeV) ou TeV (1000 GeV). Um eV é a energia cinética de uma partícula com a carga do elétron que atravessou uma diferença de potencial elétrico de um Volt e corresponde à energia de $1,6 \cdot 10^{-19}$ Joules. Caso a energia cinética de uma partícula seja muito inferior à sua "energia de repouso" (mc^2) podemos usar a fórmula usual $E_c = (1/2)mv^2$, de outra forma teremos que usar expressões relativísticas. Como exemplos, um elétron num tubo de TV tem cerca de 25000 eV antes de bater na tela e produzir luz, uma molécula de gás tem cerca de $1/40$ do eV, os fótons de luz visível tem cerca de 2 eV, as partículas emitidas pelos núcleos de alguns átomos, chamados radioativos, tem alguns milhões de eV.

Se desejarmos estudar o núcleo as energias são geralmente superiores a 1 MeV, podendo ir a GeV. Se quisermos estudar as partículas que formam o núcleo as energias serão maiores ainda, de GeV a TeV. (Átomos ou núcleos com energia cinética de 1 MeV tem velocidades, dependendo da massa atômica, indo de $0,003c$, para o urânio, a $0,05c$, para o hidrogênio. Não apenas a complexidade dessas máquinas aumenta com a energia, em cada faixa estudam-se fenômenos distintos, cuja relevância vai da compreensão de nossa atmosfera até à da origem do universo. Incidentalmente as máquinas gigantescas que trabalham na região de 1 TeV, o CERN na Europa e o Fermilab na América do Norte, tem como subprodutos aplicações tecnológicas em mecânica fina, novos materiais, eletrônica e supercondutividade, sendo isto uma das principais motivações de seus orçamentos anuais de centenas de milhões de dólares. Não iremos falar destes aceleradores, concentrando-nos nos que permitem estudar propriedades atômicas e suas ainda mais generalizadas aplicações, ou seja, as energias disponíveis não serão suficientes para quebrar ou excitar o núcleo atômico, o que quer dizer velocidades entre cerca de $1/1000$ e $1/10$ de c , ou energias indo de $0,001$ eV a alguns MeV.

É difícil para nós imaginar que até 200 anos atrás não se soubesse nada sobre átomos (a Teoria Atômica de Dalton data do início do século XIX) ou que apenas cem anos atrás tenha sido descoberta a existência do elétron, pois hoje toda a tecnologia se baseia em átomos e em elétrons. Inúmeras aplicações de propriedades atômicas na Engenharia, na Química e na Medicina, não existiam, entre elas quase todas a Eletrônica, a Ciência de Materiais e a Química Analítica (que estuda a composição química de um objeto ou de uma amostra). Pelo lado da Ciência, nesse passado tão recente não eram conhecidos os fenômenos básicos da Química, da Biologia, da Física e da Meteorologia para os quais os átomos (e as moléculas, que são aglomerados de átomos) são fundamentais. Hoje, por exemplo discutimos as propriedades dos seres vivos e como alterá-las através da Genética Molecular, quando o gene é estudado como formado por grupos de átomos; estudamos a temperatura da Terra e a intensidade de radiação ultravioleta (UV) pelas colisões entre moléculas na atmosfera e somos capazes de calcular propriedades de compostos químicos os mais diversos, nas fases gasosa, líquida ou sólida, usando a Mecânica Quântica.

Estamos rodeados de materiais "artificiais", como plásticos, remédios, ligas metálicas e cerâmicas, desconhecidos por nossos antepassados de 100 ou de 200 anos atrás, ou mesmo que desconhecíamos durante nossa infância. A descoberta e/ou produção de muitos deles só foi possível usando propriedades atômicas e moleculares descobertas usando aceleradores. Foram experiências usando aceleradores que nos permitiram a compreensão que temos dos átomos e das substâncias que nos rodeiam, fornecendo a base para a Mecânica Quântica no início deste século, por sua vez permitindo a compreensão teórica dos fenômenos químicos. Nessas experiências um átomo (em geral ionizado positiva ou negativamente) ou um elétron (uma partícula que existe dentro dele) é acelerado até uma velocidade "alta" e colide com um "alvo", que pode ser um outro átomo, uma molécula, um objeto sólido, a superfície de um líquido, etc.

Além de explicar essas propriedades, os aceleradores são usados para fabricar equipamentos baseados nelas. Por exemplo, os aparelhos eletrônicos funcionam baseados em componentes (os circuitos integrados ou "chips", que podem conter o equivalente a dezenas de milhões de transistores) fabricados por implantação de átomos de velocidade alta (obtida usando aceleradores íons) em cristais de silício. Alguns destes aparelhos, como microcomputadores ou simples televisões, são eles próprios aceleradores, acelerando elétrons até velocidades de 30% da velocidade da luz.

Até 1750, por exemplo, apenas 17 dos atuais 105 elementos eram conhecidos e nem era sabido que todas as substâncias eram formadas por combinações desses cento e pouco elementos. Na segunda metade do século XVIII uma sucessão de grandes químicos, como Lavoisier (1743-1794, quando foi morto pelo governo revolucionário da França) e Proust (1754-1826), não apenas mais do que dobraram o número de elementos conhecidos (passou para 40) como também verificaram a existência de relações definidas entre as massas das substâncias envolvidas numa reação química. No início do século XIX Dalton (1766-1844) propôs a Teoria Atômica e Berzelius (1779-1848) a maneira como se denotam os elementos. Além desses cientistas numerosos outros descobriam novos elementos, sintetizavam novas substâncias e descobriam a "composição química" de muitas outras, algumas conhecidas desde a Antiguidade, como o sal de cozinha, a alumina e a soda. Mas se desconhecia o que eram os átomos.

Para estudar os átomos, os núcleos dos átomos e as partículas dentro desses núcleos temos que fazer colisões com velocidades crescentes. Em alguns casos a Natureza já nos fornece átomos (ou íons, que são átomos sem alguns elétrons) com velocidades altas. Exemplos disto são os átomos cujos núcleos emitem espontaneamente partículas alfa (estas são formadas por 2 prótons e 2 neutrons, tendo carga elétrica positiva $+2e$ e

energias cinéticas da ordem de alguns MeV), sendo uma espécie de "acelerador" que não precisa ser ligado na tomada.... Em 1911 dois físicos, Geiger e Marsden, fizeram a experiência que levou outro físico, Rutherford, a propor no mesmo ano o atual modelo do átomo (e a tornar-se instantaneamente um químico, ganhando o prêmio Nobel de Química). Nela um emissor de "alfas" foi colocado perto de uma folha metálica fina e, medindo as partículas alfa após a interação com a folha verificou-se que embora a maioria sofresse uma deflexão pequena algumas poucas eram fortemente "espalhadas" para trás. Rutherford interpretou este fato como a existência de um núcleo pequeno e positivo em torno do qual orbitavam elétrons. Havia no entanto numerosos problemas para compatibilizar as teorias da Física vigente com esse modelo, o que deu um grande impulso à busca de uma nova mecânica, a Quântica, o que demorou cerca de duas décadas.

Outro tipo de partícula rápida que a Natureza nos dá é o raio cósmico, onde partículas atingem a Terra, eventualmente com energias muito superiores à dos aceleradores de maior porte atuais. Uma parte da compreensão atual sobre as partículas usou resultados de medição desses raios cósmicos, como as medidas feitas pelo físico brasileiro Lattes na Bolívia na década de 50.

A Química hoje seria provavelmente descrita como a ciência que estuda os átomos e as moléculas: como reagem uns com os outros, como emitem ou absorvem luz, como se ionizam, perdendo ou ganhando elétrons, etc. Uma "reação química", por exemplo a de combustão quando uma molécula de açúcar e uma de oxigênio reagem dentro de um ser vivo fornecendo energia, é uma "colisão", mesmo que nesse caso as velocidades sejam baixas. Do ponto de vista aplicado diversas técnicas (como o PIXE, o RBS e o Auger) se baseiam na emissão de elétrons ou de raios-X por átomos que foram alvejados por elétrons ou por íons de alta velocidade, obtidos em aceleradores.

Grande parte das informações que temos sobre os átomos e sobre as moléculas vem dessas colisões, feitas de forma controlada. Podemos ter um feixe de luz monocromática atravessando um meio e considerar que as partículas de luz (fótons) colidem com um "alvo" de átomos ou moléculas. Podemos ter uma experiência bem similar, onde ao invés de luz temos feixes de elétrons ou de íons, cada feixe sendo composto por partículas com a mesma energia cinética.

Aceleradores são também fundamentais em aplicações . Os micro-circuitos de um computador são fabricados acelerando íons a dezenas de milhares de eV e jogando-os contra uma pastilha de silício. Estes aceleradores são chamados implantadores e sem eles não haveria nem a eletrônica moderna nem os computadores. Outras aplicações existem na Medicina, onde frequentemente aceleradores de elétrons com 20 milhões de eV são usados para irradiar pacientes com câncer (os elétrons destroem o tecido canceroso). Na medicina também são usados para fazer a produção de substâncias radioativas, as quais podem ser usadas para tratar o câncer. Um tubo de raios-X, equipamento usado rotineiramente no diagnóstico médico desde meados deste século XX, é um acelerador de elétrons, que atingem algumas dezenas ou centenas de milhares de eV e incidem sobre uma folha metálica, cujos átomos emitem raios-X.

Mas, como se acelera um elétron, ou um íon ou um átomo? Essencialmente são forças elétricas que fazem isso, ou diretamente (como no tubo de TV ou no de raios-X) ou indiretamente, quando campos magnéticos variáveis no tempo produzem forças elétricas (os aceleradores acima de alguns milhões de eV em geral são desse tipo).

Entre os diferentes tipos de aceleradores temos:

-os "tandems", onde íons negativos são acelerados por um potencial elétrico positivo até um alvo gasoso ou sólido onde perdem elétrons, virando íons positivos e sendo acelerados novamente (Nosso acelerador na UFRJ é desse tipo, se tivermos por

exemplo um feixe de H⁻ e um potencial de 1,7 MV vamos obter um feixe de H⁺ com 3,4 MeV. No Brasil há outros similares na UFRGS e na USP);

- os Van de Graaff, onde uma esfera é carregada eletricamente até alguns MV e dentro dela se coloca uma fonte de íons, os quais são acelerados (No Brasil há um na PUC/RJ.);

-os lineares, onde um campo magnético variável induz um campo elétrico variável na direção do tubo do acelerador, com o campo elétrico sendo oscilante, mas com o feixe sendo pulsado, para só percorrer o tubo quando o campo aponta no sentido desejado (No Brasil há aceleradores deste tipo no CBPF, na USP e em muitos hospitais.);

- o ciclotron, onde o íon descreve semicírculos sob a ação de campo magnético, entre esses semicírculos é acelerado por um campo elétrico e, como passa diversas vezes nesse mesma região, um potencial elétrico pequeno resulta numa grande energia final (No Brasil temos aceleradores destes no IEN e no IPEN, respectivamente nas cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo.) e

-os eletrostáticos de baixa voltagem (até algumas centenas de keV) onde um elétron ou um íon é acelerado por um gerador externo (No Brasil são empregados para acelerar elétrons, sendo encontrados na UFRJ e na UFSCar. Além desses aceleradores, obviamente temos todos os tubos de raios-x, todos os aparelhos de TV e todos os monitores de vídeo de computadores, formalmente aceleradores mas que são empregados para finalidades outras que não a pesquisa...)

Temos também o sincrotron de radiação onde elétrons são acelerados a energias da ordem de GeV e, como percorrem trajetórias curvas, emitem fortemente luz polarizada, monocromática e de alta frequência. Estes aceleradores no entanto não são usados para colidir as partículas aceleradas com um "alvo" mas sim para fazer interagir essa "luz sincrotron" com alvos. (No Brasil temos o Laboratório Nacional de Luz Sincrotron, em Campinas.).

Referências:

1) o site <http://www.coimbra.lip.pt/atlas/acelerad2.htm> e os consecutivos (aparece uma seta para direita ao fim do texto).

2) o site [Google](#) (ou qualquer outro da compilação de de sites de busca), usando as palavras "acelerador de partículas" ou "particle accelerator". Vão aparecer muitos "sites", a maioria descartável após uma olhada rápida, mas alguns interessantes.

3) Se tiver acesso a livros de Física Nuclear, eles tem uma seção em que discute aceleradores.

Cuidado, buraco negro à vista!

Isis Nóbile Diniz

Saiba como os cientistas irão recriar, aqui na Terra, os fenômenos do universo.

No final da Segunda Guerra Mundial, cientistas europeus se uniram para fundar o Centro Europeu de Pesquisa Nuclear (CERN), no início da década de 1950. Logo no início das pesquisas, os mesmos cientistas tiveram mais uma idéia. “Que tal criar um acelerador de partículas para entender a natureza primordial da existência?”, se entreolharam. Passadas cinco décadas de pesquisas, em 21 de outubro deste ano, o Large Hadron Collider (LHC) - em português, Grande Colisor de Hádrõs - entrará em funcionamento.

A história sobre o LHC poderia ser um roteiro hollywoodiano de ficção científica, se não fosse verdade. Trata-se de um monstruoso acelerador de partículas, a maior obra de

engenharia civil já feita. Ele tem 27 km de extensão que formam um anel e está construído a 100 m abaixo da paisagem bucólica campestre da França e da Suíça. Ao total, 20 países europeus já investiram 10 bilhões de francos suíços na construção. Outros países participarão das pesquisas como os Estados Unidos, Canadá, Japão, Índia, Paquistão e Brasil.

Do que o LHC é feito?

Ele é feito com 1.232 pólos magnéticos (tubos, como canudos um perto do outro), cada um mede 15 metros e pesa 25 toneladas. Preenchendo o interior dos tubos há 96 toneladas de hélio resfriado a -271°C , a menor temperatura que existe - a temperatura do Universo é $-270,5^{\circ}\text{C}$. Por onde passam esses tubos, no decorrer do túnel, existem quatro detectores: Atlas, A Large Ion Collider Experiment (Alicé), Compact Muon Solenoid (CMS) e LHCb. O laboratório é o CERN.

Como ele funciona?

Todos os detectores analisarão os dados fornecidos pelos experimentos. Estes serão feitos com partículas – como os prótons - que viajarão até quase atingir a velocidade da luz, ou seja, 300 mil quilômetros por segundo. Em determinados pontos, elas se chocaram umas contra as outras podendo até formar minúsculos buracos negros.

Qual a finalidade do LHC?

A primeira é entender estrutura da matéria. Como subproduto também investigar de forma mais palpável como o universo foi formado; obter informações sobre o Big Bang; unificar – ou não – leis da física que não fazem sentido quando unidas; entender o que é a matéria escura e do que ela é feita; observar o Higgs, uma partícula que existiu na origem do universo e jamais foi vista, entre outros.

Por que sua inauguração foi adiada várias vezes?

A inauguração do LHC foi marcada, primeiramente, para maio deste ano. Foi adiada para junho e agora para outubro devido a um problema de resfriamento do hélio. Isso não é perigoso. Neste caso, o hélio é importante para o processo não perder energia durante o funcionamento.

É verdade que o LHC criará buracos negros?

Possivelmente. “Mas os pequenos buracos negros que podem, eventualmente, se formar não trazem perigo algum”, afirma a professora do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Maria Cristina Batoni Abdalla. Isso porque eles não tem estabilidade, ou seja, vão desmanchar sozinhos logo após serem criados. Assim, será impossível que ele “engula” toda a Terra acabando com a vida terrestre.

Como o LHC mudará o nosso cotidiano?

De acordo com Maria Cristina, os experimentos relacionados ao LHC podem trazer melhoras em diversas áreas do conhecimento científico e tecnológico que, conseqüentemente, atingirão nosso modo de vida. Por exemplo, em cinco anos nossa

internet poderá ficar mais rápida. Novas terapias contra o câncer, menos invasivas e mais eficientes, poderão ser empregadas. Os lasers tenderão a melhorar. Entre outras descobertas que estão por vir.

Confira mais dados megalomaníacos da engenhoca:

10 mil físicos e engenheiros trabalham no CERN, entre eles, 68 brasileiros;
A energia das colisões é de 14 Tera elétronVolts (TeV = 10¹² eV);
Dois meses são necessários para resfriar as 96 toneladas de hélio.

Grupo AC-NÃO

Você deverá criar uma acusação sobre os aceleradores de partículas. Para isto, deverá ler os texto anexos e analisar os principais motivos pelos quais os governantes não devem investir nas pesquisas relacionados aos aceleradores. Bom trabalho!

A.12.2 Texto: Fome no Mundo

A fome no mundo (<http://www.pime.org.br/mundoemissao/fomesolucao.htm>)

Em 1974, durante a Conferência Mundial sobre Alimentação, as Nações Unidas estabeleceram que “todo homem, mulher, criança, tem o direito inalienável de ser livre da fome e da desnutrição...”. Portanto, a comunidade internacional deveria ter como maior objetivo a segurança alimentar, isto é, “o acesso, sempre, por parte de todos, a alimento suficiente para uma vida sadia e ativa”.

E isso quer dizer:

acesso ao alimento: é condição necessária, mas ainda não suficiente;
sempre: e não só em certos momentos;
por parte de todos: não bastam que os dados estatísticos sejam satisfatórios. É necessário que todos possam ter essa segurança de acesso aos alimentos;
alimento para uma vida sadia e ativa: é importante que o alimento seja suficiente tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo.
Os dados que possuímos dizem que estamos ainda muito longe dessa situação de segurança alimentar para todos os habitantes do planeta.

Quais são as causas?

A situação precisa ser enfrentada, pois uma pessoa faminta não é uma pessoa livre. Mas é preciso, em primeiro lugar, conhecer as causas que levam à fome. Muitos acham que as conhecem, mas não percebem que, quando falam delas, se limitam, muitas vezes, a repetir o que tantos já disseram e a apontar causas que não têm nada a ver com o verdadeiro problema. Por exemplo:

A fome é causada porque o mundo não pode produzir alimentos suficientes. Não é verdade! A terra tem recursos suficientes para alimentar a humanidade inteira.

A fome é devida ao fato de que somos “demais”. Também não é verdade! Há países muito populosos, como a China, onde todos os habitantes têm, todo dia, pelo menos uma quantidade mínima de alimentos e países muito pouco habitados, como a Bolívia, onde os pobres de verdade padecem fome!

No mundo há poucas terras cultiváveis! Também não é verdade. Por enquanto, há terras suficientes que, infelizmente, são cultivadas, muitas vezes, para fornecer alimentos aos países ricos!

As verdadeiras causas

As causas da fome no mundo são várias, não podem ser reduzidas a uma só. Entre elas indicamos:

As monoculturas: o produto nacional bruto (PIB) de vários países depende, em muitos casos, de uma cultura só, como acontecia, alguns anos atrás, com o Brasil, cujo único produto de exportação era o café. Sem produções alternativas, a economia desses países depende muito do preço do produto, que é fixado em outros lugares, e das condições climáticas para garantir uma boa colheita.

Diferentes condições de troca entre os vários países: alguns países, ex-colônias, estão precisando cada vez mais de produtos manufaturados e de alta tecnologia, que eles não produzem e cujo preço é fixado pelos países que exportam. Os preços das matérias-primas, quase sempre o único produto de exportação dos países pobres, são fixados, de novo, pelos países que importam.

Multinacionais: são organizações em condições de realizar operações de caráter global, fugindo assim ao controle dos Estados nacionais ou de organizações internacionais. Elas constituem uma rede de poder supranacional. Querem conquistar mercados, investindo capitais privados e deslocando a produção onde os custos de trabalho, energia e matéria-prima são mais baixos e os direitos dos trabalhadores, limitados. Controlam 40% do comércio mundial e até 90% do comércio mundial dos bens de primeira necessidade.

Dívida externa: conforme a Organização para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a dívida está paralisando a possibilidade de países menos avançados de importar os alimentos dos quais precisam ou de dar à própria produção agrícola o necessário desenvolvimento. A dívida é contraída com os bancos particulares e com Institutos internacionais como o Fundo Monetário e o Banco Mundial. Para poder pagar os juros, tenta-se incrementar as exportações. Em certos países, 40% do que se arrecada com as exportações são gastos somente para pagar os juros da dívida externa. A dívida, infelizmente, continua inalterada ou aumenta.

Conflitos armados: o dinheiro necessário para providenciar alimento, água, educação, saúde e habitação de maneira suficiente para todos, durante um ano, corresponde a quanto o mundo inteiro gasta em menos de um mês na compra de armas. Além disso, os conflitos armados presentes em muitos países em desenvolvimento causam graves perdas e destruições em seu sistema produtivo primário.

Desigualdades sociais: a luta contra a fome é, em primeiro lugar, luta contra a fome pela justiça social. As elites que estão no governo, controlando o acesso aos alimentos,

mantêm e consolidam o próprio poder. Paradoxalmente, os que produzem alimento são os primeiros a sofrer por sua falta. Na maioria dos países, é muito mais fácil encontrar pessoas que passam fome em contextos rurais do que em contextos urbanos.

Neo-colonialismo: em 1945, através do reconhecimento do direito à autodeterminação dos povos, iniciou o processo de libertação dos países que até então eram colônias de outras nações. Mas, uma vez adquirida a independência, em muitos continuaram os conflitos internos que têm sua origem nos profundos desequilíbrios sociais herdados do colonialismo. Em muitos países, ao domínio colonial sucederam as ditaduras, apoiadas pela cumplicidade das superpotências e por acordos de cooperação com a antiga potência colonial. Isso deu origem ao neo-colonialismo e as trocas comerciais continuaram a favorecer as mesmas potências.

Quando um país vive numa situação de miséria, podemos dizer que, praticamente, todas essas causas estão agindo ao mesmo tempo e estão na origem da fome de seus habitantes. Algumas delas dependem da situação do país, como o regime de monocultura, os conflitos armados e as desigualdades sociais. Elas serão eliminadas, quando e se o mesmo país conseguir um verdadeiro desenvolvimento. Mas outras causas já não dependem do próprio país em desenvolvimento, e sim da situação em nível internacional. Refiro-me às condições desiguais de troca entre as várias nações, à presença das multinacionais, ao peso da dívida externa e ao neo-colonialismo. Isso quer dizer que os países em desenvolvimento, não conseguirão sozinhos vencer a miséria e a fome, a não ser que mudanças verdadeira-mente importantes aconteçam no relacionamento entre essas nações e as mais industrializadas.

Eis o que nos dizem as estatísticas:

- Há 800 milhões de pessoas desnutridas no mundo.
- 11 mil crianças morrem de fome a cada dia.
- Um terço das crianças dos países em desenvolvimento apresentam atraso no crescimento físico e intelectual.
- 1,3 bilhão de pessoas no mundo não dispõe de água potável.
- 40% das mulheres dos países em desenvolvimento são anêmicas e encontram-se abaixo do peso.
- Uma pessoa a cada sete padece fome no mundo.

Bomba de Hiroshima foi uma das maiores tragédias da humanidade
da Folha Online

O Japão foi palco de uma das maiores tragédias da humanidade. No dia 6 de agosto de 1945, um dos últimos dias da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), o bombardeiro americano B-29 decolou da ilha de Tinian carregando uma bomba atômica desenvolvida sob completo sigilo.

Pouco depois das 8h (horário local), a bomba foi lançada contra a cidade de Hiroshima, então com uma população de 250 mil habitantes. A explosão tomou a forma de um cogumelo que se elevou a 13.500 metros, matando ao menos 68 mil pessoas imediatamente e transformando a cidade em ruínas. Três dias depois do lançamento, outra bomba --ainda mais destrutiva-- foi jogada contra a cidade de Nagasaki, matando 38 mil pessoas.

Os bombardeiros levaram o Japão, que lutava na Segunda Guerra ao lado da Alemanha e da Itália, a declarar sua rendição, encerrando o conflito.

Nos anos seguintes, ao menos outras 70 mil pessoas morreriam pelos efeitos da radiação.

Em 1956, o Japão entrou para a ONU (Organização das Nações Unidas), reintegrando-se à comunidade internacional. Em 2005, por ocasião dos 60 anos da explosão da bomba atômica, o então diplomata japonês Takahiko Horimura afirmou que o Japão decidiu "não possuir, não produzir e não permitir a entrada de armas atômicas no território nacional".

Da completa destruição, o Japão pavimentou um caminho de rápida recuperação econômica. Atualmente, o país está entre as maiores potências mundiais, com um PIB de US\$ 4,8 trilhões [R\$ 8,3 trilhões].

Cuidado, buraco negro à vista!

Isis Nóbile Diniz

Saiba como os cientistas irão recriar, aqui na Terra, os fenômenos do universo.

No final da Segunda Guerra Mundial, cientistas europeus se uniram para fundar o Centro Europeu de Pesquisa Nuclear (CERN), no início da década de 1950. Logo no início das pesquisas, os mesmos cientistas tiveram mais uma idéia. "Que tal criar um acelerador de partículas para entender a natureza primordial da existência?", se entreolharam. Passadas cinco décadas de pesquisas, em 21 de outubro deste ano, o Large Hadron Collider (LHC) - em português, Grande Colisor de Hádrons - entrará em funcionamento.

A história sobre o LHC poderia ser um roteiro hollywoodiano de ficção científica, se não fosse verdade. Trata-se de um monstruoso acelerador de partículas, a maior obra de engenharia civil já feita. Ele tem 27 km de extensão que formam um anel e está construído a 100 m abaixo da paisagem bucólica campestre da França e da Suíça. Ao total, 20 países europeus já investiram 10 bilhões de francos suíços na construção. Outros países participarão das pesquisas como os Estados Unidos, Canadá, Japão, Índia, Paquistão e Brasil.

Do que o LHC é feito?

Ele é feito com 1.232 pólos magnéticos (tubos, como canudos um perto do outro), cada um mede 15 metros e pesa 25 toneladas. Preenchendo o interior dos tubos há 96 toneladas de hélio resfriado a -271°C , a menor temperatura que existe - a temperatura do Universo é $-270,5^{\circ}\text{C}$. Por onde passam esses tubos, no decorrer do túnel, existem quatro detectores: Atlas, A Large Ion Collider Experiment (Alicé), Compact Muon Solenoid (CMS) e LHCb. O laboratório é o CERN.

Como ele funciona?

Todos os detectores analisarão os dados fornecidos pelos experimentos. Estes serão feitos com partículas – como os prótons - que viajarão até quase atingir a velocidade da luz, ou seja, 300 mil quilômetros por segundo. Em determinados pontos, elas se chocaram umas com as outras podendo até formar minúsculos buracos negros.

Qual a finalidade do LHC?

A primeira é entender estrutura da matéria. Como subproduto também investigar de forma mais palpável como o universo foi formado; obter informações sobre o Big Bang; unificar – ou não – leis da física que não fazem sentido quando unidas; entender o que é a matéria escura e do que ela é feita; observar o Higgs, uma partícula que existiu na origem do universo e jamais foi vista, entre outros.

Por que sua inauguração foi adiada várias vezes?

A inauguração do LHC foi marcada, primeiramente, para maio deste ano. Foi adiada para junho e agora para outubro devido a um problema de resfriamento do hélio. Isso não é perigoso. Neste caso, o hélio é importante para o processo não perder energia durante o funcionamento.

É verdade que o LHC criará buracos negros?

Possivelmente. “Mas os pequenos buracos negros que podem, eventualmente, se formar não trazem perigo algum”, afirma a professora do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Maria Cristina Batoni Abdalla. Isso porque eles não tem estabilidade, ou seja, vão desmanchar sozinhos logo após serem criados. Assim, será impossível que ele “engula” toda a Terra acabando com a vida terrestre.

Como o LHC mudará o nosso cotidiano?

De acordo com Maria Cristina, os experimentos relacionados ao LHC podem trazer melhoras em diversas áreas do conhecimento científico e tecnológico que, conseqüentemente, atingirão nosso modo de vida. Por exemplo, em cinco anos nossa internet poderá ficar mais rápida. Novas terapias contra o câncer, menos invasivas e mais eficientes, poderão ser empregadas. Os lasers tenderão a melhorar. Entre outras descobertas que estão por vir.

Confira mais dados megalomaniacos da engenhoca:

10 mil físicos e engenheiros trabalham no CERN, entre eles, 68 brasileiros;
A energia das colisões é de 14 Tera elétronVolts (TeV = 10^{12} eV);
Dois meses são necessários para resfriar as 96 toneladas de hélio.